

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ЭКОНОМИКИ И УПРАВЛЕНИЯ

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  
Экономики и  
Управления Володин В.М.  
« 12 » *Володин* 2016 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.2.4 Имитационное моделирование

( индекс дисциплины по учебному плану, наименование дисциплины )

Направление подготовки 38.03.05 "Бизнес-информатика"  
( код, наименование направления подготовки )

Квалификация (степень) выпускника – бакалавр

Форма обучения очная, заочная  
( очная, заочная, очно-заочная )

Пенза, 2016

### 1. Цели освоения учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины Б1.2.4. «Имитационное моделирование» являются:

- изучение методов и моделей имитационного моделирования и развитие практических навыков решения задач по моделированию экономических, социальных и производственно-технологических систем для формирования, принятия и реализации управленческих решений;
- получение студентами теоретических знаний и практических навыков создания и использования имитационных моделей;
- знакомство с основными понятиями систем массового обслуживания и ее приложениями;
- развитие аналитического мышления, навыков имитационного моделирования систем с конфликтами за ресурсы и методами экспериментального анализа таких систем.

### 2. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Имитационное моделирование» относится к обязательным дисциплинам вариативной части (блок Б1.2) дисциплин подготовки студентов по направлению 38.03.05 «Бизнес-информатика».

Изучение дисциплины «Имитационное моделирование» базируется на положениях следующих дисциплин: «Теоретические основы информатики», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Математический анализ», «Программирование», «Объектно-ориентированный анализ и программирование», «Исследование операций».

Основные положения данной дисциплины могут быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин: «Эконометрическое моделирование бизнес-процессов», «Инструментальные средства моделирования сложных систем» а также при работе над выпускной квалификационной работой.

Знания, полученные в рамках курса, будут востребованы организациями и специалистами, применяющими в своей деятельности современные средства ИКТ и управления бизнесом.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины Б1.2.4. «Имитационное моделирование»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

| Коды компетенции | Наименование компетенции   | Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)  |
|------------------|--|---|
| 1                | 2  | 3   |
| ОПК-1            | Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом | <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- задачи профессиональной деятельности, информационную и библиографическую культуру;</li> <li>- основные требования информационной безопасности</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- решать стандартные задачи профессиональной деятельности</li> </ul> <p>Владеть:</p> |

|       |   |   |
|-------|---|---|
|       | основных требований информационной безопасности   | - соответствующим математическим аппаратом и инструментальными средствами для решения стандартных задач профессиональной деятельности   |
| ПК-18 | Способность использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования | Знать:<br>- основные информационные системы и информационно-коммуникативные технологии  |
|       |   | Уметь:<br>- применять имитационный подход при составлении моделей в сфере профессиональной деятельности;<br>- использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для составления имитационных моделей для управления бизнесом; |
|       |   | Владеть:<br>- навыками анализа и систематизации информации по теме исследования применительно к поставленной задаче управления бизнесом с помощью имитационных моделей  |

#### 4. Структура и содержание дисциплины Б1.2.4 «Имитационное моделирование»

##### 4.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов. Программой дисциплины предусмотрены: лекционные занятия (17 часов), лабораторные работы (34 часа), самостоятельная работа студента (57 часов).

##### Очная форма обучения

| № п/п | Наименование разделов и тем дисциплины   | Семестр | Недели семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) |        |                      |                      |                        |                                  |                     |                          | Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) |            |                 |                       |  |                                       |              |                       |
|-------|--|---------|-----------------|--|--------|----------------------|----------------------|------------------------|----------------------------------|---------------------|--------------------------|--|------------|-----------------|-----------------------|--|---------------------------------------|--------------|-----------------------|
|       |  |         |                 | Аудиторная работа  |        |                      |                      | Самостоятельная работа |                                  |                     |                          | Собеседование  | Коллоквиум | Проверка тестов | Проверка контр. работ | Комплексные ситуационные задания для проверки умений и навыков | Проверка эссе и иных творческих работ | Тестирование |                       |
|       |  |         |                 | Всего  | Лекция | Практические занятия | Лабораторные занятия | Всего                  | Подготовка к аудиторным занятиям | Реферат, эссе и др. | Курсовая работа (проект) |  |            |                 |                       |  |                                       |              | Подготовка к экзамену |
| 1.    | Методология имитационного моделирования. Имитационные модели, процесс имитационного моделирования (базовые определения). | 5       | 1-2             | 6  | 2      |                      | 4                    | 9                      | 9                                |                     |                          |  | 2          |                 |                       |  | 2                                     |              | 17                    |
| 2.    | Математический аппарат имитационного моделирования. Основные методологические подходы к построению имитационных моделей. | 5       | 3-4             | 6  | 2      |                      | 4                    | 9                      | 9                                |                     |                          |  | 4          |                 |                       |  | 4                                     |              | 17                    |
| 3.    | Аналитические методы исследования систем массового обслуживания. Базовая концепция СМО.                                  | 5       | 5-8             | 8  | 4      |                      | 4                    | 9                      | 9                                |                     |                          |  | 8          |                 |                       |  | 8                                     |              | 17                    |

