

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»  
(ТУСУР)



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Моделирование систем и процессов**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств**

Направленность (профиль): **Автоматизация технологических процессов и производств**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФВС, Факультет вычислительных систем**

Кафедра: **КСУП, Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании**

Курс: **4**

Семестр: **8**

Учебный план набора 2012 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	8 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	24	24	часов
2	Практические занятия	30	30	часов
3	Всего аудиторных занятий	54	54	часов
4	Из них в интерактивной форме	10	10	часов
5	Самостоятельная работа	54	54	часов
6	Всего (без экзамена)	108	108	часов
7	Общая трудоемкость	108	108	часов
		3.0	3.0	3.Е

Зачет: 8 семестр

Томск 2017

### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утвержденного 2015-03-12 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

Разработчики:

профессор каф. КСУП \_\_\_\_\_ Черепанов О. И.

Заведующий обеспечивающей каф.  
КСУП

\_\_\_\_\_ Шурыгин Ю. А.

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан ФВС \_\_\_\_\_ Козлова Л. А.

Заведующий выпускающей каф.  
КСУП

\_\_\_\_\_ Шурыгин Ю. А.

Эксперты:

доцент ТУСУР, КСУП \_\_\_\_\_ Зюзьков В. М.

## **1. Цели и задачи дисциплины**

### **1.1. Цели дисциплины**

формирование знаний и навыков применения общих подходов к моделированию систем  
формирование знаний видов математических моделей  
формирование знаний способов математического моделирования на основе непрерывно-детерминированных, дискретно-детерминированных, вероятностных, агрегативных моделей,  
формировании представлений о постановке целей и выборе метода моделирования, проверки адекватности математической модели реальной сложной системе  
формирование навыков интерпретации результатов моделирования.

### **1.2. Задачи дисциплины**

- сформировать представления о классификации моделей систем и процессов, их видах и видах моделирования
- изучить принципы и методологию функционального, имитационного и математического моделирования систем и процессов, методы построения моделирующих алгоритмов
- освоить методы построения математических моделей, технологию планирования эксперимента
- научить основам построения математических моделей объектов управления и систем автоматического управления
- научить основам работы с каким-либо из основных типов программных систем, предназначенных для математического и имитационного моделирования
- освоить методы планирования модельных экспериментов и научить обрабатывать их результаты на персональном компьютере
- научить оценивать точность и достоверность результатов моделирования
- освоить навыки обработки экспериментальных данных и оценки точности
- освоить навыки проектирования простых программных алгоритмов и реализации их на языке программирования
- освоить навыки работы с программной системой для математического и имитационного моделирования
- 

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «Моделирование систем и процессов» (Б1.Б.22) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Математика, Математическая логика и теория алгоритмов, Метрология, стандартизация и сертификация, Оптимизация систем, Пакеты инженерных расчетов.

Последующими дисциплинами являются: .

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОПК-4 способностью участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения;
- ПК-2 способностью выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий;
- ПК-20 способностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** классификацию модели систем и процессов, их виды и виды моделирования; принципы и методологию функционального, имитационного и математического моделирования систем и процессов, методы построения моделирующих алгоритмов; методы построения математических моделей, технологию планирования эксперимента.

– **уметь** строить математические модели объектов управления и систем автоматического управления; работать с каким-либо из основных типов программных систем, предназначенных для математического и имитационного моделирования, планировать модельный эксперимент и обрабатывать его результаты на персональном компьютере; оценивать точность и достоверность результатов моделирования

– **владеть** навыками обработки экспериментальных данных и оценки точности; навыками проектирования простых программных алгоритмов и реализации их на языке программирования; навыками работы с программной системой для математического и имитационного моделирования

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		8 семестр
Аудиторные занятия (всего)	54	54
Лекции	24	24
Практические занятия	30	30
Из них в интерактивной форме	10	10
Самостоятельная работа (всего)	54	54
Подготовка к контрольным работам	8	8
Проработка лекционного материала	12	12
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	34	34
Всего (без экзамена)	108	108
Общая трудоемкость час	108	108
Зачетные Единицы Трудоемкости	3.0	3.0

#### 5. Содержание дисциплины

##### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

№	Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1	Классификация моделей и виды моделирования	2	2	3	7	ОПК-4, ПК-2, ПК-20

