

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»  
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
П. В. Сенченко  
«\_\_\_» 20\_\_ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Моделирование систем управления**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки / специальность: **27.03.04 Управление в технических системах**

Направленность (профиль) / специализация: **Управление в робототехнических системах**

Форма обучения: **заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**

Факультет: **ФДО, Факультет дистанционного обучения**

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

Курс: **4**

Семестр: **8**

Учебный план набора 2020 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	8 семестр	Всего	Единицы
1	Самостоятельная работа под руководством преподавателя	18	18	часов
2	Лабораторные работы	8	8	часов
3	Часы на контрольные работы	2	2	часов
4	Самостоятельная работа	175	175	часов
5	Всего (без экзамена)	207	207	часов
6	Подготовка и сдача экзамена	9	9	часов
7	Общая трудоемкость	216	216	часов
			6.0	З.Е.

Контрольные работы: 8 семестр - 1

Экзамен: 8 семестр

Курсовой проект / курсовая работа: 8 семестр

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Сенченко П.В.  
Должность: Проректор по УР  
Дата подписания: 18.12.2019  
Уникальный программный ключ:  
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 27.03.04 Управление в технических системах, утвержденного 20.10.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КСУП «\_\_» \_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_.

Разработчик:

ст.преподаватель каф. ТЭО

\_\_\_\_\_  
П. С. Мещеряков

Заведующий обеспечивающей каф.

КСУП

\_\_\_\_\_  
Ю. А. Шурыгин

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФДО

\_\_\_\_\_  
И. П. Черкашина

Заведующий выпускающей каф.  
КСУП

\_\_\_\_\_  
Ю. А. Шурыгин

Эксперты:

Профессор кафедры компьютерных систем в управлении и проектировании (КСУП)

\_\_\_\_\_  
В. М. Зюзков

Старший преподаватель кафедры технологий электронного обучения (ТЭО)

\_\_\_\_\_  
А. В. Гураков

## **1. Цели и задачи дисциплины**

### **1.1. Цели дисциплины**

Целью курса является:

- знакомство студентов с основными понятиями моделирования систем,
- с численными методами моделирования,
- с описанием математических моделей управления в пространстве состояний,
- с концепцией совмещенного синтеза при формировании управляющих воздействий,
- с методами аналитического конструирования оптимальных регуляторов,
- с методами формирования следящих систем адаптивного управления при неполной информации об объекте с ошибками
- развитие способности выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения изученный математический аппарат
- развитие способности проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления

### **1.2. Задачи дисциплины**

- получение понимания того, что математическое моделирование с помощью современных компьютеров является мощным, а иногда и единственным средством проектирования сложных систем;
- изучение принципов, методов моделирования, численных методов моделирования и интерпретации полученных результатов;
- изучение методов проектирования систем управления для объектов или процессов, математические модели которых заданы в пространстве состояний системой обыкновенных дифференциальных уравнений;
- получение навыков решения задач моделирования с помощью современных математических пакетов;
- развитие навыков составления научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, подготовки публикаций по результатам исследований и разработок

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

Дисциплина «Моделирование систем управления» (Б1.В.02.13) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Дискретная математика, Математическая логика и теория алгоритмов, Теория автоматического управления. Последующими дисциплинами являются: Преддипломная практика.

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОПК-2 способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат ;
- ПК-2 способностью проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления ;
- ПК-3 готовностью участвовать в составлении аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, в подготовке публикаций по результатам исследований и разработок ;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- **знать** основные понятия, принципы и методы моделирования сложных динамических систем; алгоритмы управления методами аналитического конструирования по квадратичным критериям качества; методы проектирования систем управления для объектов или процессов, матема-

тические модели которых заданы в пространстве состояний системой обыкновенных дифференциальных уравнений; что математическое моделирование с помощью современных компьютеров является мощным, а иногда и единственным средством проектирования сложных динамических систем.

– **уметь** использовать численные методы для моделирования систем управления; проектировать следящую систему адаптивного управления при неполном измерении; интерпретировать полученные результаты.

