**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
«23» _____12_____ 2020 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: **очная**
Факультет: **Факультет вычислительных систем (ФВС)**
Кафедра: **Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании (КСУП)**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2021 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 7 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|
| Лекционные занятия | 36 | 36 | часов |
| Лабораторные занятия | 36 | 36 | часов |
| Курсовая работа | 18 | 18 | часов |
| Самостоятельная работа | 90 | 90 | часов |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию) | 216 | 216 | часов |
| | 6 | 6 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|---|---|
| Экзамен | 7 |
| Курсовая работа | 7 |

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 23.12.2020
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 57649

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. теоретическая и практическая подготовка студентов в области компьютерного моделирования для целей анализа объектов и систем с непрерывным, дискретным и гибридным поведением и автоматизированного решения задач их параметрической оптимизации.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Сформировать первоначальные знания, необходимые для понимания теоретических основ моделирования.
2. Обрести навыки построения и анализа моделей объектов и систем в статическом и динамическом режимах.
3. Развить у студентов умение самостоятельно углублять и развивать полученные знания в области системного анализа и компьютерного моделирования.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.02.07.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Компетенция | Индикаторы достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|---|---|
| **Универсальные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Общепрофессиональные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Профессиональные компетенции** | | |

Согласована на портале № 57649

| | | |
|---|---|---|
| ПКС-1. Способен проектировать, разрабатывать элементы и системы управления робототехническими комплексами | ПКС-1.1. Знает основные элементы и системы управления робототехническими комплексами | Знает принципы математического и имитационного моделирования систем управления, а также методы получения и исследования моделей объектов различной физической природы |
| | ПКС-1.2. Умеет проектировать, разрабатывать элементы и системы управления робототехническими комплексами | умеет ставить задачи моделирования, выбирать структуру и параметры модели, а также разрабатывать алгоритмическую и программную реализации компьютерной модели сложного динамического объекта управления; получать математические модели динамики объектов с элементами различной физической природы и оценивать их адекватность; использовать системы компьютерного моделирования и исследования сложных управляемых систем на ЭВМ. |
| | ПКС-1.3. Владеет навыками проектирования, разработки элементов и систем управления робототехническими комплексами | Владеет навыкками построения и исследования математических, имитационных и компьютерных моделей объектов и систем различной природы, включая управляемые |

## 4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 7 семестр |
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 90 | 90 |
| Лекционные занятия | 36 | 36 |
| Лабораторные занятия | 36 | 36 |
| Курсовая работа | 18 | 18 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 90 | 90 |
| Подготовка к тестированию | 34 | 34 |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 36 | 36 |
| Написание отчета по курсовой работе | 20 | 20 |
| **Подготовка и сдача экзамена** | 36 | 36 |
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 216 | 216 |
| **Общая трудоемкость (в з.е.)** | 6 | 6 |

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Согласована на портале № 57649

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

| Названия разделов (тем) дисциплины | Лек. зан., ч | Лаб. раб. | Курс. раб. | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **7 семестр** | | | | | | |
| 1 Основные понятия теории моделирования | 2 | 4 | 18 | 6 | 30 | ПКС-1 |
| 2 Математические методы моделирования | 8 | 4 | | 8 | 38 | ПКС-1 |
| 3 Схемотехническое и функционально-логичвеское моделирование технических устройств и систем | 6 | 4 | | 8 | 36 | ПКС-1 |
| 4 Статистическое и имитационное моделирование систем | 2 | 4 | | 8 | 32 | ПКС-1 |
| 5 Методы моделирования социально-экономических систем | 4 | 4 | | 8 | 34 | ПКС-1 |
| 6 Анализ чувствительности и многопараметрическая оптимизация | 4 | 4 | | 8 | 34 | ПКС-1 |
| 7 Обработка результатов моделирования | 2 | 4 | | 8 | 32 | ПКС-1 |
| 8 Типовые элементы систем управления и устройств автоматизации | 4 | 4 | | 8 | 34 | ПКС-1 |
| 9 Инструментальные средства моделирования управляемых систем | 4 | 4 | | 28 | 54 | ПКС-1 |
| Итого за семестр | 36 | 36 | 18 | 90 | 180 | |
| Итого | 36 | 36 | 18 | 90 | 180 | |

