

Направление подготовки 09.03.01. «Информатика и вычислительная техника»  
Профиль «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети»  
РПД Б1.В.10 «Моделирование»



**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
в г. Смоленске**

**УТВЕРЖДАЮ**

Зам. директора  
по учебно-методической работе  
филиала ФГБОУ ВО  
«НИУ «МЭИ» в г. Смоленске  
В.В. Рожков  
« 25 » 08 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**МОДЕЛИРОВАНИЕ**

(наименование дисциплины)

Направление подготовки: **09.03.01. «Информатика и вычислительная техника»**

Профиль **«Вычислительные машины, комплексы, системы и сети»**

Уровень высшего образования: **бакалавриат**

Нормативный срок обучения: **4 года**

Форма обучения: **очная**

Год набора: **2021**

Смоленск

Программа составлена с учетом ФГОС ВО – бакалавриата по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», утвержденного приказом Минобрнауки России от «19» сентября 2017 г. № 929

**Программу составил:**

**к.т.н., доцент**

**Н.П. Прокуденков**

« 25 » 06 2021 г.

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Вычислительная техника»  
« 30 » 06 2021 г., протокол № 11

**Заведующий кафедрой вычислительной техники**

**д.т.н., профессор**

**А.С. Федулов**

« 02 » 07 2021 г.

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

**Ответственный в филиале по работе**

**с ЛОВЗ и инвалидами**

**Е.В. Зуева**

« 02 » 07 2021 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель** освоения дисциплины: подготовка обучающихся к решению научно-исследовательского типа задач профессиональной деятельности по разработке и исследованию моделей объектов, систем и процессов посредством формирования компетенций, предусмотренных ФГОС и установленных программой бакалавриата на основе профессиональных стандартов в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

**Задачи:** изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач, касающихся моделирования реальных систем массового обслуживания:

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:

**УК-1** - Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

**ПК-2** - способности с использованием методов анализа данных разрабатывать и исследовать модели объектов, систем и процессов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Моделирование» относится к вариативной части программы.

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

Б1.О.03 Философия

Б1.В.ДВ.04.01 Методы анализа данных

Б1.В.ДВ.04.02 Прикладная статистика

Б1.В.09 Введение в цифровую обработку сигналов

Б1.В.12 Основы теории управления

Б1.В.ДВ.02.01 Искусственные нейронные сети

Б1.В.ДВ.02.02 Основы нечеткого логического вывода

Б1.В.ДВ.05.01 Основы теории надежности

Б1.В.ДВ.05.02 Надежность и диагностика технических средств

Перечень последующих дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной дисциплиной:

ФТД.02 Теория принятия решений

Б2.В.03(Н) Научно-исследовательская работа

Б2.В.04(Пд) Преддипломная практика

Б3.01 Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы

### 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины направлено на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки:

#### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

| Компетенция  | Индикаторы достижения компетенций  | Результаты обучения  |
|--|--|--|
| УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие   | <b>Знает:</b> возможности и порядок использования современных систем моделирования на базе средств ВТ.<br><b>Умеет:</b> применять современные системы моделирования на базе средств вычислительной техники<br><b>Владеет:</b> навыками применения современных систем моделирования на базе средств вычислительной техники                                |
|  | УК-1.5 Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки | <b>Знает:</b> порядок построения моделей с использованием инструментальных средств моделирования<br><b>Умеет:</b> разрабатывать модели с использованием инструментальных средств моделирования<br><b>Владеет:</b> навыками разработки моделей с использованием инструментальных средств моделирования  |
| ПК-2.-Способен, с использованием методов анализа данных, разрабатывать и исследовать модели объектов, систем и процессов             | ПК-2.1 Разрабатывает с использованием методов анализа данных модели объектов, систем и процессов                       | <b>Знает:</b> методы построения моделей.<br><b>Умеет:</b> разрабатывать модели с использованием инструментальных средств моделирования.<br><b>Владеет:</b> навыками разработки моделей с использованием инструментальных средств моделирования.  |
|  | ПК-2.2 Исследует с использованием методов анализа данных модели объектов, систем и процессов                           | <b>Знает:</b> языки поведенческого описания цифровых компонентов и логических функций.<br><b>Умеет:</b> сравнивать результаты функционально-логического моделирования и схемотехнического моделирования стандартных ячеек библиотеки.<br><b>Владеет:</b> навыками анализа и оптимизации моделей с использованием инструментальных средств моделирования. |