– **владеть** навыками использования численных методов моделирования и интерпретации полученных результатов; навыками программирования задач моделирования и оценки их вычислительной сложности, навыками решения задач моделирования с помощью современных математических пакетов.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		8 семестр	
Контактная работа (всего)	26		26
Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)	18		18
Лабораторные работы	8		8
Часы на контрольные работы (всего)	2		2
Самостоятельная работа (всего)	175		175
Подготовка к контрольным работам	20		20
Выполнение курсового проекта / курсовой работы	60		60
Оформление отчетов по лабораторным работам	24		24
Подготовка к лабораторным работам	8		8
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	63		63
Всего (без экзамена)	207		207
Подготовка и сдача экзамена	9		9
Общая трудоемкость, ч	216		216
Зачетные Единицы	6.0		

#### 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	СРП, ч	Лаб. раб., ч	КП/КР, ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
8 семестр						
1 Основные понятия моделирования систем.	6	0	4	20	26	ОПК-2, ПК-2, ПК-3

2 Численные методы моделирования.	6	4		52	62	ОПК-2, ПК-2, ПК-3
3 Моделирование систем управления.	6	4		103	113	ОПК-2, ПК-2, ПК-3
Итого за семестр	18	8	4	175	207	
Итого	18	8	4	175	207	

## 5.2. Содержание разделов дисциплины (самостоятельная работа под руководством преподавателя)

Содержание разделов дисциплин (самостоятельная работа под руководством преподавателя) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (самостоятельная работа под руководством преподавателя)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (самостоятельная работа под руководством преподавателя)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр			
1 Основные понятия моделирования систем.	Основные понятия моделирования систем. Модель: свойства, классификации, определения. Система: историческое развитие понятия системы, модели «черного ящика», состава и структуры системы, структурная схема, классификации, анализ и синтез систем, основные системные принципы, понятия и определения. Моделирование: определение, классификация методов представления систем, методы формализованного и неформализованного представления систем, классификация видов моделирования.	2	ОПК-2, ПК-2, ПК-3
	Математическое моделирование: Цели и задачи математического моделирования. Этапы построения, основные характеристики и классификация математических моделей, формы представления математических моделей: непрерывно-детерминированная, непрерывно-вероятностная, дискретно-детерминированная и дискретно-вероятностная. Методы упрощения математических моделей. Методы теории подобия. Использование теории подобия при физическом моделировании. Математическое подобие. Агрегативное моделирование. Основные характеристики агрегативной модели. Математическое описание процесса функционирования агрегата.	2	
	Статистическое моделирование: методы имитации на ЭВМ случайных элементов. Моделирование случайных величин. Методы Монте-Карло вычисления кратных	2	

	<p>интегралов. Имитационное моделирование. Принципы построения имитационных моделей. Организация процесса моделирования. Способы имитации. Этапы имитационного моделирования. Планирование имитационных экспериментов: стратегическое и тактическое планирование. Обработка и анализ результатов моделирования. Достоинства и недостатки имитационного моделирования</p>		
Итого	6		
2 Численные методы моделирования.	<p>Элементы теории погрешности. Методы приближения данных: интерполяция, сплайн-функции, аппроксимация методом наименьших квадратов. Численное дифференцирование и интегрирование. Методы решения нелинейных уравнений и систем. Решение задач матричной алгебры: обусловленность систем и матриц, точные и итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений, методы вычисления собственных значений и векторов матриц.</p>	6	ОПК-2, ПК-2, ПК-3
Итого	6		
3 Моделирование систем управления.	<p>Описание систем в пространстве состояний. Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов: оптимальное управление при минимизации классического квадратичного функционала, обобщенной работы и локального. Моделирование систем оптимального управления: основные понятия цифровых систем управления, алгоритмы моделирования поведения управляемого объекта и синтеза оптимального управления. Моделирование систем управления при случайных внешних воздействиях: моделирование поведения объекта при наличии внешних возмущений, описание математической модели измерительного комплекса, оценивание состояния модели фильтром Калмана, синтез управляющих воздействий по оценкам состояния. Синтез адаптивной следящей системы управления: основные понятия адаптивных систем управления, одновременное оценивание состояния и параметров модели объекта, алгоритмы синтеза адаптивного управления. Учет ограничений и запаздываний по управлению. Общая схема синтеза адаптивных систем управления. Примеры построения математических моделей.</p>	6	ОПК-2, ПК-2, ПК-3

