Подписано электронной подписью:
Вержицкий Данил Григорьевич
Должность: Директор КГПИ КемГУ
Дата и время: 2025-04-23 00:00:00
471086fad29a3b30e244c728abc3661ab35c9d50210dcf0e75e03a5b6fdf6436

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Кузбасский гуманитарно-педагогический институт
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Кемеровский государственный университет»

Факультет информатики, математики и экономики

УТВЕРЖДАЮ

Декан А.В. Фомина
«09» февраля 2023 г.

# Рабочая программа дисциплины

## К.М.04.07 Моделирование систем

Направление подготовки
**09.03.01 Информатика и вычислительная техника**

Направленность (профиль) подготовки
**«Автоматизированные системы обработки информации и управления»**

Программа бакалавриата

Квалификация выпускника
бакалавр

Форма обучения
Очная

Год набора 2022

Новокузнецк 2023

# Оглавление

1 Цель дисциплины. ..... 3
1.1 Формируемые компетенции ..... 3
1.2 Индикаторы достижения компетенций ..... 3
1.3 Знания, умения, навыки (ЗУВ) по дисциплине ..... 4
2 Объём и трудоёмкость дисциплины по видам учебных занятий. Формы промежуточной аттестации. ..... 5
3. Учебно-тематический план и содержание дисциплины. ..... 5
3.1 Учебно-тематический план ..... 5
3.2. Содержание занятий по видам учебной работы ..... 6
4 Порядок оценивания успеваемости и сформированности компетенций обучающегося в текущей и промежуточной аттестации. ..... 9
5 Материально-техническое, программное и учебно-методическое обеспечение дисциплины. 11
5.1 Учебная литература ..... 11
5.2 Программное и информационное обеспечение освоения дисциплины. ..... 11
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине ..... 12
6.1. Примерные темы письменных учебных работ ..... 12
6.2. Примерные вопросы и задания / задачи для промежуточной аттестации ..... 15

## 1 Цель дисциплины.

В результате освоения данной дисциплины у обучающегося должны быть сформированы компетенции основной профессиональной образовательной программы бакалавриата(далее - ОПОП): ОПК–1.

Содержание компетенций как планируемых результатов обучения по дисциплине см. таблицы 1.1, 1.2 и 1.3.

### 1.1 Формируемые компетенции

Таблица 1.1 - Формируемые дисциплиной компетенции

| Наименование вида компетенции | Наименование категории (группы) компетенций | Код и название компетенции |
|---|---|---|
| Общепрофессиональная | | ОПК-1Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности |

### 1.2 Индикаторы достижения компетенций

Таблица 1.2 – Индикаторы достижения компетенций, формируемые дисциплиной

| Код и название компетенции | Индикаторы достижения компетенции по ОПОП | Дисциплины и практики, формирующие компетенцию ОПОП |
|---|---|---|
| ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности | ОПК-1.1. Решает конкретные задачи из области своей профессиональной деятельности с использованием физических законов, высшей математики, теории вероятностей и математической статистики, дискретной математики, положений общетехнических дисциплин.<br>ОПК-1.2. Выбирает и применяет математические методы, теоретические и экспериментальные методы физических исследований и методы моделирования, необходимые для решения поставленных задач.<br>ОПК-1.3. Разрабатывает и преобразует математические модели явлений, процессов и систем с целью их эффективной программно-аппаратной реализации и | К.М.04 Математические и общетехнические основы профессиональной деятельности<br>К.М.04.01 Дискретная математика<br>К.М.04.02 Теория вероятностей и математическая статистика<br>К.М.04.03 Физика<br>К.М.04.04 Информатика<br>К.М.04.05 Математика<br>К.М.04.06 Инженерная и компьютерная графика<br>К.М.04.07 Электротехника, электроника и схемотехника<br>К.М.04.08 Моделирование систем<br>К.М.04.09 Выравнивающий курс информатики<br>К.М.05 Современные информационные технологии и информационные системы<br>К.М.05.01 Информационные технологии<br>К.М.06 Обеспечение проектной деятельности<br>К.М.06.01 Метрология, стандартизация и сертификация<br>К.М.08 Практики<br>К.М.08.01(П) Технологическая |

| Код и название компетенции | Индикаторы достижения компетенции по ОПОП | Дисциплины и практики, формирующие компетенцию ОПОП |
|---|---|---|
| | применения в научных исследованиях, проектной деятельности, управлении технологическими, социальными системами. | (проектно-технологическая) практика К.М.09 Государственная итоговая аттестация К.М.09.01(Д) Выполнение и защита выпускной квалификационной работы |