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) | Трудоемкость (лекционные занятия), ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **7 семестр** | | | |
| 1 Основные понятия теории моделирования | Классификация, задачи и цели моделирования. Математические модели систем и принципы их построения. Примеры математических моделей систем | 2 | ПКС-1 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 57649

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 Математические методы моделирования | Этапы математического моделирования. Принципы построения и основные требования к математическим моделям систем. Цели и задачи исследования математических моделей систем. Методы анализа моделей. Решение линейных алгебраических уравнений. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных. Метод конечных элементов. Решение нелинейных уравнений и систем. Методы Эйлера и Рунге - Кугга для решения дифференциальных уравнений систем в форме Коши. Метод операторных структурных схем и метод переменных состояния. | 8 | ПКС-1 |
| | Итого | 8 | |
| 3 Схемотехническое и функционально-логичвеское моделирование технических устройств и систем | Подходы и методы автоматизированного моделирования. Обобщенная модель процесса автоматизированного моделирования систем. Метод компонентных цепей. Операторно-структурные схемы и графы систем. Гибридные динамические системы и автоматы. | 6 | ПКС-1 |
| | Итого | 6 | |
| 4 Статистическое и имитационное моделирование систем | Методы имитации на ЭВМ случайных величин. Принципы моделирования случайных величин и случайных процессов. Метод Монте-Карло. Принципы имитационного моделирования и условия его применения. Этапы имитационного моделирования. Планирование имитационных экспериментов. Оценка точности и достоверности имитационных экспериментов. | 2 | ПКС-1 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 57649

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 Методы моделирования социально-экономических систем | Методы, ориентированные на события. Процессно-ориентированные подходы. Системы массового обслуживания. Методы и модели системной динамики. Модели бизнес-процессов. | 4 | ПКС-1 |
| | Итого | 4 | |
| 6 Анализ чувствительности и многопараметрическая оптимизация | Определение функций чувствительности. Многопараметрическая чувствительность. Параметрическая оптимизация систем. Методы поисковой оптимизации многоэкстремальных функций. | 4 | ПКС-1 |
| | Итого | 4 | |
| 7 Обработка результатов моделирования | Вычислительный эксперимент и блоки обработки данных | 2 | ПКС-1 |
| | Итого | 2 | |
| 8 Типовые элементы систем управления и устройств автоматизации | Элементарные компоненты для схемотехнического моделирования технических устройств и систем. Многосвязные блоки функционально-логических моделей. Типовые звенья САУ в операторно-структурных схемах. | 4 | ПКС-1 |
| | Итого | 4 | |
| 9 Инструментальные средства моделирования управляемых систем | Специализированные пакеты для математических расчетов (MathCAD, Макрокалькулятор). Универсальные системы моделирования (MatLAB, Any Logic, СМ МАРС) | 4 | ПКС-1 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 36 | |
| Итого | | 36 | |

