



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП

Добжинский Ю.В.

«01» сентября 2017 г.



«УТВЕРЖДАЮ»  
Заведующий кафедрой  
«Информационные системы управления»

А.И. Сухомлинов

«01» сентября 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Моделирование систем

**Направление подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника**

профиль «Автоматизированные системы обработки информации и управления»

**Форма подготовки очная**

- Курс 3 семестр 5,6
- лекции 72 час.
- практические занятия \_\_\_ час.
- лабораторные работы 72 час.
- в том числе с использованием МАО лек. \_\_\_/пр. \_\_\_/лаб. \_\_\_ час.
- в том числе в электронной форме лек. \_\_\_/пр. \_\_\_/лаб. \_\_\_ час.
- всего часов аудиторной нагрузки 144 час.
- в том числе с использованием МАО \_\_\_ час.
- в том числе контролируемая самостоятельная работа \_\_\_ час.
- в том числе в электронной форме \_\_\_ час.
- самостоятельная работа 108 час.
- в том числе на подготовку к экзамену 27 час.
- курсовая работа / курсовой проект 6 семестр
- зачет 5 семестр
- экзамен 6 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно установленного ДВФУ по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденного приказом ректора ДВФУ от 04.04.2016 № 12-13-593

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры информационных систем управления, протокол № 1 от «01» сентября 2017 г.

Заведующий кафедрой Сухомлинов А. И.

Составитель Васильев А.И.

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## ABSTRACT

**Bachelor's degree in 09.03.01 Informatics and Computer Technology  
Study profile/ Specialization/ Master's Program "Computer Aided Systems of Information Processing and Management"**

**Course title:** Modeling systems

**Variable part of Block, 7 credits**

**Instructor:** Anatolii Vasiliev

**At the beginning of the course a student should be able to:**

- ability to use modern methods and technologies (including information) in professional activities – (GC-5)

- ability to master the methods of using software to solve practical problems – (GPC-3).

- the ability to develop models of components of information systems, including database models and "human-computer" interface models – (SPC-1)

**Learning outcomes:**

– ability to master the methods of using software to solve practical problems – (GPC-2);

– the ability to develop and maintain requirements for individual functions of the system – ( SPC-2)

**Course description:**

This teaching course covers the problems of simulation techniques for analyzing and designing systems for different purposes. This course covers the techniques of formalization of the functioning of systems, basics of statistical simulation, such simulation tools as GPSS World, ARENA, ITHINK. Students gain skills in building and researching models of real systems on a computer, acquire competence development and application of advanced methodologies techniques and tools in the development and implementation of enterprise information projects.

**Main course literature:**

1. Sovetov, B.YA., Yakovlev S. A. Modelirovaniye sistem: uchebnik dlya bakalavrov [ Modeling Systems: A Textbook for Bachelors]. – M: Izd-vo Yurayt, 2012. – 343 p.(rus)

2. Sovetov, B.YA., Yakovlev S. A.. Modelirovaniye sistem. Praktikum: uchebnoye posobiye dlya bakalavrov [ Modeling of systems. Workshop: A Training Manual for Bachelors]. – M: Izd-vo Yurayt, 2012. – 295 p.(rus)

3. Lychkina N.N. Imitatsionnoye modelirovaniye ekonomicheskikh protsessov: Ucheb. Posobiye [Simulation modeling of economic processes: Proc. allowance ]. – M.: INFRA-M, 2012. – 254 p.(rus) – Access:

<http://znanium.com/bookread2.php?book=429005>

4. Vasilev A. I. Imitatsionnoe modelirovanie sistem s ispolzovaniem GPSS World: metodicheskiye ukazaniya k laboratornomu praktikumu [Simulation of systems using GPSS World: methodical instructions to laboratory practice].– Vladivostok: Izd-vo Dalnevostochnogo federalnogo universiteta, 2017. – 73 p. (rus) – Access: <http://elib.dvfu.ru/vital/access/manager/Repository/feFu:3050>

5. Vasilev A. I. Imitatsionnoe modelirovanie sistem v programmnom pakete Arena [Simulation of systems in the software package Arena].– Vladivostok: Izdat. Dom Dalnevost. federal. un-ta, 2013.–184 p. (rus)– Access: <http://elib.dvfu.ru/vital/access/manager/Repository/feFu:3048>

6. Vasiliev A. I. Imitatsionnoye modelirovaniye sistem s ispol'zovaniyem programmnoy paketa Arena : metodicheskiye ukazaniya k laboratornomu praktikumu [Simulation of systems using the Arena software package: methodical instructions to laboratory practice]. – Vladivostok: Izd-vo Dal'nevostochnogo federal'nogo universiteta, 2017. – 80 p.(rus) – Access: <http://elib.dvfu.ru/vital/access/manager/Repository/feFu:3049>

**Form of final knowledge control:** exam

## Аннотация к рабочей программе дисциплины «Моделирование систем»

Дисциплина «Моделирование систем» предназначена для направления 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, профиль Автоматизированные системы обработки информации и управления, и разработана в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 7 зачетных единиц – 252 часа. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (72 часа), лабораторные работы (72 часа), самостоятельная работа студента (108 часов, включая 27 часов на подготовку к экзамену), курсовая работа. Дисциплина реализуется на 3 курсе в 5, 6 семестрах.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с применением методов имитационного моделирования для анализа и проектирования систем различного назначения. В ходе изучения курса рассматриваются приемы формализации процессов функционирования систем, основы статистического имитационного моделирования, инструментальные средства имитационного моделирования GPSS World, ARENA, AnyLogic. Студенты получают навыки построения и исследования моделей реальных систем на ЭВМ.

Дисциплина «Моделирование систем» логически и содержательно связана с такими курсами как «Теория принятия решений», «Основы многомерного статистического анализа», «Сети и телекоммуникации», «Системы искусственного интеллекта», «Проектирование АСОИУ».

В курсе широко используются современные образовательные технологии: лекции оформлены в виде презентаций, снабжены наглядным раздаточным материалом.

**Целью изучения дисциплины** является теоретическая и практическая подготовка студентов по основам имитационного моделирования производственных и экономических процессов, структур систем и их отдельных подсистем, систем управления, систем поддержки принятия решений.

### **Задачи дисциплины:**

- изучить приемы формализации процессов функционирования систем;
- изучить основы статистического имитационного моделирования;
- изучить инструментальные средства имитационного моделирования;
- освоить системы имитационного моделирования GPSS World, ARENA, AnyLogic;

- получить навыки построения и исследования моделей реальных систем на ЭВМ;
- приобрести компетенции освоения и применения перспективных методологий, методов и средств разработки и реализации проектов информатизации предприятия
- научиться выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления и проектирования объектов автоматизации.

Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы предварительные компетенции, полученные в процессе изучения дисциплин, посвященных информационным технологиям, теория вероятностей и математическая статистика, объектно-ориентированное программирование, теория принятия решений, основы многомерного статистического анализа, организации ЭВМ и периферийные устройства.

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине (знания, умения, владения), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют этапы формирования следующих компетенций (общекультурные/ общепрофессиональные/ профессиональные компетенции (элементы компетенций)):

| Код и формулировка компетенции  | Этапы формирования компетенции |   |
|---|--------------------------------|---|
| ОПК-2- способностью осваивать методики использования программных средств для решения практических задач | Знает                          | принципы, методы формализации, алгоритмизации и реализации аналитических, численных, имитационных моделей;  |
|   | Умеет                          | проводить анализ существующих методологий/средств разработки систем, их выбор, внедрение и применение на данном предприятии или конкретной организации;                                 |
|   | Владеет                        | методами и средствами анализа, моделирования и оптимизации объектов профессиональной деятельности и их компонентов;   |
| ПК-2 - способностью разрабатывать и сопровождать требования к отдельным функциям системы.               | Знает                          | методы моделирования производственных, экономических, вычислительных и информационных процессов, связанных с функционированием объектов профессиональной деятельности и их компонентов; |
|   | Умеет                          | проводить анализ существующих методологий/средств разработки систем, их выбор, внедрение и применение на данном предприятии или конкретной организации;                                 |
|   | Владеет                        | методами и инструментальными средствами исследования, моделирования и проектирования производственных, информационно-управляющих систем.  |

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Моделирование систем» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения: На лабораторных занятиях используются активные формы обучения. Часть лабораторных занятий №5 (10 час.), №6 (8 час.) проводятся в интерактивной форме с подачей материала мультимедийными средствами.

# **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

## **Раздел 1. Введение в дисциплину (4 час).**

### **Тема 1. Моделирование как метод исследования, проектирования и эксплуатации АСОИУ (4 час).**

Предмет курса, его цели и задачи. Сложная система, как объект моделирования. Прикладной системный анализ – методология исследования сложных систем. Определение модели. Общая классификация основных видов моделирования. Компьютерное моделирование. Метод имитационного моделирования. Отличительные особенности моделей различных классов.

Понятие системы. Внешнее и внутренне описание системы. Основные понятия и определения. Система и ее составляющие, характер взаимодействия подсистем. Вертикальная декомпозиция системы. Статическая сложность. Динамическая сложность.

## **Раздел 2. Формализация и алгоритмизация процессов функционирования систем (6 час).**

### **Тема 1. Методологические основы формализации процесса функционирования системы (2 час.)**

Основные этапы имитационного моделирования. Общая технологическая схема. Формулировка проблемы и определение целей имитационного исследования. Разработка концептуальной модели объекта моделирования. Формализация имитационной модели. Программирование имитационной модели. Проверка адекватности модели системе. Валидация, верификация модели. Сбор и анализ исходных данных. Испытание и исследование свойств имитационной модели. Направленный вычислительный эксперимент на имитационной модели. Анализ результатов моделирования и принятие решений.