## 1.3 Знания, умения, навыки (ЗУВ) по дисциплине

Таблица 1.3 – Знания, умения, навыки, формируемые дисциплиной

| Код и название компетенции | Индикаторы достижения компетенции, закрепленные за дисциплиной | Знания, умения, навыки (ЗУВ), формируемые дисциплиной |
|---|---|---|
| ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности | ОПК-1.2. Выбирает и применяет математические методы, теоретические и экспериментальные методы физических исследований и методы моделирования, необходимые для решения поставленных задач.<br>ОПК-1.3. Разрабатывает и преобразует математические модели явлений, процессов и систем с целью их эффективной программно-аппаратной реализации и применения в научных исследованиях, проектной деятельности, управлении технологическими, социальными системами. | Знать:<br>– основные понятия теории моделирования сложных систем;<br>– классификацию видов моделирования; имитационные модели систем; математические схемы моделирования систем;<br>– формализация и алгоритмизация процессов функционирования систем;<br>– концептуальные модели систем;<br>– принципы построения моделирующих алгоритмов;<br>– оценка точности и достоверности результатов моделирования;<br>– языки и системы моделирования.<br>Уметь:<br>– выбирать и применять методы моделирования вычислительных и информационных процессов, связанных с функционированием объектов профессиональной деятельности;<br>– выбирать и применять математические модели в научных исследованиях, проектно-конструкторской деятельности, управлении технологическими, экономическими, социальными системами;<br>– выбирать и преобразовывать математические модели явлений, процессов и систем с целью их эффективной программно-аппаратной реализации и их исследования средствами ВТ;<br>– анализировать и интерпретировать результаты моделирования систем.<br>Владеть:<br>– методами создания математических моделей процессов и объектов в |

| Код и название компетенции | Индикаторы достижения компетенции, закрепленные за дисциплиной | Знания, умения, навыки (ЗУВ), формируемые дисциплиной |
|---|---|---|
| | | научных исследованиях, проектно-конструкторской деятельности, управлении технологическими, экономическими, социальными системами |

## 2 Объём и трудоёмкость дисциплины по видам учебных занятий. Формы промежуточной аттестации.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины по видам учебных занятий

| Общая трудоемкость и виды учебной работы по дисциплине, проводимые в разных формах | Объём часовпо формам обучения | | |
|---|---|---|---|
| | ОФО | ОЗФО | ЗФО |
| 1 Общая трудоемкость дисциплины | **180** | | |
| 2 Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего) | 35 | | |
| Аудиторная работа (всего): | 32 | | |
| в том числе: | | | |
| лекции | 14 | | |
| практические занятия, семинары | 18 | | |
| практикумы | | | |
| лабораторные работы | | | |
| в интерактивной форме | | | |
| в электронной форме | | | |
| Внеаудиторная работа (всего): | | | |
| в том числе, индивидуальная работа обучающихся с преподавателем | | | |
| подготовка курсовой работы/контактная работа | 3 | | |
| групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую или индивидуальную работу обучающихся с преподавателем) | | | |
| творческая работа (эссе) | | | |
| 3 Самостоятельная работа обучающихся (всего) | 73 | | |
| 4 Промежуточная аттестацияобучающегося– экзамен | 36 | | |
| Итого по дисциплине | 144час. | | |

## 3. Учебно-тематический план и содержание дисциплины.

## 3.1 Учебно-тематический план

Таблица 3.1 - Учебно-тематический план

| № п/п | **Разделы и темы дисциплины по занятиям** | **Общая трудоёмкость** ***(всего час.)*** | **Трудоемкость занятий (час.)** | | | | **Формы текущего контроля и промежуточной аттестации успеваемости** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | **ОФО** | | | | |
| | | | **Аудиторные занятия** | | | **СРС** | |
| | | всего | лекции | Лаб. | Практ. | | |
| 1 | Введение | 12 | 1 | | 2 | 9 | Устный опрос, проверка выполнения инд. |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | зад. |
| 2 | Тема 1 Основные понятия теории моделирования сложных систем. Классификация видов моделирования. Имитационные модели систем | 12 | 1 | | 2 | 9 | Устный опрос, проверка выполнения инд. зад. |
| 3-4 | Тема 2 Математические схемы моделирования систем | 12 | 1 | | 2 | 9 | Устный опрос, проверка выполнения инд. зад. |
| 5 | Тема 3 Концептуальные модели систем | 12 | 1 | | 2 | 9 | Устный опрос, проверка выполнения инд. зад. |
| 6 | Тема 4 Планирование имитационных экспериментов с моделями систем | 12 | 2 | | 2 | 8 | Устный опрос, проверка выполнения инд. зад. |
| 7 | Тема 5 Формализация и алгоритмизация процессов функционирования систем. Принципы построения моделирующих алгоритмов | 12 | 2 | | 2 | 8 | Устный опрос, проверка выполнения инд. зад. |
| 8 | Тема 6 Статистическое моделирование систем на ЭВМ. Оценка точности и достоверности результатов моделирования Анализ и интерпретация результатов моделирования систем на ЭВМ | 12 | 2 | | 2 | 8 | Устный опрос, проверка выполнения инд. зад. |
| 9 | Тема 7 Инструментальные средства реализации моделей Языки и системы моделирования | 12 | 2 | | 2 | 8 | Устный опрос, проверка выполнения инд. зад. |
| 10 | Тема 8 Моделирование при исследовании и проектировании АСОИУ Перспективы развития машинного моделирования сложных систем | 9 | 2 | | 2 | 5 | Устный опрос, проверка выполнения инд. зад. |
| | Курсовая работа | 3 | | | | 0 | |
| | Промежуточнаяаттестация - экзамен | 36 | | | | 0 | Устный опрос, проверка выполнения инд. зад. |
| | **Итого** | 144 | 14 | 0 | 18 | 73 | |