	Итого	6	
Итого за семестр		18	

### 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
Предшествующие дисциплины			
1 Дискретная математика		+	+
2 Математическая логика и теория алгоритмов	+		
3 Теория автоматического управления	+		
Последующие дисциплины			
1 Преддипломная практика	+	+	+

### 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, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	СРП	Лаб. раб.	КП/КР	Сам. раб.	
ОПК-2	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Тест, Отчет по курсовому проекту / курсовой работе
ПК-2	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Тест, Отчет по курсовому проекту / курсовой работе
ПК-3	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Тест, Отчет по курсовому проекту / курсовой работе

### 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

### 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр			
2 Численные методы моделирования.	Элементы теории погрешности. Методы приближения данных: интерполяция, сплайн-функции, аппроксимация методом наименьших квадратов. Численное дифференцирование и интегрирование. Методы решения нелинейных уравнений и систем. Решение задач матричной алгебры: обусловленность систем и матриц, точные и итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений, методы вычисления собственных значений и векторов матриц.	4	ОПК-2, ПК-2, ПК-3
	Итого	4	
3 Моделирование систем управления.	Моделирование систем оптимального управления	4	ОПК-2, ПК-2, ПК-3
	Итого	4	
Итого за семестр		8	

### 8. Часы на контрольные работы

Часы на контрольные работы приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Часы на контрольные работы

№	Вид контрольной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр			
1	Контрольная работа с автоматизированной проверкой	2	ОПК-2, ПК-2, ПК-3

### 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, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
8 семестр				
1 Основные понятия моделирования систем.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	16	ОПК-2, ПК-2, ПК-3	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	4		
	Итого	20		
2 Численные методы моделирования.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	24	ОПК-2, ПК-2, ПК-3	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Подготовка к лабораторным работам	4		

	Оформление отчетов по лабораторным работам	12		
	Подготовка к контрольным работам	12		
	Итого	52		
3 Моделирование систем управления.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	23	ОПК-2, ПК-2, ПК-3	Контрольная работа, Отчет по курсовому проекту / курсовой работе, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Подготовка к лабораторным работам	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	12		
	Выполнение курсового проекта / курсовой работы	60		
	Подготовка к контрольным работам	4		
	Итого	103		
	Выполнение контрольной работы	2	ОПК-2, ПК-2, ПК-3	Контрольная работа
Итого за семестр		175		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		184		

## 10. Контроль самостоятельной работы (курсовый проект / курсовая работа)

Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта / курсовой работы представлены таблице 10.1.

Таблица 10.1 – Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта / курсовой работы

Наименование аудиторных занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр		
Моделирование систем управления в пространстве состояний методами аналитического конструирования по квадратичным критериям.	4	ОПК-2, ПК-2, ПК-3
Итого за семестр	4	

### 10.1. Темы курсовых проектов / курсовых работ

Примерная тематика курсовых проектов / курсовых работ:

- 1) Математическая модель прямолинейного движения судна
- 2) Математическая модель прямолинейного движения меканум-робота
- 3) Математическая модель движения судна по заданной траектории
- 4) Математическая модель вращательного движения
- 5) Математическая модель производства, хранения и сбыта товара повседневного спроса
- 6) Математическая модель движения колесного робота по заданной траектории

- 7) Моделирование систем управления в пространстве состояний методами аналитического конструирования по квадратичным критериям

## **11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся**

Рейтинговая система не используется.

## **12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **12.1. Основная литература**

1. Решетникова Г.Н. Моделирование систем [Электронный ресурс]: Учебное пособие. В 2-х частях. – Томск: ТМЦДО, 2004. – Ч.1. – 120 с. Доступна из личного кабинета студента — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 24.09.2021).
2. Решетникова Г.Н. Моделирование систем [Электронный ресурс]: Учебное пособие. В 2-х частях. – Томск: ТМЦДО, 2004. – Ч.2. – 169 с. Доступна из личного кабинета студента — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 24.09.2021).