### **Тема 2. Алгоритмизация моделей и их машинная реализация (4 час).**

Принципы построения моделирующих алгоритмов (МА). Имитационное моделирование с использованием событийного подхода. Подход, ориен-



тированный на действия. Основные положения процессно-ориентированного подхода.

### **Раздел 3. Основы статистического моделирования систем (8 час.)**

#### **Тема 1. Формирование случайных воздействий на ЭВМ (4 час.)**

Общая характеристика метода статистического моделирования на ЭВМ. Структура статистической модели. Общие принципы имитации случайных воздействий на ЭВМ. Физические и программные датчики. Критерии проверки базовых распределений. Моделирование случайных событий, дискретных и непрерывных случайных величин. Точные и приближенные методы воспроизведения непрерывных случайных величин. Моделирование случайных векторов и функций.

#### **Тема 2. Сбор и обработка данных моделирования (4 час.)**

Особенности сбора данных машинного моделирования. Оценка временных интегралов и характеристик использования ресурсов. Статистическая обработка данных моделирования. Оценка вероятности события, математического ожидания, дисперсии, закона распределения случайной величины. Оценка характеристик случайных векторов и функций.

Точность результатов статистического моделирования. Оценка требуемого количества реализаций. Методы уменьшения дисперсии в имитационном моделировании. Методы сравнения моделируемых вариантов.

### **Раздел 4. Инструментальные средства автоматизации моделирования (18 час.)**

#### **Тема 1. Общая характеристика языков моделирования (2 час.)**

Программные и технические средства моделирования систем. Классификация языков и систем моделирования, их основные характеристики. Технологические возможности систем моделирования. Развитие технологии системного моделирования. Выбор системы моделирования. Системы моделирования GPSS, ARENA.

## **Тема 2. Основы моделирования в GPSS и ARENA (16 час.)**

Основные объекты GPSS, ARENA. Их характеристика. Ввод в модель и вывод из модели транзактов. Моделирование в GPSS и ARENA элементов оборудования. Примеры. Формирование случайных воздействий с помощью функций и переменных. Фиксация и представление результатов моделирования. Моделирование одноканальных систем массового обслуживания с различными дисциплинами обслуживания заявок. Моделирование на GPSS многоканальных систем массового обслуживания. Логика работы интерпретатора GPSS. Цепи текущих и будущих событий. Пример модели.

## **Раздел 5. Планирование экспериментов при имитационном моделировании (18 час.)**

### **Тема 1. Испытание и исследование свойств имитационной модели (8 час.)**

Планирование имитационных экспериментов для исследования и оптимизации моделей. Виды имитационных экспериментов. Использование методов теории планирования эксперимента. Стратегическое и тактическое планирование эксперимента.

Комплексный подход к тестированию имитационной модели. Проверка адекватности модели. Верификация имитационной модели. Валидация данных имитационной модели. Оценка точности результатов моделирования. Оценка устойчивости результатов моделирования. Анализ чувствительности имитационной модели. Тактическое планирование имитационного эксперимента.

### **Тема 2. Проведение направленного вычислительного эксперимента на имитационной модели (4 час)**

Направленный вычислительный эксперимент на имитационной модели и его содержание. Основные цели и типы вычислительных экспериментов в имитационном моделировании. Основы теории планирования экспериментов. Основные понятия: структурная, функциональная и экспериментальная модели. План однофакторного эксперимента и процедуры обработки резуль-

татов эксперимента. Факторный анализ, полный и дробный факторный эксперимент и математическая модель. Основные классы планов, применяемые в вычислительном эксперименте.

### **Тема 3. Эксперименты в GPSS World и ARENA (6 час.)**

Виды экспериментов. Дисперсионный анализ. Эксперименты пользователя. Регрессионный анализ. Анализ результатов в системах GPSS World и ARENA.

### **Раздел 6. Модели системной динамики (8 час.)**

#### **Тема 1. Принципы построения моделей системной динамики (4 час)**

Общая структура моделей системной динамики. Содержание базовой концепции структуризации. Основные понятия. Поточковая стратификация. Диаграммы причинно-следственных связей и потоковые диаграммы моделей. Основные этапы технологии системной динамики. Дж. Форрестер и его работы: «Основы кибернетики предприятия», «Динамика развития города», «Мировая динамика».

#### **Тема 2. Система моделирования Ithink (4 час.)**

Система моделирования Ithink. Уровни представления модели. Типовые модели потоковых идеограмм. Примеры моделей.

### **Раздел 7. Функциональное моделирование (10 час.)**

#### **Тема 1. Структурный анализ и CASE-средства моделирования (8 час.).**

Программное обеспечение IDEF-моделирования. Методология функционального моделирования IDEF0. Методология описания бизнес процессов IDEF3. Структурный анализ потоков данных DFD. Интеграция функционального и имитационного моделирования (пакеты AllFusion PM и Arena).

#### **Тема 2. Перспективы развития имитационного моделирования (2 час.)**

Моделирование для принятия решений при управлении. Современные теории имитационного моделирования. Заключение.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Лабораторные занятия (72 час.)**

#### **Лабораторная работа 1. Формирование входных случайных воздействий в GPSS и ARENA (8 час.)**

**Целью занятия** является освоение методики анализа входных случайных воздействий и генерирования случайных чисел с заданным законом распределения на ЭВМ. В качестве инструмента исследования используется системы имитационного моделирования GPSS World и ARENA

В результате выполнения работы приобретаются навыки формирования случайных объектов и использования средств для обработки результатов моделирования в системах GPSS World и ARENA.

#### **Лабораторная работа 2. Построение моделей одноканальных и многоканальных систем массового обслуживания в GPSS (10 час.)**

#### **Лабораторная работа 3. Построение моделей одноканальных и многоканальных СМО в системе ARENA (10 час.)**

**Целью занятий 2,3** является получение студентами практических навыков в исследовании систем массового обслуживания методом имитационного моделирования с использованием современных программных средств.

В качестве инструментов исследования используется системы имитационного моделирования GPSS World и Arena.

В процессе выполнения лабораторной работы студенты должны освоить основные этапы построения и исследования модели:

- построение математической модели;
- машинная реализация модели;
- получение и интерпретация результатов моделирования.

#### **Лабораторная работа 4. Анимация в системе ARENA (8 час.)**

**Целью занятия** является получение студентами практических навыков в использовании анимации при исследовании систем с использованием программы ARENA.

### **Лабораторная работа 5. Эксперименты в GPSS World (12 час.)**

**Целью занятий** является получение студентами практических навыков в применении методов проведения экспериментов, обработки и анализа результатов исследования. Для этого GPSS World имеет средства, которые позволяют провести:

- дисперсионный анализ;
- собственный эксперимент пользователя;
- регрессионный анализ.

### **Лабораторная работа 6. Обработка результатов в системе ARENA (8 час.)**

**Целью занятий** является получение студентами практических навыков в применении методов проведения экспериментов

### **Лабораторная работа 7. Модели системной динамики (8 час.)**

**Целью занятий** является получение студентами практических навыков в создании и применении моделей системной динамики.

Рассматриваются следующие вопросы:

- Общая структура моделей системной динамики.
- Система моделирования Ithink. Уровни представления модели.
- Типовые модели потоковых идеограмм. Примеры моделей.

### **Лабораторная работа 8. Структурный анализ и CASE-средства моделирования (8 час.).**

**Целью занятий** является получение студентами практических навыков в создании и применении функциональных моделей, использующих технологию IDEF.

Рассматриваются следующие вопросы:

- Создание функциональной модели IDEF0.
- Создание диаграммы декомпозиции.
- Создание диаграммы IDEF3.
- Преобразование модели IDEF3 в имитационную модель в системе ARENA.

### III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Моделирование систем» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

| № п/п | Контролируемые разделы / темы дисциплины   | Коды и этапы формирования компетенций | Оценочные средства |                            |                 |
|-------|--|---------------------------------------|--------------------|----------------------------|-----------------|
|       |  |                                       | текущий контроль   | промежуточная аттестация   |                 |
| 1     | Раздел 1. Введение в дисциплину<br>Раздел 2. Формализация и алгоритмизация процессов функционирования систем | ОПК-2                                 | знает              | собеседование (УО-1)       | Вопрос 1: №1-8  |
|       |  |                                       | умеет              | лабораторная работа (ПР-6) | Вопрос 3: №1-35 |
|       |  |                                       | владеет            | Курсовая работа (ПР-5)     | Вопрос 3: №1-35 |
| 2     | Раздел 3. Основы статистического моделирования систем  | ОПК-2                                 | знает              | собеседование (УО-1)       | Вопрос 1: №9-19 |
|       |  |                                       | умеет              | лабораторная работа (ПР-6) | Вопрос 3: №1-35 |
|       |  |                                       | владеет            | Курсовая работа (ПР-5)     | Вопрос 3: №1-35 |
| 3     | Раздел 4. Инструментальные средства автоматизации моделирования  | ОПК-2<br>ПК-2                         | знает              | собеседование (УО-1)       | Вопрос 2: №1-12 |
|       |  |                                       | умеет              | лабораторная работа (ПР-6) | Вопрос 3: №1-35 |
|       |  |                                       | владеет            | Курсовая работа (ПР-5)     | Вопрос 3: №1-35 |

| № п/п | Контролируемые разделы / темы дисциплины                            | Коды и этапы формирования компетенций |         | Оценочные средства         |                          |
|-------|---|---------------------------------------|---------|----------------------------|--------------------------|
|       |   |                                       |         | текущий контроль           | промежуточная аттестация |
| 4     | Раздел 5. Планирование экспериментов при имитационном моделировании | ОПК-2<br>ПК-2                         | знает   | собеседование (УО-1)       | Вопрос 1: №20-31         |
|       |   |                                       | умеет   | лабораторная работа (ПР-6) | Вопрос 3: №1-35          |
|       |   |                                       | владеет | Курсовая работа (ПР-5)     | Вопрос 3: №1-35          |
| 5     | Раздел 6. Модели системной динамики                                 | ОПК-2<br>ПК-2                         | знает;  | собеседование (УО-1)       | Вопрос 1: №32-35         |
|       |   |                                       | умеет   | лабораторная работа (ПР-6) | Вопрос 3: №1-35          |
|       |   |                                       | владеет | курсовая работа (ПР-5)     | Вопрос 3: №1-35          |
| 6     | Раздел 7. Функциональное моделирование                              | ОПК-2<br>ПК-2                         | знает   | собеседование (УО-1)       | Вопрос 2: №13-17         |
|       |   |                                       | умеет   | лабораторная работа (ПР-6) | Вопрос 3: №1-35          |
|       |   |                                       | владеет | курсовая работа (ПР-5)     | Вопрос 3: №1-35          |