2	Этапы математического моделирования	2	2	3	7	ОПК-4, ПК-2, ПК-20
3	Принципы построения и основные требования к математическим моделям систем	2	2	3	7	ОПК-4, ПК-2, ПК-20
4	Типовые схемы математического моделирования	2	2	3	7	ОПК-4, ПК-2, ПК-20
5	Построение дискретно-детерминированных моделей.	2	2	3	7	ОПК-4, ПК-2, ПК-20
6	Уравнения Колмогорова	2	2	3	7	ОПК-4, ПК-2, ПК-20
7	Общая схема разработки математических моделей	2	2	3	7	ОПК-4, ПК-2, ПК-20
8	Формализация процесса функционирования системы	2	2	5	9	ОПК-4, ПК-2, ПК-20
9	Формы представления математических моделей	2	2	5	9	ОПК-4, ПК-2, ПК-20
10	Имитационное моделирование	2	4	5	11	ОПК-4, ПК-2, ПК-20
11	Метод максимального правдоподобия	2	4	5	11	ОПК-4, ПК-2, ПК-20
12	Метод уравнивающих операторов	2	4	13	19	ОПК-4, ПК-2, ПК-20
	Итого	24	30	54	108	

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
<b>8 семестр</b>			
1 Классификация моделей и виды моделирования	Два вида классификации моделей систем. Система, элементы, связи, структура, основные задачи моделирования, физическое и математическое моделирование. Достоинства и недостатки математических моделей. Входные и выходные переменные, закон функционирования, показатель эффективности системы, определение математической модели.	2	ОПК-4, ПК-2, ПК-20
	Итого	2	
2 Этапы математического моделирования	Проблема проверки адекватности моделей, проверка гипотез.	2	ОПК-4, ПК-2, ПК-

	Итого	2	20
3 Принципы построения и основные требования к математическим моделям систем	Типовые схемы и этапы математического моделирования, конечные и вероятностные автоматы.	2	ОПК-4, ПК-2, ПК-20
	Итого	2	
4 Типовые схемы математического моделирования	Типовые схемы математического моделирования, сети Петри.	2	ОПК-4, ПК-2, ПК-20
	Итого	2	
5 Построение дискретно-детерминированных моделей.	Разностные уравнения.	2	ОПК-4, ПК-2, ПК-20
	Итого	2	
6 Уравнения Колмогорова	Уравнения Колмогорова для многоканальной системы массового обслуживания с ожиданием и отказами.	2	ОПК-4, ПК-2, ПК-20
	Итого	2	
7 Общая схема разработки математических моделей	Общая схема разработки математических моделей. Цели и задачи исследования математических моделей систем.	2	ОПК-4, ПК-2, ПК-20
	Итого	2	
8 Формализация процесса функционирования системы	Понятие агрегативной модели. Стандартное математическое описание агрегата.	2	ОПК-4, ПК-2, ПК-20
	Итого	2	
9 Формы представления математических моделей	Формы представления математических моделей. Аналитические, численные (конечно-разностные, конечно-элементные), и имитационные модели. Достоинства, недостатки и условия их применения аналитических и имитационных моделей.	2	ОПК-4, ПК-2, ПК-20
	Итого	2	
10 Имитационное моделирование	Методы исследования математических моделей систем. Планирование имитационного эксперимента. Математическая постановка задачи планирования экспериментов.	2	ОПК-4, ПК-2, ПК-20
	Итого	2	
11 Метод максимального правдоподобия	Регрессионные модели и их статистический анализ. Метод максимального правдоподобия. Оценка параметров нелинейных динамических систем методом квазилинеаризации.	2	ОПК-4, ПК-2, ПК-20
	Итого	2	
12 Метод уравнивающих операторов	Построение аналитических моделей сложных систем по уравнениям	2	ОПК-4, ПК-2, ПК-

	элементарных звеньев		20
	Итого	2	
Итого за семестр		24	

### 5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

№	Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Предшествующие дисциплины													
1	Математика	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	Математическая логика и теория алгоритмов	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	Метрология, стандартизация и сертификация											+	
4	Оптимизация систем	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5	Пакеты инженерных расчетов		+	+	+	+							

### 5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5. 4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий			Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	
ОПК-4	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Опрос на занятиях, Зачет, Тест, Отчет по практике
ПК-2	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Опрос на занятиях, Зачет, Тест, Отчет по практике

ПК-20	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Опрос на занятиях, Зачет, Тест, Отчет по практике
-------	---	---	---	---