### **12.2. Дополнительная литература**

1. Качала, В.В. Основы теории систем и системного анализа [Электронный ресурс]: учебное пособие — Москва : Горячая линия-Телеком, 2012. — 210 с. Доступ из личного кабинета студента — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5159> (дата обращения: 24.09.2021).
2. Советов, Б. Я. Моделирование систем [Электронный ресурс]: учебник для академического бакалавриата / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. — 7-е изд. — М. : Издательство Юрайт, 2019. — 343 с. Доступ из личного кабинета студента — Режим доступа: <https://urait.ru/book/modelirovaniye-sistem-425228> (дата обращения: 24.09.2021).
3. Акопов, А. С. Имитационное моделирование [Электронный ресурс]: учебник и практикум для академического бакалавриата / А. С. Акопов. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 389 с. Доступ из личного кабинета студента — Режим доступа: <https://urait.ru/book/imitacionnoe-modelirovaniye-413331> (дата обращения: 24.09.2021).

### **12.3. Учебно-методические пособия**

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

1. Решетникова Г. Н. Моделирование систем управления [Электронный ресурс]: методические указания по организации самостоятельной работы для студентов заочной формы обучения направления подготовки 27.03.04 Управление в технических системах, обучающихся с применением дистанционных образовательных технологий / / Г. Н. Решетникова. – Томск : ФДО, ТУСУР, 2018. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 24.09.2021).
2. Решетникова Г.Н. Моделирование систем управления [Электронный ресурс]: методические указания по курсовому проектированию . — Томск: ФДО, ТУСУР, 2013. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 24.09.2021).
3. Решетникова Г. Н. Моделирование систем управления : Электронный курс / Г. Н. Решетникова. – Томск : ФДО, ТУСУР, 2018. Доступ из личного кабинета студента.

#### **12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и 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. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. eLIBRARY.RU: [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)
2. ЭБС «Лань»: <https://e.lanbook.com/> (доступ из личного кабинета студента)
3. ЭБС «Юрайт»: <https://urait.ru/> (доступ из личного кабинета студента)

### **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение**

#### **13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины**

##### **13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

Кабинет для самостоятельной работы студентов

учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Коммутатор MicroTeak;
- Компьютер PENTIUM D 945 (3 шт.);
- Компьютер GELERON D 331 (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-zip (с возможностью удаленного доступа)
- Google Chrome
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows (с возможностью удаленного доступа)
- MathCAD (с возможностью удаленного доступа)
- Microsoft Windows
- OpenOffice (с возможностью удаленного доступа)

##### **13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ**

Кабинет для самостоятельной работы студентов

учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Коммутатор MicroTeak;
- Компьютер PENTIUM D 945 (3 шт.);
- Компьютер GELERON D 331 (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-zip (с возможностью удаленного доступа)
- Google Chrome
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows (с возможностью удаленного доступа)
- LibreOffice (с возможностью удаленного доступа)
- MathCAD (с возможностью удаленного доступа)
- Microsoft Windows
- OpenOffice (с возможностью удаленного доступа)

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

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

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

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеовеличителей для комфортного просмотра.

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

## **14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

### **14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации**

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

#### **14.1.1. Тестовые задания**

1. Системный анализ – это... А) методология исследования целенаправленных систем; Б) методика проведения системных исследований; В) формулирование целей системы; Г) способ изучения элементов системы.

2. Укажите различия между моделью и действительностью. А) Конечность, связанность и точность действительности; Б) Конечность, упрощенность и приближенность модели; В) Упрощенность и бесконечность модели; Г) Сложность и конечность действительности.

3. Что характеризует качественные различия модели и оригинала? А) Конечность модели; Б) Приближенность модели; В) Упрощенность модели; Г) Ограниченнность модели.

4. Что характеризует количественные различия между моделью и оригиналом?

А) Приближенность модели; Б) Упрощенность модели; В) Сложность модели; Г) Конечность модели.

5. К каким моделям относятся все языковые конструкции?