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

*(электронные и печатные издания)*

1. Советов, Б.Я. Моделирование систем: учебник для бакалавров/ Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. – 7-е изд. – М: Изд-во Юрайт, 2012. – 343 с.
2. Советов, Б.Я. Моделирование систем. Практикум: учебное пособие для бакалавров / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. –4-е изд., перераб. и доп. – М: Изд-во Юрайт, 2012. – 295 с..

3. Васильев, А. И. Имитационное моделирование систем с использованием программного пакета Arena [Электронный ресурс] : методические указания к лабораторному практикуму / А. И. Васильев ; Дальневосточный федеральный университет. – Владивосток: Изд-во Дальневосточного федерального университета, 2017. – 80 с.

URL <http://elib.dvfu.ru/vital/access/manager/Repository/fefu:3049>

4. Васильев, А. И. Имитационное моделирование систем с использованием GPSS World [Электронный ресурс] : методические указания к лабораторному практикуму / А. И. Васильев ; Дальневосточный федеральный университет – Владивосток: Изд-во Дальневосточного федерального университета, 2017. – 73 с. –

URL: <http://elib.dvfu.ru/vital/access/manager/Repository/fefu:3050>

5. Васильев, А. И. Имитационное моделирование систем в программном пакете Arena: Учеб. пособие. – Владивосток: Издат. Дом Дальневост. федерал. ун-та, 2013.–184 с.

6. Васильев, А. И. Моделирование систем: учебно-метод. комплекс. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2008.–172с.

7. Лычкина, Н.Н. Имитационное моделирование экономических процессов: Учеб. пособие.– М.: ИНФРА-М, 2012. 254 с. (Высшее образование)

6. Маклаков, С.В. Моделирование бизнес-процессов с AllFusion PM. – 2-е изд., испр. и дополн. – М.: Издательство Диалог-МИФИ, 2008 – 224с.

7. Замятина, О.М. Моделирование систем: учеб. пособие / О.М. Замятина – Томск: Издательство ТПУ, 2009. – 204 с.-

URL: <http://window.edu.ru/resource/826/74826>

### **Дополнительная литература**

*(печатные и электронные издания)*

1. Кельтон В., Лоу А. Имитационное моделирование. Классика CS. 3-е изд. – СПб.: Питер; Киев: Издательская группа BHV, 2004. – 847с.

2. Рыжиков, Ю. И. Имитационное моделирование. Теория и технологии – СПб.: КОРОНА принт; М. Альтекс-А, 2004. – 384 с., ил.



3. Карпов, Ю. Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. – СПб.: БХВ-Петербург, 2009. – 400 с.: ил.

4. Томашевский, В. Н., Жданова, Е. Г. Имитационное моделирование в среде GPSS. – М.: Бестселлер, 2003. – 416 с.

5. Замятина, Е.Б. Современные теории имитационного моделирования: Программа специального курса – 2007. – 6с. – URL: <http://window.edu.ru/resource/719/41719>

6. Лычкина Н.Н. Имитационное моделирование экономических процессов: Учеб. пособие для слушателей программы eMBA.– М.: Академия Ай-Ти, 2005. – 164с.– URL: <http://simulation.su/uploads/files/default/2005-uch-posob-lychkina-1.pdf6>.

7. Маклаков, С.В. Моделирование бизнес-процессов с AllFusion PM. – 2-е изд., испр. и дополн. – М.: Издательство Диалог-МИФИ, 2008 – 224с.

8. Алиев, Т.И. Основы моделирования дискретных систем: Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. – 363 с.– URL: <http://window.edu.ru/resource/176/63176>,

9. Замятина, Е.Б. Современные теории имитационного моделирования: Специальный курс. – 2007. – 119 с.– URL: <http://window.edu.ru/resource/717/41717>

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Интернет-библиотека образовательных изданий: <http://www.iqlib.ru>
2. Интернет университет информационных технологий: <http://www.intuit.ru/>
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: <https://elibrary.ru/defaultx.asp>
4. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»: <http://window.edu.ru/window/library>
5. Электронно-библиотечная система Znanium.com (ООО "Знаниум"): <http://znanium.com/>

6. Сайт по имитационному моделированию: <http://www.gpss.ru>
7. Сайт Национального общества имитационного моделирования: <http://www.simulation.su/>
8. Сайт системы моделирования AnyLogic: <http://www.anylogic.ru>

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

Для выполнения лабораторного практикума и курсовой работы используются студенческие (бесплатные) версии программных пакетов:

1. GPSS World (<http://www.minutemansoftware.com>),
2. Arena (<http://www.arenasimulation.com>),
3. AnyLogic (<http://www.anylogic.ru/>)

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для усвоения теоретического материала предусматривается предварительная подготовка студента за счет самостоятельного изучения как материала предыдущего занятия, так и ознакомление с основными положениями предстоящего занятия.

Для самоконтроля усвоения учебного материала используются вопросы для текущего контроля, приведенные в приложении 2 «Фонд оценочных средств».

Методические указания по выполнению лабораторного практикума приведены в учебно-методических пособиях:

1. Васильев, А. И.. Имитационное моделирование систем с использованием программного пакета Arena [Электронный ресурс] : методические указания к лабораторному практикуму / А. И. Васильев ; Дальневосточный федеральный университет. – Владивосток: Изд-во Дальневосточного федерального университета, 2017. – 80 с.

URL <http://elib.dvfu.ru/vital/access/manager/Repository/fefu:3049>

2. Васильев, А. И. Имитационное моделирование систем с использованием GPSS World [Электронный ресурс] : методические указания к лабора-

торному практикуму / А. И. Васильев ; Дальневосточный федеральный университет – Владивосток: Изд-во Дальневосточного федерального университета, 2017. – 73 с. –

URL: <http://elib.dvfu.ru/vital/access/manager/Repository/fefu:3050>

3. Васильев, А. И. Имитационное моделирование систем в программном пакете Arena: Учеб. пособие. – Владивосток: Издат. Дом Дальневост. федерал. ун-та, 2013.–184 с.

Методические указания по выполнению курсовой работы приведены в учебном пособии:

4. Советов, Б.Я. Моделирование систем. Практикум: учебное пособие для бакалавров / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. –4-е изд., перераб. и доп. – М: Изд-во Юрайт, 2012. – 295 с..

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для обеспечения учебного процесса по дисциплине «Моделирование систем» используется следующее материально-техническое обеспечение:

1) компьютерный класс (15 компьютеров) с операционной системой Windows, интернет, персональные компьютеры студентов;

2) системы имитационного моделирования GPSS World, Arena, AnyLogic;

3) текстовый редактор MS Word, табличный процессор MS Excel.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Моделирование систем»**

**Направление подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника**  
профиль Автоматизированные системы обработки информации и управления  
**Форма подготовки – очная**

**Владивосток**  
**2017**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

| № п/п            | Дата/сроки выполнения  | Вид самостоятельной работы           | Примерные нормы времени на выполнение  | Форма контроля               |
|------------------|------------------------|--------------------------------------|--|------------------------------|
| <b>5 семестр</b> |                        |                                      |  |                              |
| 1                | 3 неделя               | Подготовка к лабораторной работе № 1 | 4 час.   | Устный опрос                 |
| 2                | 4 неделя               |                                      | 4 час  | Устный опрос                 |
| 3                | 6 неделя               | Подготовка к лабораторной работе № 2 | 6 час  | Устный опрос                 |
| 4                | 8 неделя               |                                      | 6 час  | Устный опрос                 |
| 5                | 10 неделя              | Подготовка к лабораторной работе № 3 | 4 час  | Устный опрос                 |
| 6                | 12 неделя              |                                      | 4 час  | Устный опрос                 |
| 7                | 14 неделя              | Подготовка к лабораторной работе № 4 | 4 час  | Устный опрос                 |
| 8                | 17 неделя              |                                      | 4 час  | Устный опрос                 |
| <b>6 семестр</b> |                        |                                      |  |                              |
|                  | 3 неделя<br>6 неделя   | Подготовка к лабораторной работе № 5 | 4 час<br>4 час   | Устный опрос<br>Устный опрос |
|                  | 4 неделя               |                                      | Выполнение курсовой работы.<br>Подбор литературы.<br>Разработка Моделирующего алгоритма. | 9 час                        |
|                  | 8 неделя<br>10 неделя  | Подготовка к лабораторной работе № 6 | 2 час<br>2 час   | Устный опрос<br>Устный опрос |
|                  | 10 неделя              |                                      | Выполнение курсовой работы.<br>Проведение эксперимента.                                  | 9 час                        |
|                  | 13 неделя<br>14 неделя | Подготовка к лабораторной работе № 7 | 2 час<br>1 час   | Устный опрос<br>Устный опрос |
|                  | 15 неделя              |                                      | Выполнение курсовой работы.<br>Анализ результатов.<br>Оформление отчёта.                 | 9 час                        |
|                  | 15 неделя<br>16 неделя | Подготовка к лабораторной работе № 8 | 2 час<br>1 час   | Устный опрос<br>Устный опрос |

### Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Самостоятельная работа студентов состоит в проработке теоретического (лекционного) материала, подготовке к лабораторным занятиям и выполнении курсовой работы.