### 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы	Интерактивные практические занятия	Всего
8 семестр		
Поисковый метод	10	10
Итого за семестр:	10	10
Итого	10	10

### 7. Лабораторный практикум

Не предусмотрено РУП

### 8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр			
1 Классификация моделей и виды моделирования	Входные и выходные переменные, закон функционирования, показатель эффективности системы, определение математической модели.	2	ОПК-4, ПК-2, ПК-20
	Итого	2	
2 Этапы математического моделирования	Проверки адекватности моделей, проверка гипотез	2	ОПК-4, ПК-2, ПК-20
	Итого	2	
3 Принципы построения и основные требования к математическим моделям систем	Типовые схемы и этапы математического моделирования, конечные и вероятностные автоматы.	2	ОПК-4, ПК-2, ПК-20
	Итого	2	
4 Типовые схемы математического моделирования	Типовые схемы математического моделирования, сети Петри.	2	ОПК-4, ПК-2, ПК-20
	Итого	2	
5 Построение дискретно-детерминированных моделей.	Разностные уравнения.	2	ОПК-4, ПК-2, ПК-20
	Итого	2	
6 Уравнения Колмогорова	Уравнения Колмогорова для	2	ОПК-4,



	многоканальной системы массового обслуживания с ожиданием и отказами		ПК-2, ПК-20
	Итого	2	
7 Общая схема разработки математических моделей	Схема разработки математических моделей. Цели и задачи исследования математических моделей систем.	2	ОПК-4, ПК-2, ПК-20
	Итого	2	
8 Формализация процесса функционирования системы	Понятие агрегативной модели. Стандартное математическое описание агрегата.	2	ОПК-4, ПК-2, ПК-20
	Итого	2	
9 Формы представления математических моделей	Аналитические, численные (конечно-разностные, конечно-элементные), и имитационные модели. Достоинства, недостатки и условия их применения аналитических и имитационных моделей.	2	ОПК-4, ПК-2, ПК-20
	Итого	2	
10 Имитационное моделирование	Планирование имитационного эксперимента. Постановка задачи планирования экспериментов.	4	ОПК-4, ПК-2, ПК-20
	Итого	4	
11 Метод максимального правдоподобия	Регрессионные модели и их статистический анализ. Метод максимального правдоподобия. Оценка параметров нелинейных динамических систем методом квазилинеаризации.	4	ОПК-4, ПК-2, ПК-20
	Итого	4	
12 Метод уравнивающих операторов	Построение аналитических моделей сложных систем по уравнениям элементарных звеньев	4	ОПК-4, ПК-2, ПК-20
	Итого	4	
Итого за семестр		30	

### 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость	Формируемые компетенции	Формы контроля
8 семестр				
1 Классификация моделей и виды моделирования	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-4, ПК-2, ПК-20	Опрос на занятиях, Отчет по практике, Тест

	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
2 Этапы математического моделирования	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-4, ПК-2, ПК-20	Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
3 Принципы построения и основные требования к математическим моделям систем	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-4, ПК-2, ПК-20	Опрос на занятиях, Отчет по практике, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
4 Типовые схемы математического моделирования	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-4, ПК-2, ПК-20	Опрос на занятиях, Отчет по практике, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
5 Построение дискретно-детерминированных моделей.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-4, ПК-2, ПК-20	Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по практике, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
6 Уравнения Колмогорова	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-4, ПК-2, ПК-20	Опрос на занятиях, Отчет по практике, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
7 Общая схема разработки математических моделей	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-4, ПК-2, ПК-20	Опрос на занятиях, Отчет по практике, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
8 Формализация процесса функционирования системы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-4, ПК-2, ПК-20	Опрос на занятиях, Отчет по практике, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	5		

9 Формы представления математических моделей	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-4, ПК-2, ПК-20	Опрос на занятиях, Отчет по практике, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	5		
10 Имитационное моделирование	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-4, ПК-2, ПК-20	Опрос на занятиях, Отчет по практике, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	5		
11 Метод максимального правдоподобия	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-4, ПК-2, ПК-20	Опрос на занятиях, Отчет по практике, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	5		
12 Метод уравнивающих операторов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-4, ПК-2, ПК-20	Зачет, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по практике, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Подготовка к контрольным работам	8		
	Итого	13		
Итого за семестр		54		
Итого		54		