А) Реальным; Б) Идеальным; В) Статическим; Г) Динамическим.

6. Примером какого подобия является автопилот?

А) Косвенного подобия; Б) Прямого подобия; В) Условного подобия; Г) Линейного подобия.

7. Модель “черного ящика” отражает следующие свойства системы: (2 ответа)

А) Наличие составных частей; Б) Целостность; В) Совокупность всех объектов; Г) Обособленность от среды.

8. Модель состава системы описывает ...

А) входные и выходные связи; Б) элементы и подсистемы, из которых состоит система; В) связи между элементами системы; Г) взаимодействие между системой и окружающей средой.

9. Системы, моделирование которых затруднительно вследствие недостатка информации для управления, называются ...

А) большими; Б) сложными; В) недостаточными; Г) плохо организованными.

10. Укажите виды компьютерного моделирования (3 ответа):

А) аналитическое; Б) статистическое; В) математическое; Г) численное; Д) имитационное.

11. Решая прямую задачу при построении математической модели, получают ...

А) выходные данные модели; Б) характеристики модели; В) входные данные модели; Г) независимые переменные модели; Д) уравнения состояния модели.

12. Зависимость  $y = y(t)$  называется ...

А) фазовой траекторией системы; Б) фазовой плоскостью; В) выходной траекторией системы; Г) входной траекторией системы.

13. Если математическая модель не содержит случайных элементов, то имеем \_\_\_\_\_ модель.

А) целевую; Б) познавательную; В) детерминированную; Г) вероятностную; Д) динамическую.

14. При построении и исследовании непрерывно-детерминированных моделей используют

А) дифференциальные уравнения; Б) теорию стохастических дифференциальных уравнений; В) теорию массового обслуживания; Г) теория вероятностных автоматов.

15. В дискретно-детерминированных моделях время является \_\_\_\_\_ переменной.

А) статистической; Б) дискретной; В) аналоговой; Г) динамической.

16. Укажите элементы, характеризующие конечный автомат.

А) конечное состояние; Б) функция переходов; В) начальное состояние; Г) встроенный алфавит.

17. Модель гомоморфна, когда \_\_\_\_\_

А) существует сходство по форме при различии основных структур; Б) существует сходство по структуре при различии форм; В) полное подобие между различными группами элементов модели и объекта; Г) нет сходства между группами элементов модели и объекта.

18. Укажите тип абстракции: (3 ответа)

А) частная абстракция; Б) изолирующая абстракция; В) реализация; Г) обобщающая абстракция; Д) упрощающая абстракция; Е) идеализация.

19. Метод установления связи между физическими величинами называется ...

А) синтезом размерностей; Б) анализом размерностей; В) проверкой; Г) анализом физических величин.

20. Выражение производной единицы измерения через основные единицы измерения называется ...

А) анализом; Б) проверкой; В) синтезом; Г) формулой размерности.

#### 14.1.2. Экзамен

1. Ингерентность – это \_\_\_\_\_

А) состояние системы, при котором она сохраняет работоспособность в течение длительного периода времени; Б) от английского *inherent* – внутренний, собственный, накрепко связанный, существующий как неотъемлемая часть.; В) способ существования знаний; Г) не согласованность

модели со средой, в которой ей предстоит функционировать.

2. Примером какого подобия является удостоверение личности:

А) Косвенного подобия; Б) Прямого подобия; В) Условного подобия; Г) Линейного подобия.

3. Отметьте классы иерархической структуры (3 ответа)

А) страты; Б) эшелоны; В) блоки; Г) слои; Д) ряды.

4. К каким параметрам относятся координаты точек пространства и времени?

А) к второстепенным; Б) к определяющим; В) к внешним; Г) к повторяющимся.

5. Два объекта подобны, если \_\_\_\_\_ (2 ответа)

А) сходственные переменные связаны постоянными коэффициентами подобия; Б) размерности одинаковые; В) они имеют сходственные математические описания; Г) схожи по физической природе.