### 5.3. Практические занятия (семинары)

Не предусмотрено учебным планом

### 5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **7 семестр** | | | |

Согласована на портале № 57649

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 Основные понятия теории моделирования | Знакомство со средой моделирования МАРС и Макрокалькулятор. Моделирование резистивной электрической цепи постоянного и переменного тока. | 4 | ПКС-1 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Математические методы моделирования | Формирование и решение системы уравнений методом узловых потенциалов. Решение дифференциального уравнения методом Эйлера и методом трапеций. | 4 | ПКС-1 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Схемотехническое и функционально-логичвеское моделирование технических устройств и систем | Исследование временных диаграмм. Построение математической модели маятника. Исследование частотных характеристик типовых звеньев САУ. Анализ нелинейных цепе | 4 | ПКС-1 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Статистическое и имитационное моделирование систем | Параметрическая надежность электросхемы. Моделирование природоохранных мероприятий | 4 | ПКС-1 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Методы моделирования социально-экономических систем | Модель работы операционного зала в банке. Моделирование процесса уборки снега с городских улиц. | 4 | ПКС-1 |
| | Итого | 4 | |
| 6 Анализ чувствительности и многопараметрическая оптимизация | Анализ чувствительности в цепях с одним и двумя накопителями энергии, находящихся в переходном процессе. Параметрическая оптимизация процессов осушки газа в абсорбере. | 4 | ПКС-1 |
| | Итого | 4 | |
| 7 Обработка результатов моделирования | Изучение работы с виртуальными приборами прямых измерений и генераторов колебаний. Применение блоков обработки данных в рамках автоматизированного эксперимента. | 4 | ПКС-1 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 57649

| | | | |
|---|---|---|---|
| 8 Типовые элементы систем управления и устройств автоматизации | Изучение состава и работы библиотеки моделей аналоговых, дискретных и измерительных компонентов | 4 | ПКС-1 |
| | Итого | 4 | |
| 9 Инструментальные средства моделирования управляемых систем | Специализированные пакеты для математических расчетов (MathCAD, Макрокалькулятор). Универсальные системы моделирования (MatLAB, МАРС) | 4 | ПКС-1 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 36 | |
| Итого | | 36 | |

### 5.5. Курсовая работа

Содержание, трудоемкость контактной аудиторной работы и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы представлены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Содержание контактной аудиторной работы и ее трудоемкость

| Содержание контактной аудиторной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|
| **7 семестр** | | |
| Выбор объектоа исследования; формирование технического задания; создание модели исследуемого объекта; моделирование объекта исследования во временной области; моделирование объекта исследования в частотной области; анализ устойчивости и переходных процессов; синтез регулятора в соответствии с заданными критериями качества | 18 | ПКС-1 |
| Итого за семестр | 18 | |
| Итого | 18 | |

Примерная тематика курсовых работ:

1. Исследование гидравлического привода
2. Система охлаждения двигателя автомобиля
3. Исследование электропривода с электромашинным усилителем
4. Система управления угловым положением искусственного спутника Земли
5. Система автоматического регулирования температуры

### 5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов (тем) дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| **7 семестр** | | | | |

Согласована на портале № 57649

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 Основные понятия теории моделирования | Подготовка к тестированию | 2 | ПКС-1 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 4 | ПКС-1 | Лабораторная работа |
| | Итого | 6 | | |
| 2 Математические методы моделирования | Подготовка к тестированию | 4 | ПКС-1 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 4 | ПКС-1 | Лабораторная работа |
| | Итого | 8 | | |
| 3 Схемотехническое и функционально-логичвеское моделирование технических устройств и систем | Подготовка к тестированию | 4 | ПКС-1 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 4 | ПКС-1 | Лабораторная работа |
| | Итого | 8 | | |
| 4 Статистическое и имитационное моделирование систем | Подготовка к тестированию | 4 | ПКС-1 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 4 | ПКС-1 | Лабораторная работа |
| | Итого | 8 | | |
| 5 Методы моделирования социально-экономических систем | Подготовка к тестированию | 4 | ПКС-1 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 4 | ПКС-1 | Лабораторная работа |
| | Итого | 8 | | |
| 6 Анализ чувствительности и многопараметрическая оптимизация | Подготовка к тестированию | 4 | ПКС-1 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 4 | ПКС-1 | Лабораторная работа |
| | Итого | 8 | | |
| 7 Обработка результатов моделирования | Подготовка к тестированию | 4 | ПКС-1 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 4 | ПКС-1 | Лабораторная работа |
| | Итого | 8 | | |

Согласована на портале № 57649

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 8 Типовые элементы систем управления и устройств автоматизации | Подготовка к тестированию | 4 | ПКС-1 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 4 | ПКС-1 | Лабораторная работа |
| | Итого | 8 | | |
| 9 Инструментальные средства моделирования управляемых систем | Подготовка к тестированию | 4 | ПКС-1 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 4 | ПКС-1 | Лабораторная работа |
| | Написание отчета по курсовой работе | 20 | ПКС-1 | Курсовая работа, Отчет по курсовой работе |
| | Итого | 28 | | |
| Итого за семестр | | 90 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 126 | | |