### 9.1. Темы контрольных работ

1. Входные и выходные переменные, закон функционирования, показатель эффективности системы, определение математической модели.
2. Проверки адекватности моделей, проверка гипотез.
3. Типовые схемы и этапы математического моделирования, конечные и вероятностные автоматы.
4. Типовые схемы математического моделирования, сети Петри.
5. Разностные уравнения.
6. Уравнения Колмогорова для многоканальной системы массового обслуживания с ожиданием и отказами.
7. Схема разработки математических моделей. Цели и задачи исследования математических моделей систем.
8. Понятие агрегативной модели. Стандартное математическое описание агрегата.
9. Аналитические, численные (конечно-разностные, конечно-элементные), и имитационные модели. Достоинства, недостатки и условия их применения аналитических и имитационных моделей.
10. Планирование имитационного эксперимента. Постановка задачи планирования экспериментов.
11. Регрессионные модели и их статистический анализ. Метод максимального правдоподобия.

12. Оценка параметров нелинейных динамических систем методом квазилинеаризации.  
 13. Построение аналитических моделей сложных систем по уравнениям элементарных звеньев

## 10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

### 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

#### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
8 семестр				
Зачет			17	17
Контрольная работа		5	5	10
Опрос на занятиях	2	2	2	6
Отчет по индивидуальному заданию	2	2	2	6
Отчет по практике	13	19	19	51
Тест	3	3	4	10
Итого максимум за период	20	31	49	100
Нарастающим итогом	20	51	100	100

#### 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

#### 11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	

	60 - 64	Е (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

- Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем: Учебник для вузов. –3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2005. – 344 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)
- Черепанов О.И. Моделирование систем: учеб. пособие. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2010. – 148 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 25 экз.)

### 12.2. Дополнительная литература

- Кобелев Н.Б. Основы имитационного моделирования экономических систем. М.: Дели, 2003г. - 336с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 12 экз.)
- Сигорский В.П. Математический аппарат инженера. Изд. 2-е, стереотипное. – Киев: Техніка, 1977. – 768 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 4 экз.)

### 12.3 Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

- Черепанов О.И. Сборник заданий к семинарским занятиям.- Томск, 2012. - 26с. [Электронный ресурс]. - <http://new.kcup.tusur.ru/library/umk-modelirovanie-sistem>
- Черепанов О.И. Методические указания по самостоятельной работе студентов.- Томск, 2012 [Электронный ресурс]. - <http://new.kcup.tusur.ru/library/umk-modelirovanie-sistem>
- Черепанов О.И. Идентификация и диагностика систем. Пособие и задания на вычислительный практикум для самостоятельной работы студентов. – Томск: Изд-во Томск. ун-та систем упр. и радиоэлектроники. – 2009. – 96с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 25 экз.)
- Черепанов О.И., Черепанов Р.О. Идентификация нелинейных динамических систем методом квазилинеаризации: учеб. пособие и задания на вычислительный практикум. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2012. – 124 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 25 экз.)

#### 12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

##### Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

##### Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

##### Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

### 12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

- scopus.com

## 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

### 13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

#### 13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория (ФЭТ 214), с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной

мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

### **13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий**

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 2 этаж, ауд. 214. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Коммутатор D-Link Switch 24 port - 1шт.; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц, -5 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Microsoft Windows Server 2008 R2; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft Office Access 2003; VirtualBox 6.2. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

### **13.1.3. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы**

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 74, 2 этаж, ауд. 214. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц, - 4 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

## **13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов с **нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

При обучении студентов с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## **14. Фонд оценочных средств**

### **14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации**

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

### **14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

**Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью**

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка

С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, исходя из состояния обучающегося на момент проверки

#### **14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»  
(ТУСУР)**

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
\_\_\_\_\_ П. Е. Троян  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**Моделирование систем и процессов**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств**

Направленность (профиль): **Автоматизация технологических процессов и производств**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФВС, Факультет вычислительных систем**

Кафедра: **КСУП, Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании**

Курс: **4**

Семестр: **8**

Учебный план набора 2012 года

Разработчики:

– профессор каф. КСУП Черепанов О. И.