|    |   |     |       |    |    |  |    |    |    |  |  |  |                          |  |         |  |    |  |    |
|----|---|-----|-------|----|----|--|----|----|----|--|--|--|--------------------------|--|---------|--|----|--|----|
| 4. | Современные универсальные компьютерные среды и языки имитационного моделирования. Компьютерное имитационное моделирование экономических систем. | 5   | 9-13  | 15 | 5  |  | 10 | 12 | 12 |  |  |  | 13                       |  |         |  | 13 |  | 17 |
| 5. | Эмпирический анализ систем массового обслуживания. Измерения случайных потоков. Прогнозирование характеристик СМО по результатам измерений.     | 5   | 14-15 | 6  | 2  |  | 4  | 9  | 9  |  |  |  | 15                       |  |         |  | 15 |  | 17 |
| 6. | Имитационные методы моделирования систем массового обслуживания.  | 5   | 16-17 | 10 | 2  |  | 8  | 9  | 9  |  |  |  | 17                       |  |         |  | 17 |  | 17 |
|    | Общая трудоемкость, в часах   | 108 |       | 51 | 17 |  | 34 | 57 | 57 |  |  |  | Промежуточная аттестация |  |         |  |    |  |    |
|    |   |     |       |    |    |  |    |    |    |  |  |  | Форма                    |  | Семестр |  |    |  |    |
|    |   |     |       |    |    |  |    |    |    |  |  |  | Зачет                    |  | 5       |  |    |  |    |

### Заочная форма обучения

| №<br>п/п | Наименование разделов и тем дисциплины | Семестр | Недели семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) |        |                      |                      |                        |                                  |   |                       | Формы текущего контроля успеваемости |            |                 |                       |  |                                       |              |  |  |
|----------|--|---------|-----------------|--|--------|----------------------|----------------------|------------------------|----------------------------------|---|-----------------------|--------------------------------------|------------|-----------------|-----------------------|--|---------------------------------------|--------------|--|--|
|          |  |         |                 | Аудиторная работа  |        |                      |                      | Самостоятельная работа |                                  |   |                       | Собеседование                        | Коллоквиум | Проверка тестов | Проверка контр. работ | Комплексные ситуационные задания для проверки умений и навыков | Проверка эссе и иных творческих работ | Тестирование |  |  |
|          |  |         |                 | Всего  | Лекция | Практические занятия | Лабораторные занятия | Всего                  | Подготовка к аудиторным занятиям | Подготовка и написание контрольной работы | Подготовка к экзамену |                                      |            |                 |                       |  |                                       |              |  |  |
|          |  |         |                 |  |        |                      |                      |                        |                                  |   |                       |                                      |            |                 |                       |  |                                       |              |  |  |

|    |   |     |  |    |  |    |    |    |    |  |                          |  |         |   |  |   |
|----|---|-----|--|----|--|----|----|----|----|--|--------------------------|--|---------|---|--|---|
| 1. | Методология имитационного моделирования. Имитационные модели, процесс имитационного моделирования (базовые определения).                        | 5   |  | 2  |  | 2  | 10 | 8  | 2  |  | +                        |  | +       | + |  | + |
| 2. | Математический аппарат имитационного моделирования. Основные методологические подходы к построению имитационных моделей.                        | 5   |  | 2  |  | 2  | 11 | 8  | 3  |  | +                        |  | +       | + |  | + |
| 3. | Аналитические методы исследования систем массового обслуживания. Базовая концепция СМО.   | 5   |  | 2  |  | 2  | 12 | 10 | 2  |  | +                        |  | +       | + |  | + |
| 4. | Современные универсальные компьютерные среды и языки имитационного моделирования. Компьютерное имитационное моделирование экономических систем. | 5   |  | 4  |  | 4  | 24 | 18 | 6  |  | +                        |  | +       | + |  | + |
| 5. | Эмпирический анализ систем массового обслуживания. Измерения случайных потоков. Прогнозирование характеристик СМО по результатам измерений.     | 5   |  | 2  |  | 2  | 13 | 9  | 4  |  | +                        |  | +       | + |  | + |
| 6. | Имитационные методы моделирования систем массового обслуживания.  | 5   |  | 2  |  | 2  | 24 | 20 | 4  |  | +                        |  | +       | + |  | + |
|    | Общая трудоемкость, в часах   | 108 |  | 14 |  | 14 | 94 | 73 | 21 |  | Промежуточная аттестация |  |         |   |  |   |
|    |   |     |  |    |  |    |    |    |    |  | Форма                    |  | Семестр |   |  |   |
|    |   |     |  |    |  |    |    |    |    |  | Зачет                    |  | 5       |   |  |   |

## 4.2. Содержание дисциплины

### **Тема 1. Методология имитационного моделирования. Имитационные модели, процесс имитационного моделирования (базовые определения).**

Имитационные модели, процесс имитационного моделирования (базовые определения). Введение в имитационное моделирование. Имитационные модели, область применения и основные определения. Структура процесса имитационного моделирования.

### **Тема 2. Математический аппарат имитационного моделирования. Основные методологические подходы к построению имитационных моделей.**

Основные методологические подходы к построению имитационных моделей. Имитационные модели систем. Дискретные имитационные модели. Непрерывные имитационные модели. Методологии имитационного моделирования. Принципы и методы построения имитационных моделей. Аналитический метод, метод статистического моделирования (Монте-Карло), комбинированный подход.

### **Тема 3. Аналитические методы исследования систем массового обслуживания. Базовая концепция СМО**

Структура и классификация СМО. Вывод системы линейных дифференциальных уравнений Колмогорова. Предельные вероятности состояний системы.

Марковские модели СМО. Модели СМО с конечным размером очереди. Модели с многими серверами. Модели СМО с полными потерями. Анализ переходных процессов в СМО. Расширения Марковских моделей.

Немарковские модели СМО. Модели с марковскими входными потоками. Распределение времени ожидания. Подход полумарковских процессов. Распределение времени занятости.