## 3.2. Содержание занятий по видам учебной работы

*Содержаниелекционныхзанятий*

| № | Наименованиеразделадисциплины | Содержаниеразделадисциплины |
|---|---|---|
| 1 | Введение | Моделирование как метод научного познания и практической деятельности. Использование моделирования при исследовании, проектировании и в процессе функционирования сложных систем. Моделирование и информационные технологии. |
| 2 | Тема 1 Основные понятия теории | Моделирование как метод исследования сложных систем. Понятие сложной системы, ее характеристики. |

| | | |
|---|---|---|
| | моделирования сложных систем. Классификация видов моделирования. Имитационные модели систем | Принципы моделирования сложных систем. Функции, выполняемые моделями сложных систем.<br>Общая классификация методов моделирования. Полное, неполное, приближенное моделирование. Натурное, физическое и математическое моделирование; их разновидности. Комбинированные виды моделирования. Общая характеристика, предпосылки и ограничения применения.<br>Общие методы математического моделирования систем:аксиоматические, статистические, оптимизационные; имитационное моделирование. Область применения и классификация имитационных моделей.Имитационное моделирование как информационная технология: функциональные и обеспечивающие подсистемы ИМ. |
| 3 | Тема 2 Математические схемы моделирования систем | Основные подходы к построению математических моделей систем. Понятие математической схемы системы или ее элементов. Классификация систем по типу поведения.Математические схемы моделирования систем: непрерывно-детерминированные модели; дискретно-детерминированные модели; дискретно-стохастические модели; непрерывно-стохастические модели; обобщенные модели (D-, F-, P-, Q- и A – схемы). |
| 4 | Тема 3 Концептуальные модели систем | Методика разработки концептуальной модели системы. Понятие концептуальной модели и ее логическая структура. Описание поведения динамических систем. Построение концептуальной модели: выбор цели моделирования; определение типа системы, описание рабочей нагрузки, декомпозиция системы; принятие решения о способах обработки и представления результатов исследования.<br>Техника построения концептуальной модели сложной системы (на примере системы управления) |
| 5 | Тема 4 Планирование имитационных экспериментов с моделями систем | Планирование имитационных экспериментов с моделями систем. Методы планирования экспериментов. Стратегическое и тактическое планирование модельных экспериментов.<br>Планирование и реализация промышленных (активных и пассивных) экспериментов в задачах идентификации и моделирования. |
| 6 | Тема 5 Формализация и алгоритмизация процессов функционирования систем. Принципы построения моделирующих алгоритмов | Функционально-алгоритмическая структура имитационной модели. Методика формализации концептуальной модели. Понятие динамического объекта, виды и характеристика математических моделей динамических объектов. Получение формальных описаний: методы идентификации в заданных классах типовых математических моделей<br>Принципы построения моделирующих алгоритмов: по времени, по состояниям, комбинированный принцип. Алгоритмизация параллельных процессов. Управление модельным временем.<br>Проверка адекватности модели. Проверка устойчивости и чувствительности модели. Калибровка модели. |
| 7 | Тема 6 Статистическое моделирование | Организация статистического моделирование систем на ЭВМ. Моделирование случайных воздействий. Псевдослучайные числа и процедуры их машинной |

| | | |
|---|---|---|
| | систем на ЭВМ. Оценка точности и достоверности результатов моделирования Анализ и интерпретация результатов моделирования систем на ЭВМ | реализации. Проверка качества последовательности псевдослучайных чисел. Построение моделей случайных воздействий по данным функционирования систем. Оценка точности и достоверности результатов моделирования. Особенности фиксации и статистической обработки результатов моделирования на ЭВМ. Анализ и интерпретация результатов моделирования на ЭВМ. Источники и методы понижения дисперсии результатов опытов. Принцип воспроизводимости результата Ю.И.Алимова. |
| 8 | Тема 7 Инструментальные средства реализации моделей. Языки и системы моделирования | Основы систематизации языков имитационного моделирования. Сравнительный анализ языков имитационного моделирования. ППП моделирования систем: MatLab, GPSS-World. Базы данных моделирования. Гибридные вычислительные комплексы. |
| 9 | Тема 8 Моделирование при исследовании и проектировании автоматизированных систем обработки информации и управления (АСОИУ) Перспективы развития машинного моделирования сложных систем | Задачи и общие принципы построения и реализации моделей систем на этапах ЖЦ АСОИУ. Моделирование при разработке обеспечивающих и функциональных подсистем АСОИУ. Особенности моделирования АСОИУ в реальном времени. Моделирование при разработке распределенных ИС и АСУ. Системы управления с моделью объекта. Перспективы развития машинного моделирования сложных систем. Общие принципы построения и реализации автоматизированных систем научных исследований в составе АСОИУ. СППР на базе ИМ. Игровое имитационное моделирование. Ситуационное моделирование сложных систем. |