### 5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| | Лек. зан. | Лаб. раб. | Курс. раб. | Сам. раб. | |
| ПКС-1 | + | + | + | + | Отчет по курсовой работе, Курсовая работа, Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен |

## 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

| Формы контроля | 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 |
|---|---|---|---|---|
| **7 семестр** | | | | |
| Лабораторная работа | 15 | 20 | 15 | 50 |
| Тестирование | 5 | 5 | 10 | 20 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Итого максимум за период | 20 | 25 | 25 | 100 |

Согласована на портале № 57649

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Нарастающим итогом | 20 | 45 | 70 | 100 |

Балльные оценки для курсовой работы представлены в таблице 6.1.1.

Таблица 6.1.1 – Балльные оценки для курсовой работы

| Формы контроля | 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 |
|---|---|---|---|---|
| **7 семестр** | | | | |
| Отчет по курсовой работе | 25 | 25 | 50 | 100 |
| Итого максимум за период | 25 | 25 | 50 | 100 |
| Нарастающим итогом | 25 | 50 | 100 | 100 |

### 6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

| Баллы на дату текущего контроля | Оценка |
|---|---|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 3 |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 2 |

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

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка | 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 | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Компьютерное моделирование систем: Курс лекций / В. М. Дмитриев, Т. В. Ганджа, Т. Е. Григорьева - 2020. 260 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9294.

### 7.2. Дополнительная литература

Согласована на портале № 57649

1. СВИП - система виртуальных инструментов и приборов [Текст]: монография / В. М. Дмитриев [и др.]; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск), Кафедра моделирования и системного анализа, Научная группа "РЕВИКОМ". - Томск: В-Спектр, 2014. - 216 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 86 экз.).

2. Моделирование систем: Учебное пособие (Часть 1) / Н. Ю. Салмина - 2013. 118 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5198.

3. Решетникова Г.Н. Моделирование систем: Учебное пособие для вузов / Г. Н. Решетникова; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2005. - 260 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.).

4. Математическое моделирование процессов и технологических систем : учебное пособие / А. В. Шафрай, Д. М. Бородулин, И. А. Бакин, С. С. Комаров. — Кемерово : КемГУ, 2020. — 119 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/162603.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Моделирование систем: Методические указания по лабораторным работам / В. М. Дмитриев, Т. Е. Григорьева - 2015. 37 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5066.

2. Моделирование систем: Методические указания по самостоятельной работе / В. М. Дмитриев - 2015. 17 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5065.

#### 7.3.2. 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.

### 7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

## 8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

### 8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

### 8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Вычислительная лаборатория / Компьютерная лаборатория системного анализа: учебная

Согласована на портале № 57649

аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 308 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Google Chrome;
- Среда моделирования МАРС;

### 8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для курсовой работы

Вычислительная лаборатория / Компьютерная лаборатория системного анализа: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 308 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Google Chrome;
- Среда моделирования МАРС;

### 8.4. 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.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

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

### 8.5. 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,

Согласована на портале № 57649

аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** 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.

## 9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

| Названия разделов (тем) дисциплины | Формируемые компетенции | Формы контроля | Оценочные материалы (ОМ) |
|---|---|---|---|
| 1 Основные понятия теории моделирования | ПКС-1 | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 2 Математические методы моделирования | ПКС-1 | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 3 Схемотехническое и функционально-логичвеское моделирование технических устройств и систем | ПКС-1 | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 4 Статистическое и имитационное моделирование систем | ПКС-1 | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 5 Методы моделирования социально-экономических систем | ПКС-1 | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |

Согласована на портале № 57649

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6 Анализ чувствительности и многопараметрическая оптимизация | ПКС-1 | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 7 Обработка результатов моделирования | ПКС-1 | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 8 Типовые элементы систем управления и устройств автоматизации | ПКС-1 | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 9 Инструментальные средства моделирования управляемых систем | ПКС-1 | Отчет по курсовой работе | Примерный перечень тематик курсовых работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

| Оценка | Баллы за ОМ | Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения | | |
|---|---|---|---|---|
| | | знать | уметь | владеть |
| 2 (неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов | отсутствие знаний или фрагментарные знания | отсутствие умений или частично освоенное умение | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков |
| 3 (удовлетворительно) | от 60% до 69% от максимальной суммы баллов | общие, но не структурированные знания | в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение | в целом успешное, но не систематическое применение навыков |

Согласована на портале № 57649

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 4 (хорошо) | от 70% до 89% от максимальной суммы баллов | сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков |
| 5 (отлично) | ≥ 90% от максимальной суммы баллов | сформированные систематические знания | сформированное умение | успешное и систематическое применение навыков |

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

| Оценка | Формулировка требований к степени компетенции |
|---|---|
| 2 (неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале<br>или<br>Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения. |
| 3 (удовлетворительно) | Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях. |
| 4 (хорошо) | Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения. |
| 5 (отлично) | Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины. |

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Что такое структура системы?
   а.состав элементов и связей между ними
   б.параметры элементов
   в.система связей
2. Что заставляет нас пользоваться моделями?
   а.любопытство
   б.желание экономить
   в.исследование свойств объекта
3. Что такое моделирование?
   а.установление какого-либо сходства объектов
   б.получение информации о важнейших свойствах объекта-оригинала с помощью объекта-модели
   в.измерение параметров объекта
4. Подобие – это
   а.полная математическая аналогия при наличии пропорциональности между

Согласована на портале № 57649

сходственными переменными
б.суждение о каком-либо частном сходстве двух объектов
в.оценка похожести

5. Какие функции выполняют модели в различных видах деятельности?
   а.исследование свойств объекта
   б.прогноз его поведения
   в.оба вместе
6. Какие свойства отражает понятие «структурная модель»?
   а.функциональные свойства
   б.событийное поведение объекта
   в.структурные свойства объекта
7. Что такое формализация процесса функционирования системы?
   а.«познает» систему и строит ее формальное описание
   б.определяет ее возможности
   в.уточняет поставленные цели и задачи
8. Чем имитационные модели отличаются от математических?
   а.в первых – алгоритмы, во вторых уравнения
   б.во вторых – имитация
   в.в третьих - аналитика
9. Какой из перечисленных методов относится к исследованию математических моделей систем?
   а.метод Горнера
   б.метод хорд
   в.метод переменных сотояния
10. Назовите, какой из элементов - типовой элемент операторно-структурных схем?
    а.сумматор
    б.триод
    в.диод
11. Какой из методов применяется для моделирования систем массового обслуживания?
    а.динамические модели в форме операторных структурных схем (ОСС)
    б. метод переменных состояния
    в.модели системной динамики
    г.сети Петри
12. Какие системы получили название «гибридные динамические системы»?
    а.событийно-управляемые системы
    б. комбинационные системы
    в. физически неоднородные
    г. связанные системы
13. Назовите, что характеризует отличие цифровых от аналого- цифровых устройств.
    а. разные параметры
    б. логические уравнения и дифференциальные уравнения их моделей
    в. вещественные и мнимые переменные в связях
14. Чем управляет «карта состояний»?
    а. значениями коэффициентов правой части дифуравнений
    б. переменными состояния
    в. входными переменными
15. Что такое система?
    а.структурированные объекты, созданные с известной целью
    б. связанный набор элементов
    в. сборка из компонентов и блоков
16. Что такое декомпозиция в системах?
    а. выделение блоков
    б. разделение целого на независимые друг от друга части
    в. отделение компонентов от блоков
17. Что такое подсистемы?
    а. выделенная часть системы, обладающая свойствами системы и подцелью
    б. простая группа элементов