Зачет: 8 семестр

Томск 2017



## 1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ОПК-4	способностью участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения	<p>Должен знать классификацию модели систем и процессов, их виды и виды моделирования; принципы и методологию функционального, имитационного и математического моделирования систем и процессов, методы построения моделирующих алгоритмов; методы построения математических моделей, технологию планирования эксперимента. ;</p> <p>Должен уметь строить математические модели объектов управления и систем автоматического управления; работать с каким-либо из основных типов программных систем, предназначенных для математического и имитационного моделирования, планировать модельный эксперимент и обрабатывать его результаты на персональном компьютере; оценивать точность и достоверность результатов моделирования;</p> <p>Должен владеть навыками обработки экспериментальных данных и оценки точности; навыками проектирования простых программных алгоритмов и реализации их на языке программирования; навыками работы с программной системой для математического и имитационного моделирования;</p>
ПК-2	способностью выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий	
ПК-20	способностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций	

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы

Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

## 2 Реализация компетенций

### 2.1 Компетенция ОПК-4

ОПК-4: способностью участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знает типичные виды математических моделей одномерных и многомерных систем и процессов	Умеет использовать теоретические знания при объяснении результатов экспериментов, применять знания в области теории моделирования систем для освоения профессиональных дисциплин и решения профессиональных задач.	Владеет навыками построения имитационных моделей систем и процессов, навыками оценки параметров по результатам измерений
Виды занятий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>
Используемые средства оценивания	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Тест;</li> <li>• Отчет по практике;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Тест;</li> <li>• Отчет по практике;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>• Отчет по практике;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в

таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>анализирует связи между различными физическими понятиями;;</li> <li>представляет способы и результаты использования различных физических моделей систем и процессов ;;</li> <li>математически обосновывает выбор метода и план решения задачи;;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>свободно применяет методы решения задач моделирования в незнакомых ситуациях;;</li> <li>умеет математически выразить и аргументированно доказывать положения теории моделирования систем и процессов;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>способен руководить междисциплинарной командой по разработке имитационных моделей систем;;</li> <li>свободно владеет разными способами представления физической информации в графической и математической форме ;</li> </ul>
Хорошо (базовый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>понимает связи между различными физическими понятиями и способами их математического описания;;</li> <li>графически иллюстрирует задачу;</li> <li>аргументирует выбор метода решения задачи; составляет план решения задачи;;</li> <li>имеет представление о физических и математических моделях систем;;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>самостоятельно подбирает модели для имитационного эксперимента и оценивает необходимую информацию и программное обеспечение;;</li> <li>применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях;;</li> <li>умеет корректно выразить и аргументированно обосновывать положения предметной области знания;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>критически осмысливает полученные знания;;</li> <li>компетентен в различных ситуациях (работа в междисциплинарной команде);;</li> <li>владеет разными способами представления результатов имитационных экспериментов с моделями систем; ;</li> </ul>
Удовлетворительно (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>дает определения основных понятий теории моделирования систем и процессов;;</li> <li>воспроизводит основные физические факты, идеи, которые являются основой математического моделирования систем и процессов;;</li> <li>распознает физические объекты и их математические модели;;</li> <li>знает основные методы решения типовых задач</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>умеет работать со справочной литературой;;</li> <li>использует основные методы моделирования систем и процессов;;</li> <li>умеет представлять результаты своей работы;;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>владеет терминологией предметной области знания;;</li> <li>способен корректно представить знания в математической форме;;</li> </ul>

	моделирования и умеет их применять на практике;;		
--	--	--	--

## 2.2 Компетенция ПК-2

ПК-2: способностью выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знает типичные виды математических моделей одномерных и многомерных статических и динамических систем и процессов, а также методы обработки результатов измерений	Умеет использовать теоретические знания при объяснении результатов экспериментов, применять знания в области теории моделирования систем и процессов для освоения профессиональных дисциплин и решения профессиональных задач.	Владеет навыками построения моделей систем и процессов, а также оценки параметров по результатам стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий
Виды занятий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>
Используемые средства оценивания	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Тест;</li> <li>• Отчет по практике;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Тест;</li> <li>• Отчет по практике;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>• Отчет по практике;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает диапазоном</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контролирует работу,</li> </ul>

(высокий уровень)	фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости имитационных моделей систем и процессов ;	практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем в области моделирования систем и процессов;	проводит оценку, совершенствует действия по построению моделей систем и процессов;
Хорошо (базовый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Знает факты, принципы, процессы, общие понятия теории моделирования систем и процессов ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения задач моделирования систем и процессов;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспособливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем;</li> </ul>
Удовлетворительно (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Обладает базовыми общими знаниями по теории моделирования систем и процессов;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач моделирования;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Работает при прямом наблюдении руководителя;</li> </ul>