#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Индекс  | Наименование  | Семестр 8  |                     |           |     |     |    |     |    |          |       | Итого за курс |            |                     |     |     |    |     |    |          |          |  |      |
|---------|---------------|------------|---------------------|-----------|-----|-----|----|-----|----|----------|-------|---------------|------------|---------------------|-----|-----|----|-----|----|----------|----------|--|------|
|         |               | Контроль   | Академических часов |           |     |     |    |     |    |          |       | з.е.          | Контроль   | Академических часов |     |     |    |     |    |          |          |  | з.е. |
|         |               |            | Всего               | Кон такт. | Лек | Лаб | Пр | КРП | СР | Контроль | Всего |               |            | Кон такт.           | Лек | Лаб | Пр | КРП | СР | Контроль | Всего    |  |      |
| Б1.В.10 | Моделирование | Экз<br>РГР | <b>180</b>          | 48        | 20  | 12  | 16 |     | 96 | 36       | 5     | Экз<br>РГР    | <b>180</b> | 48                  | 20  | 12  | 16 |     | 96 | 36       | <b>5</b> |  |      |

#### ОБОЗНАЧЕНИЯ:

##### Виды промежуточной аттестации (виды контроля):

Экз - экзамен;

ЗаО - зачет с оценкой;

За – зачет;

##### Виды работ:

Контакт. – контактная работа обучающихся с преподавателем;

Лек. – лекционные занятия;

Лаб.– лабораторные работы;

Пр. – практические занятия;

КРП – курсовая работа (курсовой проект);

РГР – расчетно-графическая работа (реферат);

СР – самостоятельная работа студентов;

з.е.– объем дисциплины в зачетных единицах.

**Содержание дисциплины:**

| № | Наименование видов занятий и тематик, содержание   |
|---|--|
| 1 | <p>лекционные занятия 10 шт. по 2 часа:</p> <p><b>Тема 1. Методы моделирования</b></p> <p>1.1. Основные требования к моделям. Формальная модель системы. Системные свойства моделей. Классификация видов моделирования. Понятие о типовой схеме моделирования систем.</p> <p>1.2. Основные понятия теории массового обслуживания. Поток заявок и его характеристики. Простейший поток заявок и его особенности. Стратегии управления потоками заявок в СМО. Базовые модели СМО. Обозначения СМО.</p> <p>1.3. Параметры СМО. Характеристики СМО. Аналитические модели одноканальных СМО с отказами. Аналитические модели одноканальных СМО с ограниченной очередью и очередью без ограничений. Уравнения Колмогорова. Расчет параметров одноканальных СМО.</p> <p>1.4. Аналитические модели многоканальных СМО с отказами. Аналитические модели многоканальных СМО с ограниченной очередью и очередью без ограничений. Условия существования стационарного режима в многоканальных СМО. Расчет параметров многоканальных СМО.</p> <p>1.5. Основные понятия имитационного моделирования. Основные функции ИМ. Типовые задачи решаемые средствами компьютерного моделирования. Системы имитационного моделирования. Структурный анализ процесса (определение структуры). Формализованное описание модели. Построение модели.</p> <p>1.6. Сущность метода статистического моделирования. Стандартная случайная величина, требования к последовательности псевдослучайных чисел. Способы формирования случайных чисел. Сущность аппаратного, табличного и алгоритмического способов. Достоинства и недостатки способов получения случайных чисел.</p> <p>1.7. Q-схемы систем массового обслуживания. Алгоритм функционирования Q-схем. Составление Q-схемы для многоканальной и многофазной систем массового обслуживания. Два принципа построения моделирующих алгоритмов.</p> <p>1.8. Моделирование случайных событий. Моделирование дискретных случайных величин. Методы моделирования непрерывных случайных величин. Сущность метода обратной функции. Сущность табличного метода и метода композиций. Моделирование случайных величин, распределенных по нормальному закону, равномерному закону, и экспоненциальному закону. Моделирование случайных векторов.</p> <p><b>Тема 2. Разработка моделей, инструментальные средства моделирования систем</b></p> <p>1.9. Классификация средств моделирования, сравнительная оценка основных классов средств моделирования. Основные требования к инструментальным средствам моделирования. Общая характеристика GPSS World. Построение программ в GPSS World.</p> <p>1.10. Общая характеристика системы ARENA. Построение моделей в системе ARENA.</p> |