*Содержаниелабораторныхзанятий*

| № | Наименованиеразделадисциплины | Содержаниеразделаисциплины |
|---|---|---|
| 1 | Статистического моделирования алгоритмов сглаживания временных рядов данных | 1. Изучение постановки задачи моделирования<br>2. Разработка моделирующего алгоритма<br>3. Разработка и отладка программы реализации моделирующего алгоритма<br>4. Прогон алгоритма на различных выборках данных<br>5. Анализ полученных результатов<br>6. Оформление документации (отчета) |
| 2 | Идентификации объектов по данным нормальной эксплуатации действующих систем управления | 1. Изучение постановки задачи моделирования<br>2. Разработка моделирующего алгоритма<br>3. Разработка и отладка программы реализации моделирующего алгоритма<br>4. Прогон алгоритма на различных выборках данных<br>5. Анализ полученных результатов<br>6. Оформление документации (отчета) |
| 3 | Поиска оптимальных настроек системы регулирования с обратной связью | 1. Изучение постановки задачи моделирования<br>2. Разработка моделирующего алгоритма<br>3. Разработка и отладка программы реализации моделирующего алгоритма<br>4. Прогон алгоритма на различных выборках данных<br>5. Анализ полученных результатов |

| | | |
|---|---|---|
| | | 6. Оформление документации (отчета) |
| | Оценки эффективности и качества действующих и проектируемых систем управления | 1. Изучение постановки задачи моделирования<br>2. Разработка моделирующего алгоритма<br>3. Разработка и отладка программы реализации моделирующего алгоритма<br>4. Прогон алгоритма на различных выборках данных<br>5. Анализ полученных результатов<br>6. Оформление документации (отчета) |
| | Моделирования систем массового обслуживания | 1. Изучение постановки задачи моделирования<br>2. Разработка моделирующего алгоритма<br>3. Разработка и отладка программы реализации моделирующего алгоритма<br>4. Прогон алгоритма на различных выборках данных<br>5. Анализ полученных результатов<br>6. Оформление документации (отчета) |

## 4 Порядок оценивания успеваемости и сформированности компетенций обучающегося в текущей и промежуточной аттестации.

Для положительной оценки по результатам освоения дисциплины обучающемуся необходимо выполнить все установленные виды учебной работы. Оценка результатов работы обучающегося в баллах (по видам) приведена в таблице 4.

Таблица 4.1 - Балльно-рейтинговая оценка результатов учебной работы обучающихся по видам (БРС)

| Учебная работа (виды) | Сумма баллов | Виды и результаты учебной работы | Оценка в аттестации | Баллы |
|---|---|---|---|---|
| ***Текущая учебная работа ОЗФО(5семестр)*** | | | | |
| Текущая учебная работа в семестре (посещение занятий по расписанию и выполнение заданий) | **60** (100% /баллов приведенной шкалы) | Лекционные занятия (14 занятий) | **1,4 балла**–посещение лекционного занятия | 0-20 |
| | | Лабораторные работы (28 занятий) | **0,7 балла**– посещение 1 занятия и выполнение задания на 51-85%<br>**1,4 балла** – посещение 1 занятияи выполнение задания на 85.1-100% | 0-40 |
| **Итого по текущей работе в семестре** | | | | 0-60 |
| ***Промежуточная аттестация*** | | | | |
| Промежуточная аттестация (зачет с оценкой) | **40** (100% /баллов приведенной шкалы) | Вопрос 1. | **20 баллов** (пороговое значение)<br>**40 баллов** (максимальное значение) | 20-40 |
| **Итого по промежуточной аттестации (экзамен)** | | | | 20-40 |
| **Суммарная оценка по дисциплине:** Сумма баллов текущей и промежуточной аттестации 51 – 100 баллов. | | | | |