### **Тема 4. Современные универсальные компьютерные среды и языки имитационного моделирования. Компьютерное имитационное моделирование экономических систем.**

Современные универсальные компьютерные среды и языки имитационного моделирования. Компьютерные среды моделирования. Построение моделей в компьютерных средах для производственно-технологических и социально-экономических систем. Виды применяемых систем и примеры формирования имитирующих моделей. Возможности использования имитационных языков. Сведения о современных программных продуктах в этой области. Программные методы построения имитационных моделей. Основные программные модели для имитации поведения СМО.

Моделирование и программирование замкнутой и открытой СМО.

Моделирование СМО средствами GPSS. История и назначение языка GPSS. Объекты и блоки языка. Построение простейших имитационных моделей СМО.

Компьютерное имитационное моделирование экономических систем. Имитационное моделирование инвестиционных рисков.

### **Тема 5. Эмпирический анализ систем массового обслуживания. Измерения случайных потоков. Прогнозирование характеристик СМО по результатам измерений.**

Использование моделей для прогнозирования характеристик СМО. Построение больших имитационных моделей. Моделирование прогнозирования объема продаж.

Статистические методы восстановления функциональных зависимостей. Оценивание вида модели СМО. Оценивание вероятностей потерь. Оценивание параметров СМО в эконометрии.

### **Тема 6. Имитационные методы моделирования систем массового обслуживания.**

Классификация систем массового обслуживания. Основные показатели эффективности работы СМО. Основная задача теории систем массового обслуживания. Модели потоков событий. Применение прикладных пакетов программ для моделирования СМО.

## 5. Образовательные технологии

Технологии получения студентами теоретических знаний связаны с лекционными занятиями и основаны на принципах самостоятельной внеаудиторной работы с рекомендуемым учебно-методическим и информационным обеспечением учебной дисциплины. Освоение теоретического и методологического материала предполагается также за счет проведения интернет тестирования и интернет тренингов с использованием баз ФЕПО и специализированных сайтов.

Технология формирования и закрепления практических навыков и умений у студентов базируется на выполнении и защите лабораторных и курсовых работ, основанных на компьютерных симуляциях, связанных с созданием и разработкой экономических документов и проведением экономических расчетов.

Для оценки полученных компетенций применяются различные формы текущего контроля успеваемости. С помощью собеседований оцениваются знания, полученные по различным темам в ходе освоения дисциплины. Также разработаны комплексные ситуационные задания для оценки умений и навыков. В конце семестра предусматривается тестирования, включающее в себя вопросы и задания по всем пройденным темам, и зачет.

В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по собственной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины базируется на следующих возможностях: обеспечение внеаудиторной работы со студентами в том числе в электронной образовательной среде с использованием соответствующего программного оборудования, дистанционных форм обучения, возможностей интернет-ресурсов, индивидуальных консультаций и т.д.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья проводится в зависимости от их индивидуальных потребностей. При необходимости обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляется социально-психологическая помощь и сопровождение. Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечиваются печатными и электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

### **Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

#### **6.1. План самостоятельной работы студентов очной формы обучения**

| № нед. | Тема   | Вид самостоятельной работы          | Задание   | Рекомендуемая литература                        | Количество часов |
|--------|--|-------------------------------------|---|---|------------------|
| 1-2    | Методология имитационного моделирования. Имитационные модели, процесс имитационного моделирования (базовые определения). | 1. Подготовка к аудиторным занятиям | 1. Изучение рекомендуемой литературы                      | См. список основной и дополнительной литературы | 9                |
| 3-4    | Математический аппарат имитационного моделирования. Основные методологические подходы к построению имитационных моделей. | 1. Подготовка к аудиторным занятиям | 1. Изучение рекомендуемой литературы                      | См. список основной и дополнительной литературы | 9                |
| 5-8    | Аналитические методы исследования систем массового обслуживания.   | 1. Подготовка к аудиторным занятиям | 1. Изучение рекомендуемой литературы и необходимых сайтов | См. список основной и дополнительной литературы | 9                |



|       |   |                                     |  |   |    |
|-------|---|-------------------------------------|--|---|----|
|       | Базовая концепция СМО.  |                                     |  |   |    |
| 9-13  | Современные универсальные компьютерные среды и языки имитационного моделирования. Компьютерное имитационное моделирование экономических систем. | 1. Подготовка к аудиторным занятиям | 1. Изучение рекомендуемой литературы и сайтов<br>2. Решение контрольных вопросов по лабораторным работам | См. список основной и дополнительной литературы | 12 |
| 14-15 | Эмпирический анализ систем массового обслуживания. Измерения случайных потоков. Прогнозирование характеристик СМО по результатам измерений.     | 1. Подготовка к аудиторным занятиям | 1. Изучение рекомендуемой литературы и сайтов  | См. список основной и дополнительной литературы | 9  |
| 16-18 | Имитационные методы моделирования систем массового обслуживания.  | 1. Подготовка к аудиторным занятиям | 1. Изучение рекомендуемой литературы   | См. список основной и дополнительной литературы | 9  |