## **Методические указания к самостоятельной работе**

### **Лабораторные работы**

К каждому лабораторному занятию необходимо подготовиться самостоятельно, используя приведенную литературу, конспект лекций и методические указания (варианты заданий приведены в МАТЕРИАЛАХ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ). По каждой лабораторной работе необходимо составить и защитить отчёт. Отчет оформляется по правилам, принятым в ДВФУ.

Задания к лабораторным работам и методические указания по их выполнению приведены в приложении 3 «МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ по дисциплине Моделирование систем».

### **Курсовые работы**

Курсовая работа по дисциплине “Моделирование систем” выполняется в 6 (весеннем) семестре III курса по индивидуальным заданиям.

Курсовая работа имеют целью закрепление теоретических основ дисциплины и приобретение практических навыков по освоению современных технологий автоматизации моделирования, разработке и использованию имитационных моделей. Студенты осваивают и применяют при разработке разнообразных моделей систем современные технологии системного моделирования, работая с учебными и лицензионными версиями таких систем моделирования, как GPSS World, Arena, AnyLogic, Ithink, Powersim и др.

Тема работы определяется студентом совместно с руководителем по следующим направлениям:

- Моделирование подсистем интегрированных автоматизированных систем управления.
- Моделирование фрагментов распределенных автоматизированных систем и информационных сетей.
- Моделирование систем управления, работающих в реальном масштабе времени.

- Моделирование элементов автоматизированных систем обработки и отображения информации.
- Моделирование административных и производственных систем.
- Моделирование человеко-машинных систем.

Презентация разработанной темы и её обсуждение осуществляется в рамках **интерактивных форм** проведения аудиторных занятий.

Отчёт по курсовой работе оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32-91 и документа “Требования к оформлению письменных работ, выполняемых студентами и слушателями ДВФУ”; предоставляется в сроки, установленные графиком, и защищается путем публичной презентации.

Пояснительная записка курсовой работе должна включать в указанной последовательности следующие разделы: титульный лист; аннотацию (реферат); бланк задания, подписанный руководителем; оглавление (содержание); введение; разделы и подразделы основной части; заключение; список литературы; приложения (при необходимости).

### **Порядок сдачи курсовой работы и её оценка**

Курсовая работа пишется студентами в течение семестра в сроки, устанавливаемые преподавателем по конкретной дисциплине, и сдается преподавателю, ведущему дисциплину.

По результатам проверки студенту выставляется оценка. При оценке курсовой работы учитываются соответствие содержания выбранной теме, четкость структуры работы, умение работать с научной литературой, умение ставить проблему и анализировать ее, умение логически мыслить, владение профессиональной терминологией, грамотность оформления.

Критерии оценки курсовой работы изложены в Приложении 2.

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

---

Кафедра информационных систем управления

**ЗАДАНИЕ**

на курсовую работу по дисциплине «Моделирование систем»

студенту \_\_\_\_\_

группы \_\_\_\_\_

Руководитель \_\_\_\_\_

Тема курсовой работы \_\_\_\_\_

---

Техническое задание

1. Ознакомиться с рекомендуемой литературой. Дать аналитический обзор проблемы моделирования системы.

2. Теоретический материал \_\_\_\_\_

---

3. Исходные данные \_\_\_\_\_

---

---

---



4. Имитационный эксперимент \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5. Отчётный материал курсовой работы:

- а) пояснительная записка;
- б) графический материал.

- 1) \_\_\_\_\_
- 2) \_\_\_\_\_
- 3) \_\_\_\_\_

6. Рекомендуемая литература:

- 1) \_\_\_\_\_
- 2) \_\_\_\_\_
- 3) \_\_\_\_\_

Задание выдано « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Руководитель \_\_\_\_\_



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**по дисциплине «Моделирование систем»**

**Направление подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника**  
профиль Автоматизированные системы обработки информации и управления  
**Форма подготовки – очная**

**Владивосток**  
**2017**

## Паспорт ФОС

| Код и формулировка компетенции   | Этапы формирования компетенции |   |
|--|--------------------------------|---|
| ОПК-2-<br>способностью осваивать методики использования программных средств для решения практических задач | Знает                          | принципы, методы формализации, алгоритмизации и реализации аналитических, численных, имитационных моделей;  |
|  | Умеет                          | проводить анализ существующих методологий/средств разработки систем, их выбор, внедрение и применение на данном предприятии или конкретной организации;                                 |
|  | Владеет                        | методами и средствами анализа, моделирования и оптимизации объектов профессиональной деятельности и их компонентов;   |
| ПК-2 - способностью разрабатывать и сопровождать требования к отдельным функциям системы.                  | Знает                          | методы моделирования производственных, экономических, вычислительных и информационных процессов, связанных с функционированием объектов профессиональной деятельности и их компонентов; |
|  | Умеет                          | проводить анализ существующих методологий/средств разработки систем, их выбор, внедрение и применение на данном предприятии или конкретной организации;                                 |
|  | Владеет                        | методами и инструментальными средствами исследования, моделирования и проектирования производственных, информационно-управляющих систем.  |

| № п/п | Контролируемые разделы / темы дисциплины  | Коды и этапы формирования компетенций | Оценочные средства |                            |                 |
|-------|---|---------------------------------------|--------------------|----------------------------|-----------------|
|       |   |                                       | текущий контроль   | промежуточная аттестация   |                 |
| 1     | Раздел 1. Введение в дисциплину<br>Раздел 2.<br>Формализация и алгоритмизация процессов функционирования систем | ОПК-2                                 | знает              | собеседование (УО-1)       | Вопрос 1: №1-8  |
|       |   |                                       | умеет              | лабораторная работа (ПР-6) | Вопрос 3: №1-35 |
|       |   |                                       | владеет            | Курсовая работа (ПР-5)     | Вопрос 3: №1-35 |
| 2     | Раздел 3. Основы статистического моделирования систем   | ОПК-2                                 | знает              | собеседование (УО-1)       | Вопрос 1: №9-19 |
|       |   |                                       | умеет              | лабораторная работа (ПР-6) | Вопрос 3: №1-35 |
|       |   |                                       | владеет            | Курсовая                   | Вопрос 3:       |

| №<br>п/п | Контролируемые<br>разделы / темы<br>дисциплины                                  | Коды и этапы<br>формирования<br>компетенций | Оценочные средства  |                               |                     |
|----------|---|---|---------------------|-------------------------------|---------------------|
|          |   |   | текущий<br>контроль | промежуточн<br>ая аттестация  |                     |
|          |   |   |                     | работа (ПР-5)                 | №1-35               |
| 3        | Раздел 4.<br>Инструментальные<br>средства<br>автоматизации<br>моделирования     | ОПК-2<br>ПК-2                               | знает               | собеседование<br>(УО-1)       | Вопрос 2:<br>№1-12  |
|          |   |   | умеет               | лабораторная<br>работа (ПР-6) | Вопрос 3:<br>№1-35  |
|          |   |   | владеет             | Курсовая<br>работа (ПР-5)     | Вопрос 3:<br>№1-35  |
| 4        | Раздел 5.<br>Планирование<br>экспериментов при<br>имитационном<br>моделировании | ОПК-2<br>ПК-2                               | знает               | собеседование<br>(УО-1)       | Вопрос 1:<br>№20-31 |
|          |   |   | умеет               | лабораторная<br>работа (ПР-6) | Вопрос 3:<br>№1-35  |
|          |   |   | владеет             | Курсовая<br>работа (ПР-5)     | Вопрос 3:<br>№1-35  |
| 5        | Раздел 6. Модели<br>системной динамики  | ОПК-2<br>ПК-2                               | знает;              | собеседование<br>(УО-1)       | Вопрос 1:<br>№32-35 |
|          |   |   | умеет               | лабораторная<br>работа (ПР-6) | Вопрос 3:<br>№1-35  |
|          |   |   | владеет             | курсовая<br>работа (ПР-5)     | Вопрос 3:<br>№1-35  |
| 6        | Раздел 7.<br>Функциональное<br>моделирование                                    | ОПК-2<br>ПК-2                               | знает               | собеседование<br>(УО-1)       | Вопрос 2:<br>№13-17 |
|          |   |   | умеет               | лабораторная<br>работа (ПР-6) | Вопрос 3:<br>№1-35  |
|          |   |   | владеет             | курсовая<br>работа (ПР-5)     | Вопрос 3:<br>№1-35  |

## Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

| Код и формулировка компетенции   | Этапы формирования компетенции |   | критерии   | показатели   |
|--|--------------------------------|---|--|--|
| ОПК-2- способностью осваивать методики использования программных средств для решения практических задач  | знает (пороговый уровень)      | основные понятия и определения из области имитационного моделирования принципы, методы формализации, алгоритмизации и реализации аналитических, численных, имитационных моделей;        | -знание определенных основных понятий предметной области;<br>-знание основных методов формализации, алгоритмизации и реализации моделей;<br>-знание требований к организации процесса моделирования; | -способность дать определения основных понятий предметной области;<br>- способность выбрать методы построения модели.  |
|  | умеет (продвинутый)            | проводить анализ существующих методологий/средств разработки систем, их выбор.  | умение анализировать структуру моделируемой системы, согласовывать между собой этапы моделирования.  | - способность выбрать метод моделирования и программные средства реализации модели, структуру научного эксперимента, интерпретировать его результаты..               |
|  | владеет (высокий)              | методологией и методами экспериментальных исследований и интерпретации результатов  | владеет принципами организации научного эксперимента, способами находить закономерности и выдвигать гипотезы.  | - способность выбрать и обосновать метод научного исследования;<br>-оценить научные факты, сформировать выводы и гипотезы;<br>-способность организовать презентацию. |
| ПК-1 - способностью разрабатывать модели компонентов информационных систем, включая модели баз данных и модели интерфейсов «человек – электронно-вычислительная машина | знает (пороговый уровень)      | методы моделирования производственных, экономических, вычислительных и информационных процессов, связанных с функционированием объектов профессиональной деятельности и их компонентов; | знание основных методов моделирования производственных, экономических, вычислительных и информационных процессов.  | способность выбрать метод моделирования для конкретного процесса   |
|  | умеет (продвинутый)            | проводить анализ средств разработки моделей систем и их выбор для данного предприятия или конкретной организации;   | умение назначать основные требования для разработки моделей конкретного процесса   | способность разрабатывать модели компонентов информационных систем конкретного предприятия..   |

| Код и формулировка компетенции | Этапы формирования компетенции |  | критерии  | показатели   |
|--------------------------------|--------------------------------|--|---|--|
|                                | владеет (высокий)              | методами и инструментальными средствами исследования, моделирования и проектирования производственных, информационно-управляющих систем. | -владение терминологией предметной области знаний;<br>--владение способностью сформулировать задание на исследование;<br>-владение инструментами представления результатов моделирования. | -способность бегло и точно применять терминологический аппарат предметной области исследования;<br>-способность использовать приёмы, облегчающие поиск решения проблемы;<br>-способность оформить результаты исследования. |

## **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

### **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Моделирование систем» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Промежуточный контроль по дисциплине «Моделирование систем» проводится в 5 семестре в виде зачёта (устный опрос в форме собеседования), в 6 семестре в виде экзамена (устный опрос в форме ответов на вопросы экзаменационных билетов).

При приёме зачета используются контрольные вопросы для текущего контроля знаний (см. ниже).

Экзаменационные вопросы сформированы в билеты. Каждый билет состоит из 3 вопросов. Первый вопрос формируется на основе разделов теоретической части курса 1 – 3, и ставит своей целью проверить знания по теоретической части дисциплины. Второй вопрос формируется на основе разделов 4 – 7 и позволяет определить уровень знаний по использованию инструментальных средств при имитационном моделировании. Третий вопрос формулируется в виде задачи, и ставит целью проверку умения применить теоретические знания при решении практических задач.

## Вопросы к экзамену

### Вопрос 1

1. Классификация моделей. Краткая характеристика основных видов моделей.
2. Математическое моделирование. Основные соотношения математической модели.
3. Формализация процесса функционирования системы. Особенности перехода от описания системы к ее модели.
4. Алгоритмизация моделей. Принципы построения моделирующих алгоритмов.
5. Формализация процесса поступления заявок в СМО.
6. Формализация процесса обслуживания.
7. Классификация СМО по времени ожидания в очереди. Дисциплина очереди и порядок обслуживания заявок.
8. Показатели качества СМО.
9. Метод статистического моделирования. Структура статистической модели.
10. Получение случайных чисел на ЭВМ. Квазиравномерные числа. Псевдослучайные числа.
11. Физический и программный способ формирования случайных чисел. Статистическая проверка качества случайных чисел.
12. Моделирование случайных событий и дискретных случайных величин.
13. Моделирование непрерывной случайной величины. Метод обратной функции.
14. Приближенные способы преобразования случайных чисел (1, 2-й способы).
15. Приближенные способы получения случайных чисел, распределенных по нормальному закону и закону Пуассона, основанные на предельных теоремах теории вероятности.

16. Формирование реализаций случайных векторов.
17. Формирование реализаций случайных функций.
18. Статистическая обработка результатов моделирования. Оценка вероятности, закона распределения, мат. ожидания, дисперсии.
19. Оценка характеристик случайных векторов и функций.
20. Точность результатов статистического моделирования и оценка требуемого количества реализации.
21. Переходный процесс и правила автоматической остановки.
22. Методы уменьшения дисперсии при статистическом моделировании.
23. Основные этапы имитационного моделирования систем.
24. Проверка адекватности модели.
25. Валидация данных имитационной модели
26. Верификация имитационной модели.
27. Виды имитационных экспериментов.
28. Стратегическое и тактическое планирование эксперимента.
29. Анализ чувствительности имитационной модели.
30. Оценка точности результатов моделирования.
31. Факторный анализ, полный и дробный факторный эксперимент.
32. Общая структура моделей системной динамики.
33. Диаграммы причинно-следственных связей и потоковые диаграммы моделей.
34. Система моделирования Ithink. Уровни представления модели
35. Типовые модели потоковых идеограмм. Примеры моделей.

## **Вопрос 2**

1. Формирование потока заявок и моделирование процесса обслуживания в GPSS.
2. Формирование случайных величин с заданным законом распределения в GPSS и ARENA.



3. Моделирование случайных событий и дискретных случайных величины в GPSS и ARENA .
4. Блоки, используемые для фиксации результатов моделирования в GPSS и ARENA .
5. Элементы, символизирующие обслуживающие приборы, накопители в GPSS и ARENA .
6. Логика работы интерпретатора. Фазы вывода, коррекции таймера, просмотра.
7. Организация имитационных экспериментов на GPSS и ARENA :
  - а) определение длительности прогона;
  - б) особенности моделирования стационарных и нестационарных процессов.
8. Моделирование на GPSS выхода из строя обслуживающего канала.
9. Моделирующий алгоритм (МА) одноканальной СМО с различными дисциплинами выбора заявок из очереди.
10. Алгоритмы выбора заявок из очереди.
11. Моделирующий алгоритм многоканальной СМО с различными дисциплинами выбора каналов.
12. СМО с ненадежными каналами.
13. Программное обеспечение IDEF-моделирования.
14. Методология функционального моделирования IDEF0.
15. Методология описания бизнес процессов IDEF3.
16. Структурный анализ потоков данных DFD.
17. Интеграция функционального и имитационного моделирования.

### **Вопрос 3**

1. В одноканальную СМО поступает поток заявок, интервалы между которыми распределены по экспоненциальному закону с параметром  $\lambda=0.05$ . Время занятости канала распределено нормально со средним  $T_{об}=16$  и стандартным отклонением  $\sigma_{об}=3$ . Длина очереди ограничена 10 единицами. Ес-

ли очередь заполнена, то заявка получает отказ. Заявки обслуживаются в порядке поступления.

Требуется определить вероятность отказа в обслуживании, среднее время ожидания, среднюю длину очереди.

2. В трехканальную СМО поступает поток заявок, интервалы между которыми распределены равномерно со средним 20 и разбросом 6. Каналы идентичны с точки зрения обслуживания. Время занятости канала распределено нормально со средним  $T_{об}=60$  и стандартным отклонением  $\sigma_{об}=12$ . Выбор канала производится в порядке нумерации. Если поступившая заявка застаёт все каналы занятыми, то она становится в очередь. Длина очереди ограничена 9 единицами. Если очередь заполнена, то поступившая заявка получает отказ.

Требуется определить вероятность отказа в обслуживании, среднее время ожидания, среднюю длину очереди.

3. Одноканальная СМО состоит из буферного накопителя емкостью  $L=8$  и обслуживающего канала. В систему поступает поток заявок, интервалы между которыми распределены нормально со средним 60 и стандартным отклонением 12. Если поступающая заявка застаёт накопитель заполненным, то она получает отказ. Выбор заявок на обслуживание осуществляется в порядке поступления. Длительность обслуживания – случайная величина, распределенная равномерно со средним  $T_{об}=16$  и разбросом  $\sigma_{об}=5$ .

Требуется определить вероятность отказа в обслуживании, среднее время ожидания в очереди, среднюю длину очереди.

4. Многоканальная СМО состоит из буферного накопителя емкостью  $L=15$  и 3 обслуживающих каналов. В систему поступает поток заявок, интервалы между которыми распределено равномерно со средним 60 и разбросом 12. Если поступающая заявка застаёт накопитель заполненным, то она получает отказ. Выбор заявок на обслуживание осуществляется в порядке поступления. Если несколько каналов свободно, то выбор канала производится в порядке нумерации. Длительность обслуживания – случайная величина, рас-

пределенная нормально со средним  $T_{об}=16$  и стандартным отклонением  $\sigma_{об}=5$ .

Требуется определить вероятность отказа в обслуживании, среднее время ожидания в очереди, среднюю длину очереди, коэффициенты использования обслуживающих каналов.

5. В одноканальную СМО поступает поток заявок, интервалы между которыми распределены нормально со средним 25 и стандартным отклонением 5. Если поступившая заявка застаёт канал занятым, то она получает отказ, если канал свободен, то заявка обслуживается. Длительность обслуживания – случайная величина, распределенная по экспоненциальному закону с интенсивностью 0,05.