### 2.3 Компетенция ПК-20

ПК-20: способностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знает типичные виды математических моделей одномерных и многомерных статических и динамических моделей систем и процессов, методы оценки параметров моделей	Умеет использовать теоретические знания при объяснении результатов экспериментов, применять знания в области теории моделирования систем и процессов для освоения профессиональных дисциплин и решения профессиональных задач.	Владеет навыками построения моделей систем и процессов, оценки параметров по результатам измерений
Виды занятий	<ul style="list-style-type: none"> <li>Интерактивные практические занятия;</li> <li>Практические занятия;</li> <li>Лекции;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Интерактивные практические занятия;</li> <li>Практические занятия;</li> <li>Лекции;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Интерактивные практические занятия;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> </ul>
Используемые	<ul style="list-style-type: none"> <li>Контрольная работа;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Контрольная работа;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Отчет по</li> </ul>

средства оценивания	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Тест;</li> <li>• Отчет по практике;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Тест;</li> <li>• Отчет по практике;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>индивидуальному заданию;</li> <li>• Отчет по практике;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>
---------------------	--	--	--

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает фактическими и теоретическими знаниями по теории моделирования систем и процессов с пониманием границ применимости различных моделей;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем моделирования систем и процессов;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия по разработке моделей систем и процессов;</li> </ul>
Хорошо (базовый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Знает факты, принципы, процессы, общие понятия теории моделирования систем и процессов ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем теории моделирования систем и процессов;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспособливает свое поведение к обстоятельствам в решении задач моделирования систем и процессов;</li> </ul>
Удовлетворительно (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает базовыми общими знаниями;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач моделирования систем и процессов;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Работает при прямом наблюдении руководителя;</li> </ul>

### 3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

#### 3.1 Тестовые задания

– Билет №1. 1. Математическая постановка задачи планирования эксперимента. 2. Критерии устойчивости многомерных систем. Билет №2. 1. Преимущества, достоинства и недостатки математического моделирования. 2. Критерии устойчивости одномерных систем управления. Билет №3. 1. Метод максимального правдоподобия в случае измерения случайной величины (скалярный случай). 2. Какая система называется устойчивой по входу? Билет №4. 1. Непрерывно-детерминированная модель (D-схема) одноканальной системы автоматического управления. 2. Определение устойчивости системы управления по начальным данным. Приведите пример. Билет №5. 1. Линеаризация уравнений непрерывно-детерминированной модели (D-схемы) одноканальной системы автоматического управления общего вида. Достоинства и недостатки