### **План самостоятельной работы студентов заочной формы обучения**

| № п/п | Тема   | Вид самостоятельной работы  | Задание                                | Рекомендуемая литература                        | Количество часов |
|-------|--|---|--|---|------------------|
| 1.    | Методология имитационного моделирования. Имитационные модели, процесс имитационного моделирования (базовые определения). | 1. Подготовка к аудиторным занятиям<br>2. Подготовка и написание контрольной работы | 1. Изучение рекомендуемой литературы   | См. список основной и дополнительной литературы | 10               |
| 2.    | Математический аппарат имитационного моделирования. Основные методологические подходы к построению имитационных моделей. | 1. Подготовка к аудиторным занятиям<br>2. Подготовка и написание контрольной работы | 1. Изучение рекомендуемой литературы   | См. список основной и дополнительной литературы | 11               |
| 3.    | Аналитические методы исследования  | 1. Подготовка к аудиторным занятиям   | 1. Изучение рекомендуемой литературы и | См. список основной и дополнительной            | 12               |

|    |   |   |  |   |    |
|----|---|---|--|---|----|
|    | систем массового обслуживания. Базовая концепция СМО.   | 2. Подготовка и написание контрольной работы  | необходимых сайтов   | литературы                                      |    |
| 4. | Современные универсальные компьютерные среды и языки имитационного моделирования. Компьютерное имитационное моделирование экономических систем. | 1. Подготовка к аудиторным занятиям<br>2. Подготовка и написание контрольной работы | 1. Изучение рекомендуемой литературы и сайтов<br>2. Решение контрольных вопросов по лабораторным работам | См. список основной и дополнительной литературы | 24 |
| 5. | Эмпирический анализ систем массового обслуживания. Измерения случайных потоков. Прогнозирование характеристик СМО по результатам измерений.     | 1. Подготовка к аудиторным занятиям<br>2. Подготовка и написание контрольной работы | 1. Изучение рекомендуемой литературы и сайтов  | См. список основной и дополнительной литературы | 13 |
| 6. | Имитационные методы моделирования систем массового обслуживания.  | 1. Подготовка к аудиторным занятиям<br>2. Подготовка и написание контрольной работы | 1. Изучение рекомендуемой литературы   | См. список основной и дополнительной литературы | 24 |

### 6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

1. Подготовка к аудиторным занятиям представляет собой изучение рекомендуемой литературы и сайтов, решение контрольных вопросов по лабораторным работам.

2. Написание контрольной работы предполагает обобщение основных теоретических, методических и прикладных положений по выбранной теме в разрезе следующей структуры: актуальность, цель и задачи, основное содержание, ожидаемые результаты и возможность их использования на практике, выводы и предложения, список литературы (согласно методическим указаниям).

### 6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов

| № п\п | Вид контроля  | Контролируемые темы (разделы)  | Компетенции, компоненты которых контролируются |
|-------|---|--|--|
| 1.    | Собеседование 1, комплексные ситуационные задания для проверки умений и навыков, тестирование | Методология имитационного моделирования. Имитационные модели, процесс имитационного моделирования (базовые определения). | ОПК-1, ПК-18                                   |
| 2.    | Собеседование 2, комплексные ситуационные задания для проверки умений и                       | Математический аппарат имитационного моделирования. Основные методологические подходы к построению имитационных моделей. | ОПК-1, ПК-18                                   |

|    |   |   |              |
|----|---|---|--------------|
|    | навыков, тестирование   |   |              |
| 3. | Собеседование 3, комплексные ситуационные задания для проверки умений и навыков, тестирование | Аналитические методы исследования систем массового обслуживания. Базовая концепция СМО.   | ОПК-1, ПК-18 |
| 4. | Собеседование 4, комплексные ситуационные задания для проверки умений и навыков, тестирование | Современные универсальные компьютерные среды и языки имитационного моделирования. Компьютерное имитационное моделирование экономических систем. | ОПК-1, ПК-18 |
| 5. | Собеседование 5, комплексные ситуационные задания для проверки умений и навыков, тестирование | Эмпирический анализ систем массового обслуживания. Измерения случайных потоков. Прогнозирование характеристик СМО по результатам измерений.     | ОПК-1, ПК-18 |
| 6. | Собеседование 6, комплексные ситуационные задания для проверки умений и навыков, тестирование | Имитационные методы моделирования систем массового обслуживания.  | ОПК-1, ПК-18 |
| 7. | Контрольная работа (для заочной формы обучения)   | Все изученные темы  | ОПК-1, ПК-18 |
| 8. | Зачет   | Все изученные темы  | ОПК-1, ПК-18 |

Текущий контроль успеваемости в виде контрольных точек проводится по результатам защиты 5-и лабораторных работ в пятом семестре, каждая из которых оценивается по 7-12 баллов. Количество контрольных точек и сроки их проведения в семестре устанавливается по решению деканата.

### **Темы лабораторных работ**

1. Моделирование замкнутой системы массового обслуживания.
2. Моделирование открытой системы массового обслуживания.
3. Построение модели с одноканальным устройством обслуживания средствами языка GPSS World
4. Построение моделей систем с одноканальными устройствами, функционирующими в различных режимах средствами языка GPSS World
5. Построение моделей систем с многоканальными устройствами обслуживания средствами языка GPSS World

*По результатам текущего контроля студент может получить от 0 до 60 баллов. Для допуска к экзамену и защите курсовой работы студент должен набрать не менее 36 баллов.*

**Собеседование 1.** Методология имитационного моделирования. Имитационные модели, процесс имитационного моделирования (базовые определения).

- Место имитационного моделирования в исследованиях экономических систем.
- Этапы построения имитационных моделей.
- Сбор информации о системе, формулирование проблемы и определение целей исследования.
- Структура представления данных в имитационных моделях.

- Разработка концептуальной модели: логико-математическое описание моделируемой системы в соответствии с формулировкой проблемы.
- Принципы и методы построения имитационных моделей.