Требуется определить вероятность отказа в обслуживании требования. Коэффициент использования обслуживающего канала.

6. В трехканальную СМО поступает поток заявок, интервалы между которыми распределены равномерно со средним 20 и разбросом 6. Каналы идентичны с точки зрения обслуживания. Время занятости канала распределено по экспоненциальному закону с интенсивностью 0,025. Выбор канала производится в порядке нумерации. Если поступившая заявка застаёт все каналы занятыми, то она получает отказ.

Требуется определить вероятность отказа в обслуживании, коэффициенты использования обслуживающих каналов.

7. Рассмотрим СМО с несколькими каналами, перед которыми образуются очереди. В СМО поступает ординарный поток заявок с распределением интервалов между последовательными заявками по равномерному закону со средним 10 и разбросом 5.

Длины очередей ограничены 5 единицами. Поступившая заявка занимает первый свободный канал в порядке нумерации. Если все каналы заняты, заявка присоединяется к самой короткой очереди. Обслуживаются заявки в порядке поступления. Длительность обслуживания не зависит от номера ка-

нала и распределена по экспоненциальному закону с интенсивностью  $\mu = 0,05$ .

Нас интересуют следующие характеристики СМО: коэффициенты использования обслуживающих приборов, среднее время ожидания в очереди, средняя длина очереди.

8. Рассмотрим СМО с несколькими каналами, перед которыми образуются очереди. В систему поступает поток заявок, интервалы между которыми распределено нормально со средним 80 и стандартным отклонением 15. Длины очередей не ограничены. Поступившая заявка занимает первый свободный канал в порядке нумерации. Если все каналы заняты, заявка присоединяется к очереди канала, имеющего наименьший коэффициент использования. Обслуживаются заявки в порядке поступления. Длительность обслуживания не зависит от номера канала и распределена по экспоненциальному закону с интенсивностью  $\mu = 0,05$ .

Определить следующие характеристики СМО: коэффициенты использования обслуживающих приборов, среднее время ожидания в очереди, средняя длина очереди.

9. Одноканальная СМО состоит из буферного накопителя емкостью  $L=8$  и обслуживающего прибора. В систему поступает поток заявок, интервалы между которыми распределено равномерно со средним 60 и разбросом 12. Если поступающая заявка застаёт накопитель заполненным, то она получает отказ. Выбор заявок на обслуживание осуществляется в порядке поступления. Длительность обслуживания - случайная величина, распределенная равномерно со средним  $T_{об}=16$  и разбросом  $\sigma_{об}=5$ .

Требуется определить вероятность отказа в обслуживании, среднее время ожидания в очереди, среднюю длину очереди.

10. Многоканальная СМО состоит из буферного накопителя емкостью  $L=15$  и 4 обслуживающих каналов. В систему поступает поток заявок, интервалы между которыми распределено нормально со средним 20 и стандартным отклонением 4. Если поступающая заявка застаёт накопитель заполнен-

ным, то она получает отказ. Выбор заявок на обслуживание осуществляется в порядке поступления. Если несколько каналов свободно, то выбор канала производится в порядке нумерации. Длительность обслуживания распределена по экспоненциальному закону с интенсивностью  $\mu = 1/80$ .

Требуется определить вероятность отказа в обслуживании, среднее время ожидания в очереди, среднюю длину очереди, коэффициенты использования обслуживающих каналов.

11. В одноканальную СМО поступает поток заявок, интервалы между которыми распределены равномерно со средним 20 и разбросом 10. Если поступившая заявка застаёт канал занятым, то она получает отказ, если канал свободен, то заявка обслуживается. Длительность обслуживания распределена по экспоненциальному закону с интенсивностью  $\mu = 0,05$ .

Требуется определить вероятность отказа в обслуживании требования, коэффициент использования обслуживающего канала.

12. СМО имеет три канала обслуживания. Заявки на обслуживание поступают двумя потоками. Интервалы между заявками распределены по экспоненциальному закону с интенсивностями  $\lambda_1=0.001$  и  $\lambda_2=0.003$ . Заявка первого потока поступает на первый канал, если он занят, то поступает на второй канал. В случае его занятости заявка получает отказ. Заявка второго потока поступает на второй канал, если он занят - на третий. В случае его занятости получает отказ. Время обслуживания заявки зависит от номера канала, распределено по нормальному закону с параметрами:  $T_1=30, \sigma_1=5$ ;  $T_2=20, \sigma_2=4$ ;  $T_3=15, \sigma_3=3$ , где  $T_i$  - среднее время обслуживания,  $\sigma_i$  - стандартное отклонение.

Требуется определить вероятность отказов требований 1,2 потока, коэффициенты использования каналов.

13. В одноканальную СМО поступает поток заявок, интервалы между которыми распределены равномерно со средним 20 и разбросом 10. Если поступившая заявка застаёт канал занятым, то она становится в очередь, если очередь заполнена, то заявка получает отказ. Если канал свободен, то заявка

обслуживается. Длина очереди ограничена 5 единицами. Заявки из очереди обслуживаются в порядке поступления. Длительность обслуживания распределена по экспоненциальному закону с интенсивностью  $\mu = 0,05$ .

Требуется определить вероятность отказа в обслуживании требования. Коэффициент использования обслуживающего канала. Среднее время ожидания в очереди.

14. В одноканальную СМО поступает Пуассоновский поток заявок с параметром  $\lambda=0.05$ . Если поступившая заявка застаёт канал занятым, то она становится в очередь. При освобождении канала выбор заявки из очереди осуществляется по динамическому приоритету (обслуживается заявка, имеющая наименьшее время обслуживания). Длительность обслуживания - случайная величина, распределенная нормально со средним  $T_{об}=16$  и стандартным отклонением  $\sigma_{об}=3$ . Требуется определить среднее время ожидания, среднюю длину очереди.

15. В трехканальную СМО поступает Пуассоновский поток заявок с параметром  $\lambda=0.01$ . Каналы идентичны с точки зрения обслуживания. Время занятости канала распределено нормально со средним  $T_{об}=16$  и стандартным отклонением  $\sigma_{об}=3$ . Если все три канала заняты, то заявка становится в очередь. Выбор заявок на обслуживание осуществляется по динамическому приоритету (выбирается заявка имеющая наименьшее время обслуживания).

Требуется определить среднее время ожидания, среднюю длину очереди, коэффициент использования каналов.

16. В трехканальную СМО поступает Пуассоновский поток заявок с параметром  $\lambda=0.05$ . Каналы идентичны с точки зрения обслуживания. Время занятости канала распределено нормально со средним  $T_{об}=16$  и стандартным отклонением  $\sigma_{об}=3$ . Заявки обслуживаются в порядке поступления. Если поступившая заявка застаёт каналы занятыми, то она ожидает освобождения канала, но не более чем  $\tau(ж)$ , после чего получает отказ.  $\tau(ж)$  - случайная

величина, распределенная равномерно со средним  $\tau_0(j)=20$  и разбросом  $\Delta\tau=5$ .

Требуется определить вероятность отказа в обслуживании, среднее время ожидания, среднюю длину очереди.

17. В одноканальную СМО поступает Пуассоновский поток заявок с параметром  $\lambda=0.05$ . Время занятости канала распределено равномерно со средним  $T_{об}=16$  и стандартным отклонением  $\sigma_{об}=3$ . Заявки обслуживаются в случайном порядке. Если поступившая заявка застаёт канал занятым, то она ожидает обслуживания, но не более чем  $\tau(j)$ , после чего получает отказ.  $\tau(j)$  - случайная величина, распределенная равномерно со средним  $\tau_0(j)=20$  и разбросом  $\Delta\tau=5$ .

Требуется определить вероятность отказа в обслуживании, среднее время ожидания, среднюю длину очереди.

18. В одноканальную СМО поступает Пуассоновский поток заявок с параметром  $\lambda=0.05$ . Если поступившая заявка застаёт канал занятым, то она становится в очередь. При освобождении канала выбор заявки из очереди осуществляется по динамическому приоритету (обслуживается заявка, имеющая наименьшее время обслуживания). Длительность обслуживания - случайная величина, распределенная нормально со средним  $T_{об}=16$  и стандартным отклонением  $\sigma_{об}=3$ .

Требуется определить среднее время ожидания, среднюю длину очереди.

19. В трехканальную СМО поступает Пуассоновский поток заявок с параметром  $\lambda=0.05$ . Каналы идентичны с точки зрения обслуживания. Время занятости канала распределено нормально со средним  $T_{об}=16$  и стандартным отклонением  $\sigma_{об}=3$ . Если поступившая заявка застаёт канал занятым, то она может ожидать освобождения канала, но не более чем  $\tau(j)$ , после чего получает отказ.  $\tau(j)$  - случайная величина, распределенная равномерно со

средним  $\tau_0(j) = 20$  и разбросом  $\Delta\tau = 5$ . Из очереди на обслуживание выбирается заявка, имеющая наименьшее  $\tau(j)$ .

Требуется определить вероятность отказа в обслуживании, среднее время ожидания, среднюю длину очереди.

20. Одноканальная СМО состоит из буферного накопителя емкостью  $L=10$  и обслуживающего прибора. В систему поступает Пуассоновский поток заявок с параметром  $\lambda=0.05$ . Если поступающая заявка застаёт накопитель заполненным, то она получает отказ. Выбор заявок на обслуживание осуществляется по динамическому приоритету, выбирается заявка, имеющая наименьшее время обслуживания. Длительность обслуживания - случайная величина, распределенная нормально со средним  $T_{об}=16$  и стандартным отклонением  $\sigma_{об}=3$ .