|   |  |
|---|--|
| 2 | <p>лабораторные работы 3 шт. по 4 часа</p> <p><b>Лабораторная работа 2.1.</b><br/><i>Построение модели вычислительной системы на языке GPSS.</i><br/>Требуется смоделировать на языке GPSS работу вычислительной системы, задействованной в управлении технологическим оборудованием. Необходимо формализовать работу рассматриваемой системы, и построить Q-модель рассматриваемой системы, как системы массового обслуживания. Составить блок-схему алгоритма и реализовать её с использованием языка моделирования GPSS.</p> <p><b>Лабораторная работа 2.2.</b><br/><i>Моделирование отказов вычислительной системы на языке GPSS.</i><br/>В данной работе модель работы компьютера задействованного в управлении технологическим оборудованием (модель разработана в Л.Р. №1), дополняется ситуацией возникновения отказа. При этом необходимо прервать работу системы и запустить программу, позволяющую устранить отказ. Необходимо формализовать работу рассматриваемой системы, и построить Q-модель рассматриваемой системы, как системы массового обслуживания. Составить блок-схему алгоритма и реализовать её с использованием языка моделирования GPSS</p> <p><b>Лабораторная работа 2.3.</b><br/><i>Сравнение имитационных и аналитических моделей СМО.</i><br/>В соответствии с заданием на лабораторную работу, требуется построить имитационные и аналитические модели простейших одноканальных и многоканальных СМО, провести сравнительный анализ результатов моделирования, оценить преимущества и недостатки имитационных и аналитических моделей.</p>  |
| 3 | <p>практические занятия: 8 шт. по 2 часа</p> <p><b>Практическое занятие 3.1.</b><br/><i>Построение моделей одноканальной и многоканальной систем массового обслуживания на языке GPSS.</i><br/>По заданным Q-схемам одноканальных и многоканальных систем массового обслуживания требуется построить их модели на языке GPSS. Выполнить моделирование, оценить работу приборов и выполнить оптимизацию, в соответствии с рабочим заданием.</p> <p><b>Практическое занятие 3.2.</b><br/><i>Построение модели многофазной системы массового обслуживания на языке GPSS.</i><br/>По заданной Q-схеме многофазной системы массового обслуживания требуется построить её модель на языке GPSS. Выполнить моделирование, оценить работу приборов и выполнить оптимизацию, в соответствии с рабочим заданием.</p> <p><b>Практическое занятие 3.3.</b><br/><i>Построение модели многофазной системы массового обслуживания на языке GPSS при наличии разнородных входных потоков.</i><br/>По заданной Q-схеме многофазной системы массового обслуживания с двумя входными потоками заявок требуется построить её модель на языке GPSS. Необходимо реализовать сортировку потоков заявок после их обслуживания в приборах. Выполнить моделирование, оценить работу приборов и выполнить оптимизацию, в соответствии с рабочим заданием.</p> <p><b>Практическое занятие 3.4.</b><br/><i>Построение модели многофазной системы массового обслуживания с отказами на языке GPSS.</i><br/>По заданной Q-схеме многофазной системы массового обслуживания требуется построить блок-схему алгоритма. В разработанной блок-схеме необходимо реализовать ограничение по времени нахождения транзактов в буфере,. Построить модель на языке GPSS. Выпол-</p> |



|   |  |
|---|--|
|   | <p>нить моделирование, оценить работу приборов и выполнить оптимизацию, в соответствии с рабочим заданием.</p> <p><b>Практическое занятие 3.5.</b><br/> <i>Построение модели многофазной системы массового обслуживания, с отказами, ограничением по времени ожидания обслуживания и на языке GPSS.</i><br/>                 По заданной Q-схеме многофазной системы массового обслуживания требуется построить блок-схему алгоритма. В разработанной блок-схеме необходимо реализовать прерывание работы системы по одному из каналов. Построить модель на языке GPSS. Выполнить моделирование, оценить работу приборов и выполнить оптимизацию, в соответствии с рабочим заданием.</p> <p><b>Практическое занятие 3.6.</b><br/> <i>Построение моделей одноканальной и многоканальной систем массового обслуживания в системе ARENA.</i><br/>                 По заданным Q-схемам одноканальных и многоканальных систем массового обслуживания требуется построить их модели в системе ARENA. Выполнить моделирование, оценить работу приборов и выполнить оптимизацию, в соответствии с рабочим заданием.</p> <p><b>Практическое занятие 3.7.</b><br/> <i>Построение модели многофазной системы массового обслуживания в системе ARENA.</i><br/>                 По заданной Q-схеме многофазной системы массового обслуживания с двумя входными потоками заявок требуется построить её модель в системе ARENA. Необходимо реализовать сортировку потоков заявок после их обслуживания в приборах. Выполнить моделирование, оценить работу приборов и выполнить оптимизацию, в соответствии с рабочим заданием.</p> <p><b>Практическое занятие 3.8.</b><br/> <i>Построение модели многофазной системы массового обслуживания, с отказами, ограничением по времени ожидания обслуживания в системе ARENA.</i><br/>                 По заданной Q-схеме многофазной системы массового обслуживания требуется построить блок-схему алгоритма. В разработанной блок-схеме необходимо реализовать прерывание работы системы по одному из каналов. Построить модель в системе ARENA. Выполнить моделирование, оценить работу приборов и выполнить оптимизацию, в соответствии с рабочим заданием.</p> |
| 4 | <p>расчетно-графическая работа</p> <p><b>Разработка модели вычислительной системы на языке GPSS.</b><br/>                 Каждый из студентов получает индивидуальное задание на РГР.<br/>                 В ходе работы, необходимо проанализировать работу рассматриваемой системы, оценить возможность их реализации с использованием стандартных блоков системы GPSS. Выполнить формализацию работы системы и составить Q-схему системы массового обслуживания. Далее, в соответствии с полученной Q-схемой, необходимо составить блок-схему работы системы и реализовать её на языке GPSS. По результатам моделирования оценить работу блоков системы, определить нагрузочные параметры.</p>  |
| 5 | <p>Самостоятельная работа студентов:</p> <p>5.1. Подготовка к защите лабораторных работ.<br/>                 5.2. Подготовка к контрольным опросам на практических занятиях (на 4-м и 8-м занятиях).<br/>                 5.3. Выполнение расчетно-графической работы<br/>                 5.4. Подготовка к экзамену по дисциплине<br/>                 (оценочные материалы приведены в разделе 6 настоящей РПД).</p>   |



## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Таблица - Образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебных занятий по дисциплине

| № п/п | Виды учебных занятий                             | Образовательные технологии   |
|-------|--|--|
|       | Лекции   | Классическая (традиционная, информационная) лекция в формате мультимедийных презентаций  |
|       | Лабораторные работы                              | Технология выполнения лабораторных заданий индивидуально   |
|       | Практические занятия                             | Технология выполнения практических заданий индивидуально   |
|       | Самостоятельная работа студентов (внеаудиторная) | Информационно-коммуникационные технологии (доступ к ЭИОС филиала, к ЭБС филиала, доступ к информационно-методическим материалам по дисциплине) |
|       | Контроль (промежуточная аттестация: экзамен)     | Технология устного опроса<br>Компьютерное тестирование   |

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ – ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

К промежуточной аттестации студентов по дисциплине могут привлекаться представители работодателей, преподаватели последующих дисциплин, заведующие кафедрами.

Оценка качества освоения дисциплины включает как текущий контроль успеваемости, так и промежуточную аттестацию.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости:

### Примеры вопросов для защиты лабораторной работы 1

1. Как задать функцию на языке GPSS?
2. Как вызвать заданную функцию?
3. Как присвоить значения параметрам транзакта?
4. Как изменить значение параметра транзакта?
5. Как обратиться к параметру транзакта?
6. Как смоделировать циклический режим обслуживания транзактов?
7. Расшифруйте стандартный отчет о результатах моделирования
8. Как моделируется оперативная память компьютера?
9. Как задать время моделирования 5 суток?
10. Как смоделировать загрузку в оперативную память ядра операционной системы?

### Примеры вопросов для защиты лабораторной работы 2

1. Назначение блоков PREEMPT и RETURN
2. Основные параметры блока PREEMPT

3. Что происходит с прерванным в устройстве транзактом?
4. Как задать приоритет транзакта?
5. Назначение блока ASSIGN
6. Порядок доступ к параметрам транзактов

### **Примеры вопросов для защиты лабораторной работы 3**

1. В чем достоинства имитационных моделей?
2. В чем достоинства аналитических моделей?
3. В чем недостатки имитационных моделей?
4. В чем недостатки аналитических моделей?
5. Как влияет изменение числа обрабатываемых транзактов на точность результатов имитационной модели?
6. Расшифруйте обозначение СМО М/М/1/3?
7. Как смоделировать отказ в обслуживании транзакта?
8. Как смоделировать ограничение на число мест в очереди?

### **Примеры вопросов к контрольному опросу на 4-м практическом занятии**

1. В чем заключается сущность понятий «модель» и «моделирование»?
2. Назовите системные свойства моделей.
3. Классификация видов моделирования.
4. Сформулируйте основные требования к моделям.
5. Какие типовые математические схемы используются при моделировании?
6. Основные понятия теории массового обслуживания.
7. Понятие потока заявок в СМО и его характеристики.
8. Простейший поток заявок и его особенности.
9. В чём заключается стратегия управления потоками заявок в СМО.
10. Назовите базовые модели СМО. Как обозначаются СМО в нотации Кендалла.
11. Параметры и характеристики СМО.
12. Аналитические модели одноканальных СМО с отказами и с ожиданием.
13. Аналитические модели многоканальных СМО с отказами и с ожиданием.

### **Примеры вопросов к контрольному опросу на 8-м практическом занятии**

1. Сущность имитационного моделирования.
2. Сущность метода статистического моделирования.
3. Способы формирования случайных чисел. Сущность аппаратного и табличного способов.
4. Способы формирования случайных чисел. Сущность алгоритмического способа.
5. Моделирование случайных событий.
6. Моделирование дискретных случайных величин.
7. Методы моделирования непрерывных случайных величин. Сущность метода обратной функции.
8. Методы моделирования непрерывных случайных величин. Сущность табличного метода и метода композиций.
9. Методы моделирования непрерывных случайных величин. Сущность метода кусочно-линейной аппроксимации законов распределения
10. Моделирование случайных величин, распределенных по нормальному закону, по равномерному закону, по экспоненциальному закону.
11. Основные этапы моделирования систем.
12. Принципы построения моделирующих алгоритмов.
13. Алгоритм моделирования с постоянным шагом во времени.