### **Комплексные ситуационные задания для проверки умений и навыков по теме 1**

Изобразите в графическом виде структуру процесса имитационного моделирования.

**Собеседование 2.** Математический аппарат имитационного моделирования. Основные методологические подходы к построению имитационных моделей.

- Дискретные имитационные системы.
- Непрерывные имитационные системы.
- Имитация событий, составляющих полную группу..
- Моделирование дискретных случайных величин
- Моделирование непрерывных случайных величин
- Алгоритм получения значений нормально распределенной случайной величины.
- Алгоритм получения случайной величины, распределенной по Пуассону.
- Классификация имитационных моделей в зависимости от типа модельного времени.

### **Комплексные ситуационные задания для проверки умений и навыков по теме 2**

Опишите функцию, которую можно применить для представления дискретной имитационной модели. Приведите примеры и опишите функцию, которую можно применить для представления непрерывной имитационной модели.

**Собеседование 3.** Аналитические методы исследования систем массового обслуживания. Базовая концепция СМО.

- Анализ и интерпретация результатов имитационного моделирования.
- Аналитический метод имитационного моделирования.
- Метод статистических испытаний.
- Комбинированный метод построения имитационных моделей.
- Испытание и исследование имитационной модели с использованием исходных данных моделирования.
- Проведение направленного вычислительного эксперимента на имитационной модели.

### **Комплексные ситуационные задания для проверки умений и навыков по теме 3**

Изобразите в графическом виде модель системы массового обслуживания с конечным размером очереди.

**Собеседование 4.** Современные универсальные компьютерные среды и языки имитационного моделирования. Компьютерное имитационное моделирование экономических систем.

- Возможности использования имитационных языков. Сведения о современных программных продуктах в этой области и обучение их применению.
- Имитационное моделирование операций с ценными бумагами.
- Имитационное моделирование инвестиционных рисков.
- Имитационные модели для построения системы согласованных тарифов.
- Проблема взаимосвязанной имитации процессов в совокупности производственно-технологических и социально-экономических систем.

### **Комплексные ситуационные задания для проверки умений и навыков по теме 4**

Приведите описание основных блоков языка GPSS для генерации транзактов, постановки в очередь, обработки в канале обслуживания и их задержки. Продемонстрируйте навыки и умения работы в среде моделирования.

**Собеседование 5.** Эмпирический анализ систем массового обслуживания. Измерения случайных потоков. Прогнозирование характеристик СМО по результатам измерений.

- Моделирование прогнозирования объёма продаж.
- Виды оценок и методы оценивания параметров имитационной модели.
- Планирование имитационного эксперимента. Стратегии запуска и правила останова.

**Комплексные ситуационные задания для проверки умений и навыков по теме 5**

Покажите, как происходит оценивание параметров СМО, планирование и запуск различных видов имитационных экспериментов. Для демонстрации примените полученные умения и навыки работы со средой моделирования.

**Собеседование 6.** Имитационные методы моделирования систем массового обслуживания.

- Виды применяемых систем и примеры формирования имитирующих моделей.
- Аналитический метод построения имитационной модели.
- Метод статистического моделирования.
- Комбинированный подход.
- Сетевое имитационное моделирование, входные и выходные спецификации.
- Построение моделей в компьютерных средах для производственно-технологических и социально-экономических систем.

**Комплексные ситуационные задания для проверки умений и навыков по теме 6**

Продемонстрировав полученные умения и навыки работы со средой моделирования на конкретном примере, оцените основные показатели эффективности работы СМО.

**Темы контрольных работ**

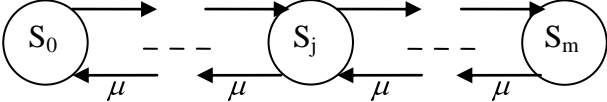
- 1) Моделирование движения на пешеходном переходе
- 2) Моделирование работы переговорного пункта
- 3) Моделирование работы супермаркета
- 4) Моделирование системы «Хищник-добыча»
- 5) Моделирование распространения эпидемии
- 6) Оценка надежности работы системы
- 7) Моделирование работы участка цеха
- 8) Моделирование работы автозаправочной станции
- 9) Моделирование работы инструментальной кладовой
- 10) Моделирование системы управления качеством
- 11) Моделирование системы управления запасами
- 12) Оценка эффективности работы системы с учетом отказов

*Промежуточная аттестация студентов по итогам освоения дисциплины в виде зачета осуществляется с использованием тестирования в программе MyTest на ЭВМ. Набранные во время тестирования баллы заключены в интервале от 0 до 40.*

**Демонстрационный вариант теста**

|    |   |
|----|---|
| 1. | ... - язык, ориентированный на решение задач статистического моделирования на компьютере процессов с дискретными событиями.<br>1. C++ |
|----|---|