Таблица 4.2 - Балльно-рейтинговая оценка результатов учебной работы обучающихся по курсовой работе (БРС)

| Учебная работа (виды) | Сумма баллов | Виды и результаты учебной работы | Оценка в аттестации | Баллы (17 недель) |
|---|---|---|---|---|
| Курсовая работа | **80** | Работа над курсовой (посещение консультаций, ход работы) | **28 балла** (пороговое значение)<br>**50 баллов** (максимальное значение) | 28 - 50 |
| | | Результаты моделирования | **10 балла** (пороговое значение)<br>**20 баллов** (максимальное значение) | 10 - 20 |
| | | Оформление работы | **3 балла** (пороговое значение)<br>**10 баллов** (максимальное значение) | 3 - 10 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Итого по текущей работе в семестре** | | | | 41 - 80 |
| Промежуточная аттестация (курсовая работа) | 20 (100% /баллов приведенной шкалы) | Защита курсовой работы | **3 балла** (пороговое значение)<br>**10 баллов** (максимальное значение) | 10 - 20 |
| **Итого по промежуточной аттестации (курсовой работе)** | | | | (51 – 100% по приведенной шкале)<br>10 – 20 б. |
| **Суммарная оценка по дисциплине:** | Сумма баллов текущей и промежуточной аттестации | | | 51 – 100 б. |

Итоговая оценка выставляется в ведомость согласно следующему правилу (таблица 4.3):

Таблица 4.3. Оценка уровня сформированности компетенций в промежуточной аттестации

| **Критерии оценивания компетенции** | **Уровень сформированности компетенции** | **Итоговая оценка** | **Оценка по 100-балльной шкале** |
|---|---|---|---|
| Обучающийся не владеет теоретическими основами дисциплины и научной терминологией, демонстрирует отрывочные знания, не способен решать практические профессиональные задачи, допускает множественные существенные ошибки в ответах, не умеет интерпретировать результаты и делать выводы. | недопустимый | неудовлетворительно | Менее 51 балла |
| Обучающийся владеет частично теоретическими основами дисциплины и научной терминологией, фрагментарно способен решать практические профессиональные задачи, допускает несколько существенных ошибок решениях, может частично интерпретировать полученные результаты, допускает ошибки в выводах. | пороговый | удовлетворительно | 51-65 |
| Обучающийся владеет теоретическими основами дисциплины и научной терминологией, грамотно излагает материал, способен решать практические профессиональные задачи, но допускает отдельные несущественные ошибки в интерпретации результатов и выводах. | повышенный | хорошо | 66-85 |
| Обучающийся в полной мере владеет теоретическими основами дисциплины и научной терминологией, грамотно излагает материал, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических профессиональных задач. Правильно интерпретирует полученные результаты и | продвинутый | отлично | 86-100 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| делает обоснованные выводы. | | | |

# 5 Материально-техническое, программное и учебно-методическое обеспечение дисциплины.

## 5.1 Учебная литература

**Основная учебная литература**

1. Советов, Б. Я. Моделирование систем [Электронный ресурс]: учебник для бакалавров / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. -7-е издание, перераб. и доп. - Москва :Юрайт, 2013. – 3423с. – Режим доступа: http://www.biblio-online.ru/thematic/?32&id=urait.content.CBB3387C-8C39-4D83-A42F-A38E021BC466&type=c_pub
2. Моделирование эколого-экономических систем: Учебное пособие / М.С. Красс. - 2-е изд. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 272 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование). ISBN 978-5-16-006597-7, 500 экз.
   http://znanium.com/bookread.php?book=398940
3. Информационные технологии управления: Учебник / Б.В. Черников. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. - 368 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-8199-0524-1, 500 экз.
   http://znanium.com/bookread.php?book=373345

**Дополнительная литература:**

1. Зельцер С.Р. Основы моделирования систем управления. Электронный учебник. – Новокузнецк: НФИ КемГУ, 2005.
2. Веревкин С.В. Учебное пособие для выполнения курсовой работы и проведения лабораторных работ на основе GPSSWorld и дискретных Марковских цепей: Учебное пособие. – Новокузнецк: НФИ КемГУ, 2006. –78 с.

## 5.2 Программное и информационное обеспечение освоения дисциплины.

Учебные занятия по дисциплине проводятся в учебных аудиториях НФИ КемГУ:

| Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы | Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения | Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом |
|---|---|---|
| 508 Компьютерный класс. Учебная аудитория (мультимедийная) для проведения:<br>- занятий лекционного типа;<br>- занятий семинарского (практического) типа;<br>- групповых и индивидуальных консультаций;<br>- самостоятельной работы;<br>- текущего контроля и промежуточной аттестации. | Специализированная (учебная) мебель: доска меловая, кафедра, столы, стулья.<br>Оборудование для презентации учебного материала: стационарное - компьютер преподавателя, проектор, экран.<br>Оборудование: стационарное – компьютеры для обучающихся (18 шт.).<br>Используемое программное обеспечение: MS Windows (MicrosoftImaginePremium 3 year по сублицензионному договору № 1212/КМР от 12.12.2018 г. до 12.12.2021 г.), LibreOffice (свободно распространяемое ПО), FoxitReader (свободно распространяемое ПО), Firefox 14 (свободно распространяемое ПО), Яндекс.Браузер (отечественное свободно распространяемое ПО), MathCad (Лицензия №9A1487712), Scilab (свободно распространяемое ПО), GPSS (учебная версия).<br>Интернет с обеспечением доступа в ЭИОС. | 654079, Кемеровская область, г. Новокузнецк, пр-кт Металлургов, д. 19 |