линеаризованной модели. 2. Вывод уравнений соединений многомерных систем с обратной связью по заданным уравнениям звеньев. Билет №6. 1. Дискретно-детерминированные модели, построенные на основе теории разностных уравнений: поясните основные особенности на примере уравнений электрического колебательного контура. 2. Вывод уравнений параллельного соединения многомерных систем по заданным уравнениям звеньев. Билет №7. 1. Общее определение конечного автомата (F-схемы). 2. Вывод уравнений последовательного соединения многомерных систем по заданным уравнениям звеньев. Билет №8. 1. Общее определение и способы описания функционирования F-автомата Мили. 2. Уравнения многомерных систем управления. Стационарные и нестационарные системы. Билет №9. 1. Общее определение и способы описания функционирования F-автомата Мура. 2. Показатели качества систем управления. Билет №10. 1. Способы описания функционирования конечных автоматов. 2. Одномерные системы управления. Получение дифференциальных уравнений соединений с обратной связью по известным уравнениям звеньев. Билет №11. 1. Опишите таблицы переходов и выходов для автомата Мили. 2. Одномерные системы управления. Получение дифференциальных уравнений соединений по известным уравнениям звеньев при их параллельном соединении. Билет №12. 1. Опишите таблицы переходов и выходов для автомата Мура. 2. Одномерные системы управления. Получение дифференциальных уравнений соединений методом уравнивающих операторов на примере последовательного соединения звеньев. Билет №13. 1. Дайте общее определение вероятностного автомата (P-автомата). 2. Правила построения структурных схем по дифференциальному уравнению системы управления. Приведите пример их применения. Билет №14. 1. Одноканальная система массового обслуживания с ожиданием: общие уравнения, стационарный режим, расчет вероятности состояний в стационарном режиме. 2. Элементарные звенья, из которых состоят системы управления. Билет №15. 1. Уравнения Колмогорова для многоканальной системы массового обслуживания с ожиданием. 2. Какими уравнениями описывается нестационарная линейная система управления? Операторная форма записи уравнений нестационарной и стационарной систем управления. Билет №16. 1. Уравнения Колмогорова для многоканальной системы массового обслуживания с ожиданием и отказами. 2. Приведите классификацию систем управления по виду математической модели. Билет №17. 1. Сеть Петри, граф сети Петри, маркировка, правила изменения маркировки сети в процессе функционирования. 2. Основные задачи расчета систем управления. Билет №18. 1. Маркированная сеть Петри и правила изменения маркировки при выполнении переходов в сети Петри. 2. Классификация систем управления. Билет №19. 1. Понятие агрегативной модели, основные элементы математического описания агрегата. 2. Что представляет собой система управления? Опишите функциональную схему систем управления. Билет №20. 1. Сравнительные характеристики аналитических и имитационных моделей сложной системы. Достоинства, недостатки, условия применения. 2. Полный факторный эксперимент при трех факторах. Проверка адекватности модели. Билет №21. 1. Имитационное моделирование: понятие модельного времени, принципы « $\Delta x$ » и « $\Delta t$ ». Какие основные способы имитационного моделирования вы знаете? 2. Вычисление информационной матрицы для линейной относительно коэффициентов функции отклика модели (случай с равными дисперсиями), а также несмещенной оценки для дисперсии. Билет №22. 1. Содержание основных этапов имитационного моделирования. 2. Дайте определения дискретного и непрерывного планов эксперимента. Какие план эксперимента называются Ф-оптимальными, D-оптимальными, A-оптимальными? Билет №23. 1. Основные задачи исследования сложных систем, для решения которых применяются методы имитационного моделирования. 2. Метод максимального правдоподобия в случае косвенного измерения нескольких величин. Билет №24. 1. Классификация видов моделирования систем. 2. Теорема Гаусса-Маркова. Билет №25. 1. Общие понятия теории планирования эксперимента: регрессионные модели, матрица плана эксперимента, наилучшая линейная несмещенная оценка коэффициентов. 2. Дайте полное определение математической модели (понятие математической модели).

### 3.2 Зачёт

- Входные и выходные переменные, закон функционирования, показатель эффективности системы, определение математической модели.
- Проверки адекватности моделей, проверка гипотез.
- Типовые схемы и этапы математического моделирования, конечные и вероятностные

автоматы.

- Типовые схемы математического моделирования, сети Петри.
- Разностные уравнения.
- Уравнения Колмогорова для многоканальной системы массового обслуживания с ожиданием и отказами.
- Схема разработки математических моделей. Цели и задачи исследования математических моделей систем.
- Понятие агрегативной модели. Стандартное математическое описание агрегата.
- Аналитические, численные (конечно-разностные, конечно-элементные), и имитационные модели. Достоинства, недостатки и условия их применения аналитических и имитационных моделей.
- Планирование имитационного эксперимента. Постановка задачи планирования экспериментов.
- Регрессионные модели и их статистический анализ. Метод максимального правдоподобия.
- Оценка параметров нелинейных динамических систем методом квазилинеаризации.
- Построение аналитических моделей сложных систем по уравнениям элементарных звеньев

### **3.3 Темы индивидуальных заданий**

- Дискретно-детерминированные модели: численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений.
- Дискретно-детерминированные модели: численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка.
- Системы массового обслуживания с ожиданием
- Системы массового обслуживания с ожиданием и отказами.
- Применение метода максимального правдоподобия (метода наименьших квадратов) для построения моделей систем: исследование связи между двумя или несколькими случайными величинами.
- Непрерывно-детерминированные модели стационарных систем управления: по уравнениям элементарных звеньев, соединенных последовательно, построить и решить уравнение эквивалентной системы.
- Непрерывно-детерминированные модели стационарных систем управления: по уравнениям элементарных звеньев, соединенных параллельно, построить и решить уравнение эквивалентной системы.
- Непрерывно-детерминированные модели стационарных систем управления: по уравнениям элементарных звеньев (соединение с обратной связью) построить и решить уравнение эквивалентной системы.