|     |   |
|-----|---|
|     | <ol style="list-style-type: none"> <li>2. SPSS</li> <li>3. GPSS</li> <li>4. Prolog</li> </ol>   |
| 2.  | <p>В языке GPSS после обслуживания продавцом (каналом обслуживания) покупатель (требование) покидает систему. Это действие может быть представлено оператором:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. START 100</li> <li>2. GENERATE</li> <li>3. TERMINATE</li> <li>4. ADVANCE</li> </ol>  |
| 3.  | <p>Последовательность однородных событий, следующих одно за другим в случайные моменты времени -</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Простейший поток событий</li> <li>2. Однородный поток событий</li> <li>3. Ординарный поток событий</li> <li>4. Поток событий без последействий</li> <li>5. Поток событий</li> <li>6. Стационарный поток событий</li> </ol>   |
| 4.  | <p>Если для любых непересекающихся участков времени число событий, попадающих на один из них, не зависит от того, сколько событий попало на другой, то это</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Простейший поток событий</li> <li>2. Однородный поток событий</li> <li>3. Ординарный поток событий</li> <li>4. Поток событий</li> <li>5. Стационарный поток событий</li> <li>6. Поток событий без последействий</li> </ol>   |
| 5.  | <p>В этих системах интенсивность потока поступающих заявок зависит от состояния самих систем:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Открытые СМО</li> <li>2. Раскрытые СМО</li> <li>3. Замкнутые СМО</li> </ol>   |
| 6.  | <p><math>N</math> рабочих обслуживают <math>k</math> станков. Процесс наладки одного станка занимает у рабочего в среднем 20 мин. Каждый станок останавливается в среднем 2 раза в час. Чему в данной СМО равна интенсивность <math>\lambda</math> поступления заявок?</p>  |
| 7.  | <p><math>N</math> рабочих обслуживают <math>k</math> станков. Процесс наладки одного станка занимает у рабочего в среднем 20 мин. Каждый станок останавливается в среднем 2 раза в час. Чему в данной СМО равна интенсивность <math>\mu</math> обслуживания заявок?</p>   |
| 8.  | <p>Пусть в замкнутой СМО состояние <math>S_i =</math> «ровно <math>i</math> каналов занято и поступило ровно <math>i</math> заявок» (в системе <math>n</math> каналов обслуживания и <math>m</math> источников заявок). Какова должна быть суммарная интенсивность потока заявок, чтобы система перешла из этого состояния в состояние <math>i+1</math>?</p>  |
| 9.  | <p>Для замкнутой СМО формула <math>\sum_{i=1}^n i \cdot P_i + n \cdot \sum_{j=n+1}^m P_j</math> позволяет найти:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. среднее число заявок, обслуживаемых системой в единицу времени</li> <li>2. среднее число занятых каналов в системе</li> <li>3. среднее число заявок в очереди</li> <li>4. количество заявок, обслуживаемых одним каналом в единицу времени</li> </ol>  |
| 10. | <p>Для замкнутой СМО формула <math>N_{зан} \cdot \mu</math> позволяет найти:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. количество заявок, обслуживаемых одним каналом в единицу времени</li> <li>2. среднее число заявок в очереди</li> <li>3. среднее число занятых каналов в системе</li> <li>4. среднее число заявок, обслуживаемых системой в единицу времени</li> </ol>  |
| 11. | <p>Имеется <math>n</math> телефонных линий. Вызов, пришедший в момент, когда все линии заняты, получает отказ. Интенсивность потока вызовов в минуту равна <math>\lambda</math>. Средняя продолжительность одного разговора равна <math>t</math> минут ...</p> <p>Начало этой задачи описывает следующую СМО:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Многоканальную замкнутую СМО</li> <li>2. Многоканальную открытую СМО</li> <li>3. Многоканальную замкнутую СМО без очереди</li> <li>4. Одноканальную замкнутую СМО</li> <li>5. Многоканальную открытую СМО без очереди</li> <li>6. Одноканальную открытую СМО</li> </ol> |

