

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



УТВЕРЖДАЮ  
 Директор департамента образования

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 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 2016 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 | Контроль самостоятельной работы                                     | 2         | 2     | часов   |
| 4 | Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа) | 4         | 4     | часов   |
| 5 | Всего контактной работы   | 32        | 32    | часов   |
| 6 | Самостоятельная работа  | 175       | 175   | часов   |
| 7 | Всего (без экзамена)  | 207       | 207   | часов   |
| 8 | Подготовка и сдача экзамена   | 9         | 9     | часов   |
| 9 | Общая трудоемкость  | 216       | 216   | часов   |
|   |   |           | 6.0   | 3.Е.    |

Контрольные работы: 8 семестр - 1

Экзамен: 8 семестр

Курсовой проект / курсовая работа: 8 семестр

Томск 2018

## 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 № \_\_\_\_\_.

Разработчики:

к.т.н., доцент каф. КСУП \_\_\_\_\_ Г. Н. Решетникова

к.т.н., доцент каф. КСУП \_\_\_\_\_ Н. Ю. Хабибулина

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:

Доцент кафедры технологий электронного обучения (ТЭО)

\_\_\_\_\_ Ю. В. Морозова

Профессор кафедры компьютерных систем в управлении и проектировании (КСУП)

\_\_\_\_\_ В. М. Зюзьков

## 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.ОД.12) 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)   | 32          | 32        |
| Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)                       | 18          | 18        |
| Лабораторные работы   | 8           | 8         |
| Контроль самостоятельной работы (КСР)   | 2           | 2         |
| Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа) (КСР (КП/КР)) | 4           | 4         |
| Самостоятельная работа (всего)  | 175         | 175       |
| Подготовка к контрольным работам  | 16          | 16        |
| 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                 | 67          | 67        |
| 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 | КСР, ч | КСР (КП/КР), ч | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|------------------------------|--------|--------------|--------|----------------|--------------|----------------------------|-------------------------|
| 8 семестр                    |        |              |        |                |              |                            |                         |

|  |    |   |   |   |     |     |                   |
|--|----|---|---|---|-----|-----|-------------------|
| 1 Основные понятия моделирования систем. | 6  | 0 | 2 | 4 | 20  | 26  | ОПК-2, ПК-2, ПК-3 |
| 2 Численные методы моделирования.        | 4  | 4 |   |   | 54  | 62  | ОПК-2, ПК-2, ПК-3 |
| 3 Моделирование систем управления.       | 8  | 4 |   |   | 101 | 113 | ОПК-2, ПК-2, ПК-3 |
| Итого за семестр                         | 18 | 8 | 2 | 4 | 175 | 207 |                   |
| Итого                                    | 18 | 8 | 2 | 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             |
|  | 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.   | 2               |                         |

|                                    |  |   |                   |
|------------------------------------|--|---|-------------------|
|                                    | <p>Моделирование случайных величин. Методы Монте-Карло вычисления кратных 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: интерполирование, 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>  | 4 | ОПК-2, ПК-2, ПК-3 |
|                                    | Итого  | 4 |                   |
| 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</p> | 8 | ОПК-2, ПК-2, ПК-3 |

|                  |   |    |  |
|------------------|---|----|--|
|                  | систем управления. Примеры построения математических моделей. |    |  |
|                  | Итого   | 8  |  |
| 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. | КСР | КСР (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.  | Статистическое моделирование, (задачи 1-4),  | 4               | ОПК-2, ПК-2             |
|                                    | Итого  | 4               |                         |
| 3 Моделирование систем управления. | Моделирование систем оптимального управления | 4               | ОПК-2, ПК-2             |
|                                    | Итого  | 4               |                         |
| Итого за семестр                   |  | 8               |                         |

## 8. Контроль самостоятельной работы

Виды контроля самостоятельной работы приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Виды контроля самостоятельной работы

| №         | Вид контроля самостоятельной работы               | Трудоемкость (час.) | Формируемые компетенции |
|-----------|---|---------------------|-------------------------|
| 8 семестр |   |                     |                         |
| 1         | Контрольная работа с автоматизированной проверкой | 2                   | ОПК-2, ПК-2, ПК-3       |
| Итого     |   | 2                   |                         |

## 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                              | Самостоятельное изуче-  | 26              | ОПК-2, ПК-2,            | Контрольная рабо-                 |



|                                    |   |     |                   |   |
|------------------------------------|---|-----|-------------------|---|
| методы моделирования.              | ние тем (вопросов) теоретической части курса                      |     | ПК-3              | та, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен   |
|                                    | Подготовка к лабораторным работам                                 | 4   |                   |   |
|                                    | Оформление отчетов по лабораторным работам                        | 12  |                   |   |
|                                    | Подготовка к контрольным работам                                  | 12  |                   |   |
|                                    | Итого   | 54  |                   |   |
| 3 Моделирование систем управления. | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 25  | ОПК-2, ПК-2, ПК-3 | 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  |                   |   |
|                                    | Итого   | 101 |                   |   |
|                                    | 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 (курсовой проект / курсовая работа)

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

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

| Вид самостоятельной работы   | 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 механум-робота
- 3) Математическая модель движения судна по заданной траектории
- 4) Математическая модель вращательного движения
- 5) Математическая модель производства, хранения и сбыта товара повседневного сп-

са

- 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: 18.09.2018).
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: 18.09.2018).

### **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: 18.09.2018).
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://biblio-online.ru/book/D1F43BE6-E912-4351-9E57-4E737E372976/modelirovanie-sistem> (дата обращения: 18.09.2018).
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://biblio-online.ru/book/17ADD5FC-11D6-4BE7-8CBD-796A6C0F46B0/imitacionnoe-modelirovanie> (дата обращения: 18.09.2018).

### **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: 18.09.2018).
2. Решетникова Г.Н. Моделирование систем управления [Электронный ресурс]: методические указания по курсовому проектированию . — Томск: ФДО, ТУСУР, 2013. Доступна из личного кабинета студента. — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 18.09.2018).
3. Решетникова Г. Н. Моделирование систем управления : Электронный курс / Г. Н. Решетникова. – Томск : ФДО, ТУСУР, 2018.

#### **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. Информационный портал eLIBRARY.RU: [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)
2. ЭБС «Лань»: [www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com) (доступ из личного кабинета студента по ссылке <http://lanbook.fdo.tusur.ru>)
3. ЭБС «Юрайт»: [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru) (доступ из личного кабинета студента по ссылке <https://biblio.fdo.tusur.ru>)
4. Сайт кафедры КСУП ТУСУР [http://www.kcup.tusur.ru/?module=mod\\_methodic](http://www.kcup.tusur.ru/?module=mod_methodic)

**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:

- Google Chrome
- Google Chrome (с возможностью удаленного доступа)
- MathCAD (с возможностью удаленного доступа)
- Microsoft Windows
- Microsoft Windows (с возможностью удаленного доступа)
- 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:

- Google Chrome
- Google Chrome (с возможностью удаленного доступа)
- LibreOffice (с возможностью удаленного доступа)

- MathCAD (с возможностью удаленного доступа)
- Microsoft Windows
- Microsoft Windows (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 видеоувеличителей 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) Ограниченность 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. Экзаменационные тесты

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 оригиналу; 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 «dt» 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; Б) уравнения состояния модели; В) 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 сформулированы 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 функционирования 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 механум-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 теле-



коммуникации.

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.