## 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 6.1. Примерные темы письменных учебных работ

**Темы курсовой работы**

Требуется провести имитационное моделирование процессов производственной системы индивидуальной задачи с помощью языка моделирования GPSS, среды разработки *LabView.*

**В процессе выполнения задания студент должен:**

а) описать моделируемый объект (процесс), выявить его особенности;

б) разработать структуру модели вразличных средах;

в) составить план модельного эксперимента, включающий описание процесса моделирования (цель моделирования, задаваемые параметры, вывод результатов, возможные выводы);

г) провести моделирования в соответствии с разработанным планом;

д) проанализировать программные модели, полученные в разных средах и средствах моделирования;

е) оценить адекватность модели и влияние факторов;

ж) оформить отчёт о выполнении задания.

**Задание 1. Моделирование работы транспортного конвейера**

Допустим, к рабочим поступают на изготовление детали с транспортного конвейера. Интервал между поступлениями двух идущих одна за другой деталей равен 9±1 мин. Время изготовления детали первым рабочим составляет 12±1 мин, а вторым – 13±2 мин. Если рабочий занят, он не берет деталь с конвейера, и она перемещается к другому рабочему. Требуется смоделировать работу первого и второго рабочих в течение смены. Необходимо определить коэффициент использования первого и второго рабочих (первого и второго каналов обслуживания) и число деталей, изготовленных каждым из них.

**Задание 2. Оценка надежности работы системы**

Рассмотрите систему, имеющую один объект (машину, прибор, станок, компьютер и т.д.), находящийся под действием пуассоновского потока отказов с интенсивностью $\lambda$. Отказавший объект немедленно начинает ремонтироваться (восстанавливаться). Распределение времени восстановления предполагается экспоненциальным с интенсивностью $\mu$. Требуется оценить надежность работы такой системы, то есть вычислить:

• коэффициент использования (готовности) объекта;

• среднее время восстановления объекта.

**Задание 3. Моделирование работы участка цеха**

Рассматривается работа участка цеха, состоящего из трех видов оборудования, обслуживающих два потока изделий. Известны интервалы времени между поступлениями изделий каждого типа на обработку. Они соответственно равны 42±5 и 20±5 мин с равномерным законом распределения. Известно время изготовления изделия каждого потока на каждом виде оборудования.

Так, время изготовления изделия первого потока на первом виде оборудования составляет 17±2 мин, на втором – 32±4 и на третьем – 22±3 мин.

Время изготовления изделия второго потока на первом виде оборудования составляет 19±3 мин, на втором – 27±5 и на третьем – 27±5 мин.

Продолжительность изготовления изделий на всех видах оборудования определяется равномерным законом распределения.

Требуется промоделировать работу участка цеха в течение рабочего дня (8 ч).

**Задание 3. Моделирование работы автозаправочной станции**

Необходимо промоделировать работу автомобильной заправочной станции (АЗС), которая имеет две заправочные колонки. Известны следующие параметры работы АЗС:

• поток автомобилей, поступающих на заправку, подчиняется экспоненциальному распределению вероятностей с параметрами $\lambda = 0$ и $\beta = 6{,}5$;

• время заправки на первой колонке составляет 10±2,5 мин, а на второй – 13±4 мин;

• автомобиль подъезжает к колонке, которая не занята обслуживанием другого автомобиля.

Требуется промоделировать работу АЗС в течение рабочей смены – 8 ч – и определить параметры функционирования АЗС:

- коэффициент загрузки каждой колонки;
- среднее время обслуживания в каждой колонке;
- максимальное, среднее и текущее число автомобилей в очереди к каждой колонке;
- среднее время нахождения автомобиля в каждой очереди и др.

**Задание 4. Моделирование работы инструментальной кладовой**

В цехе работает инструментальная кладовая по принципу самообслуживания.

Рабочие приходят за инструментом в среднем каждые 8 мин с возможным отклонением от этого интервала ±2 мин. Поток рабочих (требований) за инструментами равномерный. Каждый рабочий может взять один или несколько инструментов, лежащих на разных стеллажах. Время, необходимое для поиска инструмента на стеллажах, число инструментов, взятых со стеллажа, и вероятности взятия их приведены в табл. 1.

| Стеллаж | Вероятность взятия инструмента | Время поиска инструмента, мин | Число инструментов, взятых со стеллажа, шт. |
|---|---|---|---|
| 1 | 0,65 | 10±4 | 4±2 |
| 2 | 0,78 | 12±2 | 2±1 |

Взяв инструмент в кладовой, рабочий подходит к учетчику, который делает соответствующую отметку в журнале. Время учета пропорционально числу инструментов, взятых рабочим. На оформление одного наименования инструмента требуется 1 мин. Необходимо определить:

- число посещений рабочими кладовой в течение смены;
- среднее время для взятия инструмента в кладовой;
- коэффициент использования (загрузки) учетчика;
- максимальную длину очереди в кладовой;
- среднюю длину очереди в кладовой.