|  |   |  |                                     |  |                                     |  |                                       |  |                                       |   |  |   |  |   |  |   |  |
|--|---|--|-------------------------------------|--|-------------------------------------|--|---------------------------------------|--|---------------------------------------|---|--|---|--|---|--|---|--|
| 12.  | <p>Предельный стационарный режим СМО – это такой режим, при котором:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><math>t \rightarrow 0</math></li> <li><math>t \rightarrow \infty</math></li> <li>Число занятых каналов не превышает числа свободных каналов</li> </ol>  |  |                                     |  |                                     |  |                                       |  |                                       |   |  |   |  |   |  |   |  |
| 13.  | <p>Пусть в замкнутой СМО состояние <math>S_j =</math> «все каналы заняты и ровно <math>j</math>-<math>n</math> заявок находятся в очереди на обслуживание» (в системе <math>n</math> каналов обслуживания и <math>m</math> источников заявок). Какова должна быть суммарная интенсивность потока заявок, чтобы система перешла из этого состояния в состояние <math>j-1</math>?</p>   |  |                                     |  |                                     |  |                                       |  |                                       |   |  |   |  |   |  |   |  |
| 14.  |  <p>На рисунке изображена следующая СМО:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>СМО без очереди</li> <li>Одноканальная СМО</li> <li>Одноканальная СМО без очереди</li> </ol>   |  |                                     |  |                                     |  |                                       |  |                                       |   |  |   |  |   |  |   |  |
| 15.  | <p>Для того, чтобы замкнутой СМО перейти в состояние <math>S_m</math>, интенсивность суммарного потока заявок должна составлять ...</p>   |  |                                     |  |                                     |  |                                       |  |                                       |   |  |   |  |   |  |   |  |
| 16.  | <p>Графически описать случай открытой СМО без очереди.</p>  |  |                                     |  |                                     |  |                                       |  |                                       |   |  |   |  |   |  |   |  |
| 17.  | <p>Формальный объект, который перемещается по системе от блока к блоку и встречает на своем пути всевозможные задержки, вызванные занятостью тех или иных единиц оборудования – это</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>арифметическая переменная</li> <li>логический переключатель</li> <li>поток сообщений</li> <li>транзакт</li> </ol>  |  |                                     |  |                                     |  |                                       |  |                                       |   |  |   |  |   |  |   |  |
| 18.  | <p>Блок предназначен для задержки сообщений на определенные интервалы модельного времени:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>ADVANCE</li> <li>GENERATE</li> <li>TERMINATE</li> <li>SEIZE</li> </ol>   |  |                                     |  |                                     |  |                                       |  |                                       |   |  |   |  |   |  |   |  |
| 19.  | <p>При входе заявки в этот блок выполняется операция занятия устройства:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>ADVANCE</li> <li>SEIZE</li> <li>TERMINATE</li> <li>GENERATE</li> </ol>  |  |                                     |  |                                     |  |                                       |  |                                       |   |  |   |  |   |  |   |  |
| 20.  | <p>Интервал времени прибытия покупателей колеблется в пределах от 16 до 22 мин включительно... Каким оператором на языке GPSS можно записать это условие?</p>   |  |                                     |  |                                     |  |                                       |  |                                       |   |  |   |  |   |  |   |  |
| 21.  | <p>Дано следующее описание функции:<br/>         FUNC3 FUNCTION RN2,C4<br/>         Сколько пар аргументов-значений будет использовано для описания этой функции?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 пара</li> <li>2 пары</li> <li>3 пары</li> <li>4 пары</li> </ol>  |  |                                     |  |                                     |  |                                       |  |                                       |   |  |   |  |   |  |   |  |
| 22.  | <p>Какая запись будет правильной для задания приоритета поступающих в систему транзактов?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>GENERATE 40,10</li> <li>ADVANCE 40,15,7</li> <li>GENERATE 50,15,,,1</li> <li>ADVANCE 17,,2</li> </ol>  |  |                                     |  |                                     |  |                                       |  |                                       |   |  |   |  |   |  |   |  |
| 23.  | <p>Для обслуживания покупатели занимают очередь в кассу. Время пребывания покупателей у кассового аппарата составляет <math>2 \pm 0,5</math> мин. Какая последовательность действий для записи этого условия будет правильной?</p> <table border="1" data-bbox="204 1809 1444 1937"> <tr> <td>QUEUE<br/>DEPART<br/>SEIZE<br/>ADVANCE<br/>RELEASE</td> <td>Och<br/>Och<br/>Kass<br/>0.5,2<br/>Kass</td> <td>QUEUE<br/>SEIZE<br/>DEPART<br/>ADVANCE<br/>RELEASE</td> <td>Och<br/>Kass<br/>Och<br/>2,0.5<br/>Kass</td> <td>QUEUE<br/>DEPART<br/>SEIZE<br/>ADVANCE<br/>RELEASE</td> <td>Och<br/>Och<br/>Kass<br/>2,0.5<br/>Kass</td> <td>QUEUE<br/>SEIZE<br/>DEPART<br/>ADVANCE<br/>RELEASE</td> <td>Och<br/>Kass<br/>Och<br/>1.5,2.5<br/>Kass</td> </tr> <tr> <td colspan="2">1</td> <td colspan="2">2</td> <td colspan="2">3</td> <td colspan="2">4</td> </tr> </table> | QUEUE<br>DEPART<br>SEIZE<br>ADVANCE<br>RELEASE | Och<br>Och<br>Kass<br>0.5,2<br>Kass | QUEUE<br>SEIZE<br>DEPART<br>ADVANCE<br>RELEASE | Och<br>Kass<br>Och<br>2,0.5<br>Kass | QUEUE<br>DEPART<br>SEIZE<br>ADVANCE<br>RELEASE | Och<br>Och<br>Kass<br>2,0.5<br>Kass   | QUEUE<br>SEIZE<br>DEPART<br>ADVANCE<br>RELEASE | Och<br>Kass<br>Och<br>1.5,2.5<br>Kass | 1 |  | 2 |  | 3 |  | 4 |  |
| QUEUE<br>DEPART<br>SEIZE<br>ADVANCE<br>RELEASE | Och<br>Och<br>Kass<br>0.5,2<br>Kass   | QUEUE<br>SEIZE<br>DEPART<br>ADVANCE<br>RELEASE | Och<br>Kass<br>Och<br>2,0.5<br>Kass | QUEUE<br>DEPART<br>SEIZE<br>ADVANCE<br>RELEASE | Och<br>Och<br>Kass<br>2,0.5<br>Kass | QUEUE<br>SEIZE<br>DEPART<br>ADVANCE<br>RELEASE | Och<br>Kass<br>Och<br>1.5,2.5<br>Kass |  |                                       |   |  |   |  |   |  |   |  |
| 1  |   | 2  |                                     | 3  |                                     | 4  |                                       |  |                                       |   |  |   |  |   |  |   |  |
| 24.  | <p>Дано следующее описание функции:</p>   |  |                                     |  |                                     |  |                                       |  |                                       |   |  |   |  |   |  |   |  |