6. Математическое подобие – это \_\_\_\_\_

А) сходство по форме при различии основных структур; Б) полное подобие между различными группами элементов модели и объекта; В) сходство по количественным признакам, имеющим математическое выражение в виде некоторых уравнений; Г) существует сходство по структуре при различии форм.

7. Статистическое моделирование – это \_\_\_\_\_

А) вид компьютерного моделирования, для которого характерно воспроизведение на ЭВМ процесса функционирования исследуемой сложной системы; Б) вид компьютерного моделирования, использующий методы вычислительной математики; В) вид компьютерного моделирования, позволяющий получать статистические данные о процессах в моделируемой системе; Г) вид моделирования, при котором процессы функционирования элементов системы записываются в виде некоторых математических соотношений или логических условий.

8. Цель статистического моделирования состоит в оценивании с его помощью ... (укажите правильные варианты):

А) величин дисперсии; Б) нелинейности характеристик; В) величин математического ожидания; Г) наклона характеристик; Д) величин ковариации; Е) величин кривизны.

9. Моделирование БСВ основано \_\_\_\_\_

А) на аппроксимации непрерывной случайной величины дискретной случайной величиной; Б) на приближение модели случайного элемента к его оригинал; В) на итерации непрерывной случайной величины; Г) на замене дискретной случайной величины непрерывной величиной.

10. Укажите типы датчиков базовой случайной величины:

А) табличный; Б) графический; В) физический; Г) динамический; Д) программный.

11. Простейшей моделью случайного процесса является \_\_\_\_\_

А) ряд Фурье; Б) гауссовский временной ряд с трендом; В) ряд Хилла; Г) ряд Тейлора с трендом.

12. Совокупность приемов, позволяющих получать решения математических или физических задач при помощи случайных многократных испытаний – это \_\_\_\_\_

А) метод Макларена; Б) метод Монте-Карло; В) метод вычетов; Г) метод аддитивный конгруэнтный.

13. Все имитационные модели функционируют как модели \_\_\_\_\_

А) состава системы; Б) статистических систем; В) типа черного ящика; Г) структуры системы.

14. Выберите два типа целей имитационного моделирования.

А) увеличение; Б) приобретение; В) минимизация; Г) построение; Д) сохранение.

15. Чтобы обеспечить имитацию параллельных событий системы, в имитационной модели используют \_\_\_\_\_

А) системное модельное время; Б) реальное время; В) машинное время имитации; Г) собственное время.

16. Принцип «dtt» заключается в изменении ...

А) модельного времени с фиксированным шагом; Б) модельного времени в моменты наступления событий; В) машинного времени имитации после каждого цикла; Г) собственного времени после каждой итерации.

17. Способ имитации системы – это способ \_\_\_\_\_

А) изменения начального состояния системы; Б) формирования фазовой траектории системы; В) регулирования наступления событий; Г) проверки машинного времени.

18. Укажите способы имитации: (2 ответа)

А) машинный; Б) событийный; В) транзитивный; Г) процессный.

19. Агрегативное моделирование – это \_\_\_\_\_

А) вид компьютерного моделирования, для которого характерно воспроизведение на ЭВМ процесса функционирования исследуемой сложной системы; Б) вид моделирования, при котором процессы функционирования элементов системы записываются в виде некоторых математических соотношений или логических условий. В) вид компьютерного моделирования, позволяющий получать статистические данные о процессах в моделируемой системе; Г) представление сложной системы в виде конечного числа взаимосвязанных элементов, допускающих стандартное математическое описание.

20. Агрегат – это \_\_\_\_\_

А) абстрактное математическое описание моделей различного типа; Б) форма представления структур; В) метод описания статистических характеристик.

#### **14.1.3. Темы контрольных работ**

Компьютерная контрольная работа по курсу Моделирование систем управления

1. Системный анализ – это \_\_\_\_\_

А) методология исследования целенаправленных систем; Б) методика проведения системных исследований; В) формулирование целей системы; Г) способ изучения элементов системы.

2. Примером какого подобия является фотография:

А) Косвенного подобия; Б) Прямого подобия; В) Условного подобия; Г) Линейного подобия.