**Задание 5. Моделирование системы управление качеством**

Необходимо промоделировать систему управления качеством производственного процесса, включающего две операции обработки изделия с соответствующим контролем. Известны следующие параметры производственного процесса:

- поток изделий, поступающих на обработку, подчиняется экспоненциальному распределению вероятностей с параметрами $\lambda = 0$ и $\beta = 28$;
- время выполнения первой операции определяется с помощью дискретной числовой функции, а время на контроль этой операции составляет 3 мин;
- время выполнения второй операции определяется с использованием нормального распределения с параметрами $\mu = 22$, $\sigma = 3$, а время на контроль этой операции составляет 2 мин.

Нужно промоделировать работу системы управления качеством в течение рабочей смены – 8 ч.

Требуется определить параметры функционирования производственного процесса:

- коэффициент загрузки каждого контролера;

• среднее время обслуживания каждым контролером.

**Задание 6. Моделирование системы управления запасами**

Необходимо промоделировать работу склада материалов на предприятии. Вместимость склада составляет 10000 единиц материала. Возможна поставка на склад с периодичностью 5 дней в размере 1000 единиц материала. Начальный запас материалов на складе составляет 1000 единиц. Ежедневный спрос материала изменяется в пределах от 35 до 50 единиц с равной вероятностью. Если текущий запас равен или больше 800, то никакой поставки материалов на склад в течение недели не производят. Требуется смоделировать работу склада материалов в течение 200 дней.

**Задание 7. Оценка эффективности работы системы с учетом отказов**

Рассматривается функционирование системы, имеющей три вида объектов (машины, приборы, станки, компьютеры и т.д.). Объекты поступают в систему на обслуживание с интенсивностью $\lambda$. Поток поступления объектов на обслуживание – пуассоновский: $\lambda = 0{,}1$ 1/единица времени. Объекты обслуживаются в канале обслуживания с интенсивностью $\mu$. Распределение времени обслуживания объектов – экспоненциальное: $\mu = 0{,}05$ 1/единица времени. Одновременно все объекты находятся под действием пуассоновских потоков отказов с соответствующими интенсивностями: $\lambda 1 = 0{,}01$ 1/единица времени, $\lambda 2 = 0{,}008$ 1/единица времени, $\lambda 3 = 0{,}0125$ 1/единица времени. Отказавшие объекты немедленно начинают ремонтироваться (восстанавливаться). При этом для восстановления отказавших объектов имеется два пункта восстановления (ПВ). Распределение времени восстановления объектов на каждом ПВ будем предполагать экспоненциальным. Для первого ПВ интенсивность восстановления $\mu 1 = 0{,}033$ 1/единица времени. Для второго ПВ интенсивность восстановления $\mu 2 = 0{,}025$ 1/единица времени. Требуется оценить эффективность работы такой системы, то есть определить:

• коэффициенты использования (готовности) всех объектов;
• среднее время восстановления объектов;
• коэффициенты использования пунктов восстановления и др.

## 6.2. Примерные вопросы и задания / задачи для промежуточной аттестации

Семестр 6

**Таблица 9 - Примерные теоретические вопросы и практические задания к экзамену**

| Разделы и темы | Примерные теоретические вопросы | Примерные практические задания |
|---|---|---|
| Тема 1 Основные понятия теории моделирования сложных систем. Классификация видов моделирования. Имитационные модели систем | 1. Моделирование как метод исследования сложных систем.<br>2. Понятие сложной системы, ее характеристики.<br>3. Принципы моделирования сложных систем.<br>4. Функции, выполняемые моделями сложных систем. | Классифицируйте модель, заложенную в системе уравнений Ньютона<br><br>Классифицируйте модель, представленную в виде трехмерной модели CAE-системы |

| | | |
|---|---|---|
| | 5. Общая классификация методов моделирования. Полное, неполное, приближенное моделирование.<br>6. Натурное, физическое и математическое моделирование; их разновидности.<br>7. Комбинированные виды моделирования. Общая характеристика, предпосылки и ограничения применения.<br>8. Общие методы математического моделирования систем:аксиоматические, статистические, оптимизационные; имитационное моделирование.<br>9. Область применения и классификация имитационных моделей.<br>10. Имитационное моделирование как информационная технология: функциональные и обеспечивающие подсистемы ИМ. | |
| Тема 2 Математические схемы моделирования систем | 1. Основные подходы к построению математических моделей систем.<br>2. Понятие математической схемы системы или ее элементов.<br>3. Классификация систем по типу поведения.<br>4. Математические схемы моделирования систем: непрерывно-детерминированные модели;<br>5. Математические схемы моделирования систем: дискретно-детерминированные модели;<br>6. Математические схемы моделирования | Постройте модель работы светофора в виде конечного автомата |