14. Алгоритм моделирования по особым состояниям.
15. Порядок анализа системы при построении концептуальной модели
16. Классификация средств моделирования, сравнительная оценка основных классов средств моделирования
17. Основные требования к инструментальным средствам моделирования.

#### **Краткое содержание РГР:**

«Разработка модели вычислительной системы на языке GPSS.»

В ходе работы, необходимо проанализировать работу рассматриваемой системы, оценить возможность её реализации с использованием стандартных блоков системы GPSS. Выполнить формализацию работы системы и составить Q-схему системы массового обслуживания. Далее, в соответствии с полученной Q-схемой, необходимо составить блок-схему работы системы и реализовать её на языке GPSS. По результатам моделирования оценить работу блоков системы, определить нагрузочные параметры.

#### **Примеры вопросов к защите РГР:**

1. Чем отличается моделирование многоканальных СМО о одноканальных?
2. В каких единицах измеряется время в GPSS-моделях?
3. Как установить в модели заданную продолжительность моделирования (по времени моделирования)?
4. Как установить в модели заданную продолжительность моделирования (по числу прошедших модель транзактов)?
5. Как выполнить ограничение количества транзактов в очереди?
6. Как выполнить ограничение пребывания транзактов в очереди по времени?
7. Как в системе GPSS можно задать дискретную функцию?
8. Как можно задать приоритет транзактам?
9. С помощью какого блока можно разделить неоднородный поток транзактов?
10. Расшифруйте стандартный отчет по очередям.
11. Расшифруйте стандартный отчет по приборам.

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

##### **Примеры вопросов к теоретической части дисциплины:**

1. Основные требования к моделям. Формальная модель системы.
2. Системные свойства моделей.
3. Классификация видов моделирования.
4. Основные понятия теории массового обслуживания.
5. Поток заявок и его характеристики.
6. Простейший поток заявок и его особенности.
7. Стратегии управления потоками заявок в СМО.
8. Базовые модели СМО. Обозначения СМО.
9. Параметры СМО.
10. Характеристики СМО.
11. Аналитические модели одноканальных СМО с отказами.
12. Аналитические модели одноканальных СМО с ожиданием и с ограничением на длину очереди.
13. Аналитические модели одноканальных СМО с ожиданием без ограничений на длину очереди.
14. Аналитические модели многоканальных СМО с отказами.
15. Аналитические модели многоканальных СМО с ожиданием и с ограничением на длину

- очереди
16. Аналитические модели многоканальных СМО с ожиданием без ограничений на длину очереди.
  17. Сущность метода статистического моделирования.
  18. Алгоритм нахождения параметров закона распределения с использованием метода статистического моделирования. Пример.
  19. Стандартная случайная величина, требования к последовательности псевдослучайных чисел.
  20. Способы формирования случайных чисел: Сущность аппаратного и табличного и способов.
  21. Алгоритмический способ получения случайных чисел.
  22. Достоинства и недостатки способов получения случайных чисел.
  23. Моделирование случайных событий и дискретных случайных величин.
  24. Методы моделирования непрерывных случайных величин. Сущность метода обратной функции.
  25. Методы моделирования непрерывных случайных величин. Сущность табличного метода и метода композиций.
  26. Основные требования к моделям, этапы моделирования систем.
  27. Принципы построения моделирующих алгоритмов. Алгоритм с постоянным шагом во времени.
  28. Принципы построения моделирующих алгоритмов. Алгоритм по особым состояниям.
  29. Основные требования к инструментальным средствам моделирования.
  30. Классификация средств моделирования, сравнительная оценка основных классов средств моделирования.
  31. Общая характеристика GPSS World. Модель системы массового обслуживания.
  32. Типы операторов GPSS. Формат GPSS – блоков. Блоки GENERATE и TERMINATE.
  33. Элементы, отображающие одноканальное устройство обслуживания.
  34. Элементы, отображающие многоканальное устройство обслуживания.
  35. Блоки сбора статистики об ожидании. Отчет по очередям.
  36. Условные операторы: TEST, TRANSFER, GATE.
  37. Параметры транзактов. Блок ASSIGN.
  38. СЧА объектов и системы.
  39. Статистические таблицы в GPSS.
  40. Блок PREEMPT. Режимы работы блока.

### Типовые задачи к практической части дисциплины:

#### Задача № 1

Система передачи данных содержит два канала для передачи информации. Пакеты поступают по первому каналу с интенсивностью  $\lambda=10^2 \text{ сек}^{-1}$ , а по второму каналу с интервалами времени  $8 \pm 4 \text{ мс}$ . и накапливаются в буферной памяти емкостью 8 сообщений. Далее они обрабатываются, по правилу FIFO, ЭВМ на протяжении  $5 \pm 3 \text{ мс}$ . После обработки сообщения первого вида поступают в буфер А, а второго вида в буфер В и передаются по выходной линии за время 3мс. Смоделировать работу системы в течение 10мин..(GPSS).