### **3.4 Темы опросов на занятиях**

- Входные и выходные переменные, закон функционирования, показатель эффективности системы, определение математической модели.
- Проверки адекватности моделей, проверка гипотез.
- Типовые схемы и этапы математического моделирования, конечные и вероятностные автоматы.
- Типовые схемы математического моделирования, сети Петри.
- Разностные уравнения.
- Уравнения Колмогорова для многоканальной системы массового обслуживания с ожиданием и отказами.
- Схема разработки математических моделей. Цели и задачи исследования математических моделей систем.
- Понятие агрегативной модели. Стандартное математическое описание агрегата.
- Аналитические, численные (конечно-разностные, конечно-элементные), и



имитационные модели. Достоинства, недостатки и условия их применения аналитических и имитационных моделей.

- Планирование имитационного эксперимента. Постановка задачи планирования экспериментов.

- Регрессионные модели и их статистический анализ. Метод максимального правдоподобия.

- Оценка параметров нелинейных динамических систем методом квазилинеаризации.

- Построение аналитических моделей сложных систем по уравнениям элементарных звеньев

### **3.5 Темы контрольных работ**

- Входные и выходные переменные, закон функционирования, показатель эффективности системы, определение математической модели.

- Проверки адекватности моделей, проверка гипотез.

- Типовые схемы и этапы математического моделирования, конечные и вероятностные автоматы.

- Типовые схемы математического моделирования, сети Петри.

- Разностные уравнения.

- Уравнения Колмогорова для многоканальной системы массового обслуживания с ожиданием и отказами.

- Схема разработки математических моделей. Цели и задачи исследования математических моделей систем.

- Понятие агрегативной модели. Стандартное математическое описание агрегата.

- Аналитические, численные (конечно-разностные, конечно-элементные), и имитационные модели. Достоинства, недостатки и условия их применения аналитических и имитационных моделей.

- Планирование имитационного эксперимента. Постановка задачи планирования экспериментов.

- Регрессионные модели и их статистический анализ. Метод максимального правдоподобия.

- Оценка параметров нелинейных динамических систем методом квазилинеаризации.

- Построение аналитических моделей сложных систем по уравнениям элементарных звеньев

### **3.6 Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам**

- Типовые схемы и этапы математического моделирования, конечные и вероятностные автоматы.

- Типовые схемы математического моделирования, сети Петри.

- Разностные уравнения.

- Уравнения Колмогорова для многоканальной системы массового обслуживания с ожиданием и отказами

- Схема разработки математических моделей. Цели и задачи исследования математических моделей систем.

- Понятие агрегативной модели. Стандартное математическое описание агрегата.

- Аналитические, численные (конечно-разностные, конечно-элементные), и имитационные модели. Достоинства, недостатки и условия их применения аналитических и имитационных моделей.

- Планирование имитационного эксперимента. Постановка задачи планирования экспериментов.

- Регрессионные модели и их статистический анализ. Метод максимального правдоподобия. Оценка параметров нелинейных динамических систем методом квазилинеаризации.

- Построение аналитических моделей сложных систем по уравнениям элементарных

#### **4 Методические материалы**

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

##### **4.1. Основная литература**

1. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем: Учебник для вузов. –3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2005. – 344 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)
2. Черепанов О.И. Моделирование систем: учеб. пособие. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2010. – 148 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 25 экз.)

##### **4.2. Дополнительная литература**

1. Кобелев Н.Б. Основы имитационного моделирования экономических систем. М.: Дели, 2003г. - 336с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 12 экз.)
2. Сигорский В.П. Математический аппарат инженера. Изд. 2-е, стереотипное. – Киев: Техніка, 1977. – 768 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 4 экз.)

##### **4.3. Обязательные учебно-методические пособия**

1. Черепанов О.И. Сборник заданий к семинарским занятиям.- Томск, 2012. - 26с. [Электронный ресурс]. - <http://new.kcup.tusur.ru/library/umk-modelirovanie-sistem>
2. Черепанов О.И. Методические указания по самостоятельной работе студентов.- Томск, 2012 [Электронный ресурс]. - <http://new.kcup.tusur.ru/library/umk-modelirovanie-sistem>
3. Черепанов О.И. Идентификация и диагностика систем. Пособие и задания на вычислительный практикум для самостоятельной работы студентов. – Томск: Изд-во Томск. ун-та систем упр. и радиоэлектроники. – 2009. – 96с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 25 экз.)
4. Черепанов О.И., Черепанов Р.О. Идентификация нелинейных динамических систем методом квазилинеаризации: учеб. пособие и задания на вычислительный практикум. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2012. – 124 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 25 экз.)

##### **4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы**

1. scopus.com