Согласована на портале № 57649

в. структура, выделенная из объекта, для которой не сформулирована подцель

18. Выберите поведение системы, отражающее понятие устойчивость.
    а. устоять от ветра
    б. не падать от удара
    в. способность системы возвращаться в состояние равновесия после внешнего воздействия
19. 19. Чем жесткие системы отличаются от обычных?
    а. большой устойчивостью
    б. большим разбросом постоянных времени
    в. слабой управляемостью
20. Метод структурных преобразований на операторных структурных схемах относится к методам:
    а. сокращения размерностей
    б. методам идентификации
    в. поиска экстремума

### 9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Что такое модель?
2. Перечислите основные функции и требования к моделям.
3. Перечислите типовые группы моделей, которые могут быть положены в основу классификации.
4. Перечислите основные этапы компьютерного моделирования.
5. Назовите отличительные особенности системы как объекта.
6. Приведите основные принципы системного подхода.
7. Назовите основные подсистемы СТУС.

### 9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты курсовой работы

1. Как по переходной характеристике установить устойчивость системы?
2. Какая характеристика используется для определения запаса устойчивости по амплитуде?
3. Какая характеристика используется для определения запаса устойчивости по фазе?
4. По какой формуле определяется передаточная функция замкнутой системы управления с единичной отрицательной обратной связью?
5. Какова передаточная функция ПИД-регулятора?

### 9.1.4. Примерный перечень тематик курсовых работ

1. Исследование гидравлического привода
2. Система охлаждения двигателя автомобиля
3. Исследование электропривода с электромашинным усилителем
4. Система управления угловым положением искусственного спутника Земли
5. Система автоматического регулирования температуры

### 9.1.5. Темы лабораторных работ

1. Знакомство со средой моделирования MAPC и Макрокалькулятор. Моделирование резистивной электрической цепи постоянного и переменного тока.
2. Формирование и решение системы уравнений методом узловых потенциалов. Решение дифференциального уравнения методом Эйлера и методом трапеций.
3. Исследование временных диаграмм. Построение математической модели маятника. Исследование частотных характеристик типовых звеньев САУ. Анализ нелинейных цепе
4. Параметрическая надежность электросхемы. Моделирование природоохранных мероприятий
5. Модель работы операционного зала в банке. Моделирование процесса уборки снега с городских улиц.
6. Анализ чувствительности в цепях с одним и двумя накопителями энергии, находящихся в переходном процессе. Параметрическая оптимизация процессов осушки газа в абсорбере.
7. Изучение работы с виртуальными приборами прямых измерений и генераторов колебаний. Применение блоков обработки данных в рамках автоматизированного

Согласована на портале № 57649

эксперимента.

8. Изучение состава и работы библиотеки моделей аналоговых, дискретных и измерительных компонентов
9. Специализированные пакеты для математических расчетов (MathCAD, Макрокалькулятор). Универсальные системы моделирования (MatLAB, МАРС)

### 9.2. 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 осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

### 9.3. 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 9.2.

Таблица 9.2 – 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 |

Согласована на портале № 57649

| | | |
|---|---|---|
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы | Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### 9.4. 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.

Согласована на портале № 57649

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КСУП
протокол № 2 от «29» 10 2020 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. КСУП | Ю.А. Шурыгин | Согласовано, 86bee96a-108e-4833-aead-5229de651610 |
| Заведующий обеспечивающей каф. КСУП | Ю.А. Шурыгин | Согласовано, 86bee96a-108e-4833-aead-5229de651610 |
| Начальник учебного управления | Е.В. Саврук | Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. КСУП | Т.Е. Григорьева | Согласовано, d848614c-1d2f-4e32-b86c-1029abc0b2d5 |
| Доцент, каф. КСУП | Н.Ю. Хабибулина | Согласовано, 127794aa-ac54-4444-9122-130bd40d9285 |

**РАЗРАБОТАНО:**

| | | |
|---|---|---|
| Профессор, каф. КСУП | Т.В. Ганджа | Разработано, 4a99434c-5467-4c15-a8e0-0430f99c24a8 |

Согласована на портале № 57649