#### Задача № 2

Информационно-поисковая библиографическая система построена на базе двух ЭВМ и имеет один терминал для ввода и вывода информации. Первая ЭВМ обеспечивает поиск литерату-

ры по научно-техническим проблемам (вероятность обращения к ней — 0,7), а вторая — по медицинским (вероятность обращения к ней — 0,3). Пользователи обращаются к услугам системы каждые  $5 \pm 2$  мин. Если в очереди к терминалу ожидают 10 пользователей, то вновь прибывшие пользователи получают отказ в обслуживании. Поиск информации на первой ЭВМ продолжается  $6 \pm 4$  мин, а на второй  $3 \pm 2$  мин. Для установления связи с нужной ЭВМ и передачи текста запроса пользователи тратят  $2 \pm 1$  мин.

Смоделировать процесс работы системы за 8 ч. ..(GPSS).

#### Задача № 3

Система обработки информации содержит мультиплексный канал и две ЭВМ. Сигналы от датчиков поступают на вход канала через интервалы времени  $10 \pm 5$  мкс. В канале они буферизируются и предварительно обрабатываются в течение  $10 \pm 3$  мкс. Затем они поступают на обработку в ту ЭВМ, где имеется наименьшая по длине входная очередь. Ёмкости входных накопителей во всех ЭВМ рассчитаны на хранение величин 10 сигналов. Время обработки сигнала в любой ЭВМ равно  $3 \pm 6$  мкс.

Смоделировать процесс обработки 500 сигналов, поступающих с датчиков. (GPSS)

#### Задача № 4

Информационная система реального времени состоит из центрального процессора, основной памяти ёмкостью 100 КБайт и накопителя на жёстком диске. Запросы от большого числа удалённых терминалов поступают каждые  $75 \pm 25$  мс и обрабатываются центральным процессором за время 1 мс. После этого каждый запрос помещается в оперативную память либо получает отказ в обслуживании, если оперативная память заполнена (каждый запрос занимает 2 КБайт памяти). Для обслуживаемых запросов производится поиск информации на дисковом накопителе за время  $120 \pm 25$  мс и её считывание за время  $10 \pm 5$  мс. Работа с накопителем не требует вмешательства центрального процессора. После этого запрос считается обслуженным..

Смоделировать процесс обслуживания 100 запросов.

#### Задача № 5

В системе передачи данных осуществляется обмен пакетами данных между пунктами А и В по дуплексному каналу связи. Пакеты поступают в пункты системы от абонентов с интервалами времени между ними  $10 \pm 3$  мс. Передача пакета занимает 10 мс. В пунктах имеются буферные регистры, которые могут хранить три пакета (включая передаваемый). В случае прихода пакета в момент занятости регистров пунктам системы предоставляется выход на спутниковую полудуплексную линию связи, которая осуществляет передачу пакетов данных за  $10 \pm 5$  мс. При занятости спутниковой линии пакет получает отказ.

Смоделировать обмен информацией в системе передачи данных в течение 1 мин..

#### Задача № 6

На вычислительном центре имеются две ЭВМ. Задания на обработку поступают с интервалом, распределённым по экспоненциальному закону с  $T_{cp}$  равным 15 мин, в пункт приёма. Здесь в течение  $12 \pm 3$  мин они регистрируются и сортируются оператором, после чего каждое задание поступает на одну из свободных ЭВМ. Примерно в 30 % заданий в результате их первой обработки на ЭВМ обнаруживаются ошибки ввода, которые исправляются пользователями вне лаборатории, а затем вновь поступают в пункт приёма. Продолжительность работы ЭВМ при обработке задания в каждом случае составляет  $10 \pm 5$  мин. Смоделировать процесс функционирования вычислитель-

ной лаборатории при условии, что обработать необходимо 100 заданий.

#### Задача № 7

На ЭВМ, работающую в составе АСУТП, через каждые  $5 \pm 1$  с поступает информация от датчиков и измерительных устройств. До обработки на ЭВМ информационные сообщения накапливаются в буферной памяти ёмкостью в одно сообщение. Продолжительность обработки сообщений на ЭВМ —  $8 \pm 2$  с. Суть процесса такова, что имеет смысл продолжать обработку сообщений находящихся в буферной памяти не более 10 с. Остальные сообщения считаются потерянными. Смоделировать процесс работы ЭВМ на протяжении 20 час. Определить коэффициент загрузки ЭВМ.