|     |  |
|-----|--|
|     | <p>FUNC6 FUNCTION RN1,D4<br/>Какого типа функция описана?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Непрерывно-дискретная</li> <li>2. Непрерывная</li> <li>3. Дискретная</li> </ol>  |
| 25. | <p>При входе транзакта в этот блок он ставится в очередь, имя которой задается операндом А.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. SEIZE Kas</li> <li>2. DEPART Kas</li> <li>3. ENTER Kas</li> <li>4. QUEUE Kas</li> </ol>  |
| 26. | <p>Какой блок языка устанавливает начальный счетчик транзактов?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. START</li> <li>2. STEP</li> <li>3. TERMINATE</li> <li>4. GENERATE</li> <li>5. HALT</li> </ol>  |
| 27. | <p>Дано следующее описание функции:<br/>FUNC7 FUNCTION RN2,D3<br/>Какой операнд в этой записи отвечает за получение равномерно распределенных случайных величин?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. FUNC7</li> <li>2. FUNCTION</li> <li>3. RN2</li> <li>4. D3</li> </ol>  |
| 28. | <p>Этот блок языка служит для освобождения занятого устройства:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. LEAVE</li> <li>2. DEPART</li> <li>3. TERMINATE</li> <li>4. RELEASE</li> </ol>  |
| 29. | <p>Мнемокод SNF означает следующее:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. память заполнена</li> <li>2. память не заполнена</li> <li>3. устройство свободно</li> <li>4. устройство занято</li> </ol>  |
| 30. | <p>Запись<br/>TRANSFER ,NEXT<br/>обозначает:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. условный переход, транзакт переходит к следующей строке программы</li> <li>2. безусловный переход, транзакт переходит к строке с меткой NEXT</li> <li>3. безусловный переход, транзакт переходит к следующей строке программы</li> </ol>                              |
| 31. | <p>Запись<br/>TRANSFER 0.3,,NEXT<br/>обозначает:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. с вероятностью 0,3 транзакт переходит к следующей строке программы</li> <li>2. с вероятностью 0,3 транзакт переходит к строке с меткой NEXT</li> </ol>  |
| 32. | <p>Если в поле А блока TRANSFER определено значение ..., то поля В и С содержат имена блоков, а поле D – целое число. Транзакт последовательно пытается войти в блоки, отстоящие друг от друга на расстояние D, начиная с блока С и заканчивая В.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0.5</li> <li>2. BOTH</li> <li>3. PICK</li> <li>4. ALL</li> </ol> |
| 33. | <p>Блок ... позволяет изменять путь транзакта в зависимости от состояния моделируемого оборудования.</p>   |
| 34. | <p>Для указания емкости памяти используется специальный оператор ...</p>   |
| 35. | <p>При входе транзакта в блок ... длина очереди, имя которой задается операндом А, уменьшается на величину, указанную в операнде В.</p>  |

Материалы тестирования включают в себя вопросы аудиторного и внеаудиторного (самостоятельного) изучения дисциплины.



*Результатом зачета является сумма баллов текущего контроля и тестирования. Количество баллов по итогам зачета варьирует от 60 до 100.*

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины Б1.2.4 «Имитационное моделирование»**

### **а) основная литература:**

1. Кудрявцев, Е.М. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем: – Электрон. дан. – М. : ДМК Пресс, 2008. – 318 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=1213](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=1213)

2. Духанов, А.В. Имитационное моделирование сложных систем: курс лекций / А.В. Духанов, О.Н. Медведева; Владим. гос. ун-т. - Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2010. - 115 с. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/358/77358>

### **б) дополнительная литература:**

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

2. Алиев Т.И., Муравьева-Витковская Л.А., Соснин В.В. Моделирование: задачи, задания, тесты. - СПб: НИУ ИТМО, 2011. - 197 с. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/402/76402>

3. Смагин Б.И. Основы теории массового обслуживания: Учебно-методическое пособие для студентов экономических специальностей. - Мичуринск: Изд-во МичГАУ, 2007. - 31 с. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/415/64415>

### **в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**


1. Операционная система Windows версии XP и выше
2. MS Office 2003 и выше
3. Файловая оболочка типа Unreal Commander (свободно распространяемое ПО)
4. GPSS World Student version (свободно распространяемое ПО)
5. ЭБС «Лань»: e.lanbook.com
6. Единое окно доступа к образовательным ресурсам (федеральный портал): window.edu.ru
7. Интернет-университет информационных технологий: www.intuit.ru

## **8. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины**

1. Компьютерные и лекционные учебные классы;
2. Пакеты прикладных программ;
3. Слайды, учебные видеофильмы, плакаты.

Рабочая программа дисциплины «Имитационное моделирование» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 38.03.05 «Бизнес-информатика».

Программу составили:

1. Абрамова Т.А., ст. преподаватель   
(Ф.И.О., должность, подпись)

2. \_\_\_\_\_  
(Ф.И.О., должность, подпись)

**Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.**

Программа одобрена на заседании кафедры Экономическая кибернетика

Протокол № 1 от « 31 » августа 2016 года

Зав. кафедрой ЭК  Федотов Н.Г.  
(подпись, Ф.И.О.)

Программа согласована с заведующим выпускающей кафедрой  
«Экономическая кибернетика» \_\_\_\_\_ Федотов Н.Г.  
(название кафедры) (подпись, Ф.И.О., дата)

Программа одобрена методической комиссией факультета экономики и управления.

Протокол № 1 от « 12 » сентября 2016 года

Председатель методической комиссии  
факультета экономики и управления \_\_\_\_\_ Еремина Е.В.  
(подпись) (Ф.И.О.)

**Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и регистрации изменений**

| Учебный год | Решение кафедры<br>(№ протокола, дата, подпись зав. кафедрой)                  | Внесенные изменения | Номера листов (страниц) |       |                |
|-------------|--|---------------------|-------------------------|-------|----------------|
|             |  |                     | замененных              | новых | аннулированных |
| 2017/<br>18 | №1 от 1 сентября 2017г.<br>перезатвердить без изменений<br><i>А.В. Герасим</i> |                     |                         |       |                |
|             |  |                     |                         |       |                |
|             |  |                     |                         |       |                |
|             |  |                     |                         |       |                |