Требуется определить вероятность отказа в обслуживании, среднее время ожидания в очереди, среднюю длину очереди.

21. В трехканальную СМО поступает Пуассоновский поток заявок с параметром  $\lambda=0.01$ . Каналы идентичны с точки зрения обслуживания. Время занятости канала распределено нормально со средним  $T_{об}=16$  и стандартным отклонением  $\sigma_{об}=3$ . Если все три канала заняты, то заявка становится в очередь. Выбор заявок на обслуживание осуществляется по динамическому приоритету, выбирается заявка имеющая наименьшее время обслуживания.

Требуется определить среднее время ожидания, среднюю длину очереди, коэффициент использования каналов.

22. В одноканальную СМО поступает Пуассоновский поток заявок с параметром  $\lambda=0.05$ . Время занятости канала распределено нормально со средним  $T_{об}=16$  и стандартным отклонением  $\sigma_{об}=3$ . Заявки обслуживаются в случайном порядке. Если поступившая заявка застаёт канал занятым, то она ожидает обслуживания, но не более чем  $\tau(j)$ , после чего получает отказ.  $\tau(j)$  - случайная величина, распределенная равномерно со средним  $\tau_0(j)=20$  и разбросом  $\Delta\tau=5$ .



Требуется определить вероятность отказа в обслуживании, среднее время ожидания, среднюю длину очереди.

23. В цехе установлено 6 станков, которые обслуживаются одним мостовым краном, когда это требуется по условиям производства. Для обслуживания станка кран должен затратить некоторое случайное время, распределенное нормально со средним  $T_{об}=20$  и стандартным отклонением  $\sigma_{об}=4$ . Прежде чем начать обслуживания станка, кран необходимо переместить в нужную точку. Время перемещения крана – случайная величина, распределенная равномерно со средним  $T_{пер}=10$  и разбросом  $\delta=4$ . Станки обслуживаются в порядке поступления требований на обслуживание. Интервалы времени между моментами поступления требований на обслуживание от каждого станка распределены экспоненциально с параметром  $\lambda=0.005$ .

Требуется определить среднее время простоя станков, коэффициент использования крана.

24. В трехканальную СМО поступает Пуассоновский поток заявок с параметром  $\lambda=0.05$ . Каналы идентичны с точки зрения обслуживания. Время занятости канала распределено нормально со средним  $T_{об}=16$  и стандартным отклонением  $\sigma_{об}=3$ . Заявки обслуживаются в порядке поступления. Если канал занят, то заявка ожидает освобождения канала, но не более чем  $\tau(ж)$ , после чего получает отказ.  $\tau(ж)$  – случайная величина, распределенная равномерно со средним  $\tau_0(ж)=20$  и разбросом  $\Delta\tau=5$ .

Требуется определить вероятность отказа в обслуживании, среднее время ожидания, среднюю длину очереди.

25. В трехканальную СМО поступает Пуассоновский поток заявок с параметром  $\lambda=0.01$ . Каналы идентичны с точки зрения обслуживания. Время занятости канала распределено нормально со средним  $T_{об}=16$  и стандартным отклонением  $\sigma_{об}=3$ . Если все три канала заняты, то заявка становится в очередь. Выбор заявок на обслуживание осуществляется по динамическому приоритету, выбирается заявка имеющая наименьшее время обслуживания.

Требуется определить среднее время ожидания, среднюю длину очереди, коэффициенты использования каналов.

26. СМО имеет три канала обслуживания. Заявки на обслуживание поступают двумя потоками по закону Пуассона с интенсивностями  $\lambda_1=0.001$  и  $\lambda_2=0.003$ . Заявка первого потока поступает на первый канал, если он занят, то поступает на второй канал. В случае его занятости заявка теряется. Заявка второго потока поступает на второй канал, если он занят - на третий, в случае его занятости теряется. Время обслуживания заявки зависит от номера канала, распределено по нормальному закону с параметрами:  $T_1=30, \sigma_1=5$ ;  $T_2=20, \sigma_2=4$ ;  $T_3=15, \sigma_3=3$ , где  $T_i$  - среднее время обслуживания,  $\sigma_i$  - стандартное отклонение.

Требуется определить вероятность потери требований 1,2 потоков, коэффициенты использования каналов.

27. В одноканальную СМО поступает Пуассоновский поток заявок с параметром  $\lambda=0.05$ . Время занятости канала распределено нормально со средним  $T_{об}=16$  и стандартным отклонением  $\sigma_{об}=3$ . Если поступившая заявка застаёт канал занятым, то она ожидает обслуживания, но не более чем  $\tau(ж)$ , после чего получает отказ.  $\tau(ж)$ - случайная величина, распределенная равномерно со средним  $\tau_0(ж)=20$  и разбросом  $\Delta\tau=5$ . Из очереди на обслуживание выбирается заявка, имеющая наименьшее  $\tau(ж)$ .

Требуется определить вероятность отказа в обслуживании, среднее время ожидания, среднюю длину очереди.

28. Одноканальная СМО состоит из буферного накопителя емкостью  $L=10$  и обслуживающего прибора. В систему поступает Пуассоновский поток заявок с параметром  $\lambda=0.05$ . Если поступающая заявка застаёт накопитель заполненным, то она получает отказ. Заявки обслуживаются в порядке поступления. Длительность обслуживания - случайная величина, распределенная нормально со средним  $T_{об}=16$  и стандартным отклонением  $\sigma_{об}=3$ .

Требуется определить вероятность отказа в обслуживании, среднее время ожидания, среднюю длину очереди.

29. В одноканальную СМО поступает Пуассоновский поток заявок с параметром  $\lambda=0.05$ . Если поступившая заявка застаёт канал занятым, то она получает отказ, если канал свободен, то заявка обслуживается. Длительность обслуживания – случайная величина, распределенная нормально со средним  $T_{об}=16$  и стандартным отклонением  $\sigma_{об}=3$ .

Требуется определить вероятность отказа в обслуживании требования.

30. В трехканальную СМО поступает Пуассоновский поток заявок с параметром  $\lambda=0.01$ . Поступающая заявка занимает первый свободный канал в порядке нумерации. Если все три канала заняты, то заявка становится в очередь. Выбор заявки на обслуживание производится случайным образом с равной вероятностью. Длительность обслуживания распределена равномерно и зависит от номера канала, среднее значение и разброс равны соответственно  $T_1=15, \sigma_1=5$ ;  $T_2=10, \sigma_2=4$ ;  $T_3=5, \sigma_3=2$ .

Требуется определить среднее время ожидания в очереди, среднюю длину очереди, коэффициенты использования каналов.

31. В одноканальную СМО поступает Пуассоновский поток заявок с параметром  $\lambda=0.05$ . Если поступившая заявка застаёт канал занятым, то она становится в очередь. При освобождении канала выбор заявки из очереди производится по принципу “последний пришел - первый обслужен”. Длительность обслуживания - случайная величина, распределенная нормально со средним  $T_{об}=16$  и стандартным отклонением  $\sigma_{об}=3$ .

Требуется определить среднее время ожидания в очереди, среднюю длину очереди.

32. Одноканальная СМО состоит из буферного накопителя емкостью  $L=9$  и обслуживающего прибора. В систему поступает Пуассоновский поток заявок с параметром  $\lambda=0.05$ . Если поступающая заявка застаёт накопитель заполненным, то она получает отказ. Заявки обслуживаются случайным об-

разом с равной вероятностью. Длительность обслуживания - случайная величина, распределенная нормально со средним  $T_{об}=16$  и стандартным отклонением  $\sigma_{об}=3$ .

Требуется определить вероятность отказа в обслуживании, среднее время ожидания, среднюю длину очереди.

33. В трехканальную СМО поступает Пуассоновский поток заявок с параметром  $\lambda=0.01$ . Поступающая заявка занимает первый свободный канал в порядке нумерации. Если все три канала заняты, то заявка становится в очередь. Выбор заявки на обслуживание производится в порядке поступления. Длительность обслуживания распределена равномерно и зависит от номера канала, среднее значение и разброс равны соответственно  $T_1=15, \sigma_1=5$ ;  $T_2=10, \sigma_2=4$ ;  $T_3=5, \sigma_3=2$ .

Требуется определить среднее время ожидания в очереди, среднюю длину очереди, коэффициенты использования каналов.

34. В трехканальную СМО поступает Пуассоновский поток заявок с параметром  $\lambda=0.01$ . Поступающая заявка занимает первый свободный канал в порядке нумерации. Если все три канала заняты, то заявка становится в очередь. Выбор заявки на обслуживание производится случайная образом с равной вероятностью. Длительность обслуживания распределена равномерно и зависит от номера канала, среднее значение и разброс равны соответственно  $T_1=15, \sigma_1=5$ ;  $T_2=10, \sigma_2=4$ ;  $T_3=5, \sigma_3=2$ .

Требуется определить среднее время ожидания в очереди, среднюю длину очереди, коэффициенты использования каналов.