#### Задача № 8

В студенческой вычислительной лаборатории расположены две рабочие станции (РС) и одна ПЭВМ для предварительной подготовки данных. Студенты приходят с интервалом в  $8 \pm 2$  мин и одна треть из них хочет использовать ПЭВМ и РС, а остальные — только РС. Допустимая очередь в вычислительной лаборатории составляет 4 человека, включая работающего на ПЭВМ. Работа на ПЭВМ занимает  $18 \pm 1$  мин, а на РС — 27 мин.

Смоделировать работу вычислительной лаборатории в течение 60 ч. (Арена)

#### Задача № 9

В системе передачи цифровой информации передаётся речь в цифровом виде. Речевые пакеты передаются через два транзитных канала, буферизируясь в накопителях перед каждым каналом. Время передачи пакета по каналу составляет 5 мс. Пакеты поступают через  $6 \pm 3$  мс. Пакеты, передававшиеся более 10 мс, на выходе системы уничтожаются, так как их появление в декодере значительно снизит качество передаваемой речи.

Смоделировать 10 с работы системы. Определить частоту уничтожения пакетов и частоту подключения ресурса.

#### Задача № 10

Система обработки информации содержит мультиплексный канал и две ЭВМ. Сигналы от датчиков поступают на вход канала через интервалы времени  $10 \pm 5$  мкс. В канале они буферизируются и предварительно обрабатываются в течение  $10 \pm 3$  мкс. Затем они поступают на обработку в ту ЭВМ, где имеется наименьшая по длине входная очередь. Ёмкости входных накопителей во всех ЭВМ рассчитаны на хранение величин 10 сигналов. Время обработки сигнала в любой ЭВМ равно  $3 \pm 6$  мкс.

Смоделировать процесс обработки 500 сигналов, поступающих с датчиков. (Арена).

#### Задача № 11

АСОИУ реального времени состоит из ЦП, ОЗУ ёмкостью 200 К и накопителя на жёстком диске. Заявки от внешних устройств поступают каждые  $50 \pm 15$  мс и обрабатываются ЦП за время 2 мс. Далее каждый заявка помещается в ОЗУ, занимая при этом 4К памяти, либо получает отказ в обслуживании, если ОЗУ заполнена. Для обслуживаемых запросов производится поиск и считывание информации на жестком диске за время  $100 \pm 20$  мс. Работа с накопителем не требует вмешательства центрального процессора. После этого запрос считается обслуженным и освобождает



место в ОЗУ.

Смоделировать процесс обслуживания 100 запросов. Подсчитать количество запросов, получивших отказ в обслуживании.

#### Задача № 12

Информационно-поисковая библиографическая система построена на базе двух ЭВМ и имеет один терминал для ввода и вывода информации. Первая ЭВМ обеспечивает поиск литературы по научно-техническим проблемам (вероятность обращения к ней — 0,7), а вторая — по медицинским (вероятность обращения к ней — 0,3). Пользователи обращаются к услугам системы каждые  $5 \pm 2$  мин. Если в очереди к терминалу ожидают 10 пользователей, то вновь прибывшие пользователи получают отказ в обслуживании. Поиск информации на первой ЭВМ продолжается  $6 \pm 4$  мин, а на второй  $3 \pm 2$  мин. Для установления связи с нужной ЭВМ и передачи текста запроса пользователи тратят  $2 \pm 1$  мин.

Смоделировать процесс работы системы за 8 ч. (Арена)

#### Задача № 14

Распределённый банк данных системы сбора информации организован на базе ЭВМ, соединённых дуплексным каналом связи. Поступающий запрос обрабатывается на первой ЭВМ и с вероятностью 50 % необходимая информация обнаруживается на месте. В противном случае необходима посылка запроса на вторую ЭВМ. Запросы поступают через  $10 \pm 3$  с, первичная обработка запроса занимает 2 с, выдача ответа требует  $18 \pm 2$  с, передача по каналу связи занимает 3 с. Временные характеристики второй ЭВМ аналогичны первой.

Смоделировать прохождение 400 запросов.

#### Задача № 15

Вычислительная система включает три ЭВМ. В систему в среднем через 30 с поступают задания, которые попадают в очередь на обработку к первой ЭВМ, где они обрабатываются около 30 с. Интервалы между поступлением заданий и время их обработки на первой ЭВМ распределены по экспоненциальному закону. После этого задания поступают одновременно во вторую и третью ЭВМ. Вторая ЭВМ может обработать задачу за  $14 \pm 5$  с, а третья — за  $16 \pm 1$  с. Окончание обработки задания на любой ЭВМ означает снятие её с решения с той и другой машины.

Смоделировать 4 ч работы системы.

#### Задача № 16

В вычислительную машину, работающую в системе управления технологическим процессом, через каждые  $3 \pm 1$  с поступает информация от датчиков и измерительных устройств. До обработки на ЭВМ информационные сообщения накапливаются в буферной памяти ёмкостью в три сообщения 5. Продолжительность обработки сообщений на ЭВМ —  $5 \pm 2$  с. Динамика технологического процесса такова, что имеет смысл обрабатывать сообщения, ожидающие в буферной памяти не более 12 с. Остальные сообщения считаются потерянными.