3. Решая обратную задачу при построении математической модели, получают \_\_\_\_\_

А) независимые переменные модели; Д) уравнения состояния модели; Б) характеристики модели; Г) выходные данные модели.

4. Зависимость  $y = y(t)$  называется \_\_\_\_\_

А) фазовой траекторией системы; Б) фазовой плоскостью; В) выходной траекторией системы; Г) входной траекторией системы.

5. Укажите классы математических моделей: (2 ответа)

А) дискретно-вероятностные; Б) непрерывно-замкнутый; В) непрерывно-детерминированный; Г) дискретно-динамические.

6. В дискретно-детерминированных моделях время является \_\_\_\_\_ переменной.

А) статистической; Б) дискретной; В) аналоговой; Г) динамической.

7. Укажите какие не бывают тип абстракции:

А) изолирующая абстракция; Б) реализация; В) обобщающая абстракция; Г) идеализация.

8. К каким параметрам относятся коэффициенты вязкости и упругости?

А) к второстепенным; Б) к определяющим; В) к внешним; Г) к повторяющимся.

9. Совокупность приемов, позволяющих получать решения математических или физических задач при помощи случайных многократных испытаний – это \_\_\_\_\_

А) метод Макларена; Б) метод Монте-Карло; В) метод вычетов; Г) метод аддитивный конгруэнтный.

10. Агрегат – это \_\_\_\_\_

А) абстрактное математическое описание моделей различного типа; Б) форма представления структур; В) метод описания статистических характеристик.

#### **14.1.4. Темы лабораторных работ**

Статистическое моделирование, (задачи 1-4).

Моделирование систем оптимального управления, (задачи 67-69).

#### **14.1.5. Темы курсовых проектов / курсовых работ**

"Моделирование систем управления"

Математические модели, используемые для выполнения курсового проекта, делятся на два вида. Первый вид – это учебные модели, заданные в виде системы обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка. Второй вид – это содержательные модели, описывающие систему управления некоторым объектом в пространстве состояний. Для каждой из моделей сформулиро-

ваны два типа заданий. Задания первого типа – проектирование системы управления при полном измерении по оценкам состояния, которые определяются с помощью фильтра Калмана; определение минимального набора измерительных датчиков, при котором сохраняется качество функционирование системы управления без изменения параметров алгоритма управления. Задания второго типа – в дополнении к заданию первого типа осуществляется проектирование системы адаптивного управления при полном измерении, где набор измерительных датчиков определен при выполнении задания первого типа, оценивание состояния и параметров модели последовательными фильтрами Калмана. Для каждого студента случайным образом задаются учебная и содержательная модели и алгоритм управления: на основе классического квадратичного функционала, функционала обобщенной работы или локального квадратичного функционала. Студенту предоставляется право выбора модели и типа задания. Этот выбор определяет получение конкретной итоговой оценки в соответствии с приведенными правилами оценивания. Студент имеет право в процессе выполнения курсового проекта выбрать другую модель (из заданных ему моделей) и другой тип задания. Преподаватель, по согласованию со студентом, может сформулировать дополнительное задание для выполнения курсового проекта. Преподаватель, по согласованию со студентом, может дать ему индивидуальное задание.

Примерные темы курсовых проектов

- 1) Математическая модель прямолинейного движения судна
- 2) Математическая модель прямолинейного движения меканум-робота
- 3) Математическая модель движения судна по заданной траектории
- 4) Математическая модель вращательного движения
- 5) Математическая модель производства, хранения и сбыта товара повседневного спроса
- 6) Математическая модель движения колесного робота по заданной траектории
- 7) Моделирование систем управления в пространстве состояний методами аналитического конструирования по квадратичным критериям

#### **14.1.6. Методические рекомендации**

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

- чтение или просмотр материала необходимо осуществлять медленно, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

- если в тексте встречаются термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

- необходимо осмысливать прочитанное и изученное, отвечать на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия в форме вебинаров. Расписание вебинаров публикуется в кабинете студента на сайте Университета. Запись вебинара публикуется в электронном курсе по дисциплине.

## **14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	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 материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов 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.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся 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 лиц с ограниченными возможностями здоровья и 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 лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.