**Критерии оценки студенту на зачёте/экзамене по дисциплине  
«Моделирование систем»:**

| Баллы<br>(рейтинго-<br>вой оценки) | Оценка<br>зачёта/<br>экзамена<br>(стандартная) | Требования к сформированным компетенциям   |
|------------------------------------|--|--|
| 86-100                             | «зачтено»<br>«отлично»                         | <p>Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.</p> <p><b>Знает:</b> принципы, методы формализации, алгоритмизации и реализации аналитических, численных, имитационных моделей; методы моделирования производственных, экономических, вычислительных и информационных процессов, связанных с функционированием объектов профессиональной деятельности и их компонентов;</p> <p><b>Умеет:</b> проводить анализ существующих методологий/средств разработки систем, их выбор, внедрение и применение на данном предприятии или конкретной организации;</p> <p><b>Владеет:</b> методами и средствами анализа, моделирования и оптимизации объектов профессиональной деятельности и их компонентов; методами и инструментальными средствами исследования, моделирования и проектирования производственных, информационно-управляющих систем.</p> |
| 76-85                              | «зачтено»<br>«хорошо»                          | <p>Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.</p>  |
| 61-75                              | «зачтено»<br>«удовлетворительно»               | <p>Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.</p>  |
| Менее 61                           | «не зачтено»<br>«неудовлетворительно»          | <p>Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.</p>   |

## **Оценочные средства для текущей аттестации**

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Моделирование систем» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Моделирование систем» проводится в форме контрольных мероприятий (устный опрос, защита лабораторных работ, защита курсовой работы) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

### **Краткая характеристика оценочных средств:**

- УО-1 - Собеседование - средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний, обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.
- ПР-5 – Курсовая работа – продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.
- ПР-6 – Лабораторная работа – средство для закрепления и практического освоения материала по определенному разделу.

## **Контрольные вопросы для текущего контроля знаний**

### **Раздел 1. Введение в дисциплину (4 час).**

1. Приведите основные понятия теории моделирования систем: модель, гипотеза, аналогия, эксперимент и т.п. .
2. Приведите примеры видов моделей систем.
3. Какие существуют классификационные признаки видов моделирования систем? .
4. Что называется статической и динамической моделями объекта?
5. В чем отличие аналитических и имитационных моделей?
6. . В чем суть методики имитационного моделирования?
7. . В чем заключается достоинство имитационного моделирования как метода исследования сложных систем?

### **Раздел 2. Формализация и алгоритмизация процессов функционирования систем (10 час).**

8. В чем сущность системного подхода к моделированию систем на ЭВМ?
9. . Что называется концептуальной моделью системы?
10. Поясните принципы построения блочной конструкции модели системы.
11. Какие проверки достоверности модели выполняются на различных этапах моделирования систем?
12. Какие типовые математические схемы используются при моделировании сложных систем и их элементов?
13. Что называется математической схемой?
14. Каковы условия и особенности использования при разработке моделей систем различных типовых математических схем?
15. Каковы основные принципы построения моделирующих алгоритмов процессов функционирования систем?
16. . Какие циклы можно выделить в моделирующем алгоритме? Что называется прогоном модели?

17. В чем сущность интерпретации результатов имитационного моделирования системы?

18. В каком соотношении находятся понятия «цель моделирования» и «адекватность модели»?

### **Раздел 3. Основы статистического моделирования систем (16 час.)**

19. В чем сущность метода статистического моделирования на ЭВМ?

20. Какая последовательность случайных чисел используется в качестве базовой при статистическом моделировании на ЭВМ?

21. Какие способы генерации последовательностей случайных чисел используются при моделировании?

22. Почему генерируемые последовательности случайных чисел на ЭВМ называются псевдослучайными?

23. Какие существуют методы проверки качества генераторов случайных чисел?

24. На каком принципе основывается моделирование полной группы случайных событий?

25. Какие существуют способы моделирования случайных событий с заданным законом распределения?

26. Какие существуют способы моделирования непрерывной случайной величины с заданным законом распределения?

27. Какие существуют способы моделирования дискретной случайной величины с заданным законом распределения?

28. Какие параметры имеет нормальный закон распределения? Объясните их физический смысл. Как смоделировать нормальное случайное число?

29. В чем сущность методов фиксации и обработки результатов при статистическом моделировании систем на ЭВМ?

30. Каковы особенности имитационного эксперимента на ЭВМ с точки зрения обработки результатов?



31. Какие методы математической статистики используются для анализа результатов имитационного моделирования систем?
32. Что называется точностью и достоверностью результатов моделирования на ЭВМ?
33. Как повысить точность результатов статистического моделирования системы в условиях ограниченности ресурсов ЭВМ?
34. Какие требования пользователь предъявляет к имитационной модели?

**Раздел 4. Инструментальные средства автоматизации моделирования(18 час.)**

35. Чем отличаются языки имитационного моделирования от языков общего назначения?
36. Как можно представить архитектуру языка имитационного моделирования?
37. Какие имеются группы языков моделирования дискретных систем?
38. Приведите классификацию инструментальных средств в соответствии с поддерживаемым стилем имитационного моделирования?
39. Какие понятия, показатели и параметры описывают систему массового обслуживания?
40. К какому классу алгоритмических языков относится система моделирования GPSS World?
41. В чем заключается принцип организации системы моделирования GPSS World?
42. Что представляют из себя объекты GPSS-модели?
43. Какие блоки языка GPSS World используются для имитации одноканальных устройств?
44. Какие блоки языка GPSS World осуществляют модификацию параметров транзактов?
45. Как реализуется передача управления (изменение последовательности передвижения транзактов в модели) в GPSS-модели?

46. Какие блоки GPSS World предназначены для получения статистических результатов моделирования системы?
47. Как организуются списки в системе моделирования?
48. Из каких элементов состоит стандартный отчет?
49. Какие средства имеются в GPSS World для организации экспериментов с моделью?

### **Раздел 5. Планирование экспериментов при имитационном моделировании (12 час.)**

50. Каковы особенности компьютерного эксперимента?
51. Виды компьютерных экспериментов.
52. Какие виды факторов бывают в имитационном эксперименте?
53. Что называется полным факторным экспериментом?
54. Какова цель стратегического планирования компьютерных экспериментов?
55. Какие проблемы стратегического планирования являются основными?  
Какова цель тактического планирования компьютерных экспериментов

### **Раздел 6. Модели системной динамики (4 час.)**

56. Охарактеризуйте общую структуру моделей системной динамики.
57. Основные этапы технологии системной динамики.
58. Уровни представления модели в системе моделирования Ithink.
59. Типовые модели потоковых идеограмм.

### **Раздел 7. Функциональное моделирование (8 час.)**

60. Программное обеспечение IDEF-моделирования.
61. Методология функционального моделирования IDEF0.
62. Методология описания бизнес процессов IDEF3.
63. Структурный анализ потоков данных DFD.
64. Интеграция функционального и имитационного моделирования (пакеты AllFusion PM и Arena).

### **Критерии оценки (устный ответ)**

- 100-85 баллов - если ответ показывает прочные знания основных

процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

- 85-76 - баллов - ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

- 75-61 - балл – оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

- 60-50 баллов – ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

## Темы курсовых работ

1. Исследование на имитационной модели работы сборочного участка цеха предприятия.
2. Исследование на имитационной модели работы обрабатывающего участка цеха предприятия.
3. Исследование на имитационной модели работы регулировочного участка цеха предприятия.
4. Исследование на имитационной модели системы передачи данных.
5. Исследование на имитационной модели системы обработки информации.
6. Исследование на имитационной модели работы участка термической обработки цеха предприятия.
7. Исследование на имитационной модели магистрали передачи данных.
8. Исследование на имитационной модели работы комплектовочного конвейера сборочного цеха.
9. Исследование на имитационной модели работы транспортного цеха объединения.
10. Исследование на имитационной модели работы специализированной вычислительной системы.
11. Исследование на имитационной модели работы вычислительного центра.
12. Исследование на имитационной модели работы системы коллективного пользования.
13. Исследование на имитационной модели системы передачи цифровой информации.
14. Исследование на имитационной модели работы узла коммутации сообщений.
15. Исследование на имитационной модели работы распределённого банка данных системы сбора информации.

16. Исследование на имитационной модели системы автоматизации проектирования.
17. Исследование на имитационной модели работы участка обработки и сборки литейного цеха предприятия.
18. Исследование на имитационной модели системы обработки данных в АСУ ТП.
19. Исследование на имитационной модели работы вычислительной системы.
20. Исследование на имитационной модели работы информационно-поисковой библиографической системы.
21. Исследование на имитационной модели работы информационной системы реального времени.
22. Исследование на имитационной модели системы автоматизации экспериментов (САЭ).
23. Исследование на имитационной модели работы аэропорта.
24. Исследование на имитационной модели работы диспетчера внутризаводским транспортом.
25. Исследование на имитационной модели процесса движения транспорта на четырехстороннем перекрестке.
26. Исследование на имитационной модели процесса движения на одноколейном участке железной дороги.
27. Исследование на имитационной модели процесса обработки деталей на станке.

## **Лабораторные работы**

Варианты заданий к лабораторным работам и методические рекомендации по их выполнению приведены в учебно-методических пособиях (см. раздел VI. Методические указания по освоению дисциплины) и в УМКД дисциплины.

### **Критерии оценки (письменный ответ)**

- 100-86 баллов - если ответ показывает глубокое и систематическое знание всего программного материала и структуры конкретного вопроса, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой. Студент демонстрирует отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области. Знание основной литературы и знакомство с дополнительно рекомендованной литературой. Логически корректное и убедительное изложение ответа.

- 85-76 - баллов - знание узловых проблем программы и основного содержания лекционного курса; умение пользоваться концептуально-понятийным аппаратом в процессе анализа основных проблем в рамках данной темы; знание важнейших работ из списка рекомендованной литературы. В целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответа.

- 75-61 - балл - фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса; затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины; неполное знакомство с рекомендованной литературой; частичные затруднения с выполнением предусмотренных программой заданий; стремление логически определенно и последовательно изложить ответ.

- 60-50 баллов - незнание, либо отрывочное представление о данной проблеме в рамках учебно-программного материала; неумение использовать понятийный аппарат; отсутствие логической связи в ответе.