| | | |
|---|---|---|
| | систем: дискретно-стохастические модели;<br>7. Математические схемы моделирования систем: непрерывно-стохастические модели;<br>8. Математические схемы моделирования систем: обобщенные модели (D-, F-, P-, Q- и A – схемы). | |
| Тема 3 Концептуальные модели систем | 1. Методика разработки концептуальной модели системы.<br>2. Понятие концептуальной модели и ее логическая структура.<br>3. Описание поведения динамических систем.<br>4. Построение концептуальной модели: выбор цели моделирования; определение типа системы, описание рабочей нагрузки, декомпозиция системы; принятие решения о способах обработки и представления результатов исследования.<br>5. Техника построения концептуальной модели сложной системы (на примере системы управления) | |
| Тема 4 Планирование имитационных экспериментов с моделями систем | 1. Планирование имитационных экспериментов с моделями систем.<br>2. Методы планирования экспериментов.<br>3. Стратегическое и тактическое планирование модельных экспериментов.<br>4. Тактическое планирование модельных экспериментов.<br>5. Планирование и реализация промышленных (активных и пассивных) экспериментов в задачах идентификации и моделирования. | Составьте план дробнофакторного эксперимента на базе полнофакторного эксперимента $3^k$<br><br>Составьте ортогональную план матрицу вычислительного эксперимента |
| Тема 5 Формализация и | 1. Функционально- | Приведены результаты |

| | | |
|---|---|---|
| алгоритмизация процессов функционирования систем. Принципы построения моделирующих алгоритмов | алгоритмическая структура имитационной модели.<br>2. Методика формализации концептуальной модели.<br>3. Понятие динамического объекта, виды и характеристика математических моделей динамических объектов.<br>4. Получение формальных описаний: методы идентификации в заданных классах типовых математических моделей<br>5. Принципы построения моделирующих алгоритмов: по времени, по состояниям, комбинированный принцип.<br>6. Алгоритмизация параллельных процессов.<br>7. Управление модельным временем.<br>8. Проверка адекватности модели.<br>9. Проверка устойчивости и чувствительности модели.<br>10. Калибровка модели. | имитационного моделирования. Проведите проверку чувствительности модели |
| Тема 6 Статистическое моделирование систем на ЭВМ. Оценка точности и достоверности результатов моделирования Анализ и интерпретация результатов моделирования систем на ЭВМ | 1. Организация статистического моделирование систем на ЭВМ.<br>2. Моделирование случайных воздействий.<br>3. Псевдослучайные числа и процедуры их машинной реализации.<br>4. Проверка качества последовательности псевдослучайных чисел.<br>5. Построение моделей случайных воздействий по данным функционирования систем.<br>6. Оценка точности и достоверности результатов моделирования.<br>7. Особенности фиксации и статистической обработки результатов моделирования на ЭВМ. | Реализуйте программную генерацию псевдослучайных чисел |

| | | |
|---|---|---|
| | 8. Анализ и интерпретация результатов моделирования на ЭВМ.<br>9. Источники и методы понижения дисперсии результатов опытов. | |
| Тема 7 Инструментальные средства реализации моделей Языки и системы моделирования | 1. Основы систематизации языков имитационного моделирования.<br>2. Сравнительный анализ языков имитационного моделирования.<br>3. ППП моделирования систем: MatLab.<br>4. ППП моделирования систем: GPSS-World.<br>5. Базы данных моделирования.<br>6. Гибридные вычислительные комплексы. | Составить программную модель одноканальной системы массового обслуживания с отказами |
| Тема 8 Моделирование при исследовании и проектировании АСОИУ Перспективы развития машинного моделирования сложных систем | 1. Задачи и общие принципы построения и реализации моделей систем на этапах ЖЦ АСОИУ.<br>2. Моделирование при разработке обеспечивающих и функциональных подсистем АСОИУ.<br>3. Особенности моделирования АСОИУ в реальном времени.<br>4. Моделирование при разработке распределенных ИС и АСУ.<br>5. Системы управления с моделью объекта.<br>6. Перспективы развития машинного моделирования сложных систем.<br>7. Общие принципы построения и реализации автоматизированных систем научных исследований в составе АСОИУ.<br>8. СППР на базе ИМ.<br>9. Игровое имитационное моделирование. | |

| | | |
|---|---|---|
| | 10. Ситуационное моделирование сложных систем. | |

Составитель: О.А. Штейнбрехер, канд. техн. наук, доцент кафедры ИВТ им. В.К. Буторина