Смоделировать процесс поступления в ЭВМ 200 сообщений.

В филиале используется система с традиционной шкалой оценок – "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно", "зачтено", "не зачтено" (далее - пятибалльная система).



Форма промежуточной аттестации по настоящей дисциплине – экзамен

Применяемые критерии оценивания по дисциплинам (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

| Оценка по дисциплине  | Критерии оценки результатов обучения по дисциплине  |
|---|---|
| «отлично»/<br>«зачтено (отлично)»/<br>«зачтено»                     | Выставляется обучающемуся, обнаружившему всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практическое задание. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «эталонный».                                  |
| «хорошо»/<br>«зачтено (хорошо)»/<br>«зачтено»                       | Выставляется обучающемуся, обнаружившему полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющему предусмотренные задания, усвоившему основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнивший практическое задание, но допустивший при этом принципиальные ошибки. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «продвинутый».   |
| «удовлетворительно»/<br>«зачтено (удовлетворительно)»/<br>«зачтено» | Выставляется обучающемуся, обнаружившему знание материала изученной дисциплины в объёме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющемуся с выполнением заданий, знакомому с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившему погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающему необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившему другие практические задания из того же раздела дисциплины. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «пороговый».   |
| «неудовлетворительно»/ не зачтено                                   | Выставляется обучающемуся, обнаружившему серьёзные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции на уровне «пороговый», закреплённые за дисциплиной, не сформированы. |

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Учебное и учебно-лабораторное оборудование

Для лекций:

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; демонстрационным оборудованием: персональным компьютером (ноутбуком); переносным (стационарным) проектором.

Для лабораторных работ и практических занятий:

Учебная аудитория для лабораторных работ, выполняемых в компьютерном классе, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; персональными компьютерами с подключением к сети "Интернет".

Для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине используется помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; персональными компьютерами с подключением к сети "Интернет" и доступом в ЭИОС филиала.

### Программное обеспечение

При проведении практических и лабораторных работ предусматривается использование следующего программного обеспечения:

программы общего назначения: Microsoft Office (Word, Excel), MatLab.

язык моделирования GPSS (Student version limited size);

система моделирования Arena (Student version limited size).

## 8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

### для слепых и слабовидящих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;

- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;

- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;

- зачёт проводится в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

### для глухих и слабослышащих:

- лекции оформляются в виде электронного документа;

- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- зачёт проводится в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

**для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
- зачёт проводится в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере;
- используется специальная учебная аудитория для лиц с ЛОВЗ – ауд. 106 главного учебного корпуса по адресу 214013, г. Смоленск, Энергетический пр-д, д.1, здание энергетического института (основной корпус).

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены филиалом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**для слепых и слабовидящих:**

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

**для глухих и слабослышащих:**

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

**для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература.**

1. Шелухин, О. И. Моделирование информационных систем : учебное пособие / О. И. Шелухин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2018. — 516 с. — ISBN 978-5-9912-0193-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111118> (дата обращения: 10.07.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Трухин, М. П. Моделирование сигналов и систем. Система массового обслуживания : учебное пособие / М. П. Трухин ; под научной редакцией С. В. Поршнева. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 232 с. — ISBN 978-5-8114-3922-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-

библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/125738> (дата обращения: 12.02.2020). —  
Режим доступа: для авториз. пользователей.

**Дополнительная литература.**

1. Кудрявцев, Е. М. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем / Е. М. Кудрявцев. — Москва : ДМК Пресс, 2008. — 317 с. — ISBN 5-94074-219-X. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/1213> (дата обращения: 12.03.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.



### ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

| Но-<br>мер<br>изме-<br>мене-<br>ния | Номера страниц       |                      |            |                               | Всего<br>стра-<br>ниц в<br>доку-<br>менте | Наименование<br>и № документа,<br>вводящего<br>изменения | Подпись, Ф.И.О.<br>внесшего измене-<br>ния в данный эк-<br>земпляр | Дата<br>внесения из-<br>менения в<br>данный эк-<br>земпляр | Дата<br>введения<br>изменения |
|-------------------------------------|----------------------|----------------------|------------|-------------------------------|---|--|--|--|-------------------------------|
|                                     | изме-<br>нен-<br>ных | заме-<br>нен-<br>ных | но-<br>вых | анну-<br>лиро-<br>ванн-<br>ых |   |  |  |  |                               |
| 1                                   | 2                    | 3                    | 4          | 5                             | 6   | 7  | 8  | 9  | 10                            |
|                                     |                      |                      |            |                               |   |  |  |  |                               |