

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»  
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО  
Руководитель ОПОП

\_\_\_\_\_ Р.В. Смирнова

«13» июня 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой ИТ

\_\_\_\_\_ А.Н. Марьенков

«13» июня 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
**Моделирование информационных систем**

|                               |                                                      |
|-------------------------------|------------------------------------------------------|
| Составитель(-и)               | А.А. Ханова, доцент, д.т.н., профессор кафедры<br>ИТ |
| Направление подготовки        | 09.03.01 Информатика и вычислительная техника        |
| Направленность (профиль) ОПОП | Цифровизация образовательных систем                  |
| Квалификация (степень)        | бакалавр                                             |
| Форма обучения                | очная                                                |
| Год приема                    | 2023                                                 |
| Курс                          | 2                                                    |
| Семестр(ы)                    | 3                                                    |

Астрахань, 2024

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1.1. Цель освоения дисциплины «Моделирование информационных систем»**

- ознакомление обучающихся с основами теории и практики в области проектирования информационных систем.

### **1.2. Задачи освоения дисциплины:**

- изучить методы формализации и схематизации задач, используемые для построения моделей информационных систем;
- освоить методы построения математических моделей информационных систем;
- приобрести необходимые теоретические знания и практические навыки, относящиеся к реализации моделей информационных систем в виде программ для имитационного моделирования на ЭВМ;
- получить опыт планирования и проведения вычислительных экспериментов над имитационными компьютерными моделями информационных систем;
- изучить методы представления результатов вычислительных экспериментов над имитационными компьютерными моделями в наглядной форме;
- освоить методы содержательного анализа результатов вычислительных экспериментов над моделями информационных систем;
- изучить основные направления использования и приобрести практический опыт применения результатов методов имитационного моделирования систем для поддержки принятия решений, относящихся к проектированию и эксплуатации таких систем.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП**

**2.1. Дисциплина «Моделирование информационных систем»** относится к части, формируемой участниками образовательных отношений и осваивается в 3 семестре.

**2.2. Для изучения учебной дисциплины «Моделирование систем» необходимы следующие знания, умения, навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами:**

- Математические основы информационных технологий и вычислительной техники.
- Информационные технологии.
- Введение в информационные технологии.

В результате освоения этих дисциплин, студент должен:  
знать:

- основные понятия информатики,
- понятийный аппарат, основные теоретические положения и методы математических основ информационных технологий и вычислительной техники, уметь:
- решать профессиональные задачи с применением математического аппарата
- использовать программные и аппаратные средства персонального компьютера, владеть:
- навыками расчетов, оптимизации детерминированных и случайных информационных процессов и систем,
- навыками применять информационные технологии для решения задач управления проектами на основе анализа динамики изменения основных работ, сроков, ресурсов.

**2.3. Последующие учебные дисциплины и (или) практики, для которых необходимы знания, умения, навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:**

- Управление данными.
- Компьютерное моделирование логистических процессов.
- Методы и средства проектирования информационных систем и технологий.

### **3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование элементов следующей компетенции в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки (специальности):

профессиональной ПК-1. Способен выполнять работы и управлять работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы.

**Таблица 1. Декомпозиция результатов обучения**

| Код и наименование компетенции                                                                                                                                            | Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)                                                                                                  |                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                           | Знать (1)                                                                                                                                               | Уметь (2)                                                                                                                                                                 | Владеть (3)                                                                                                                                                                              |
| ПК-1. Способен выполнять работы и управлять работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы. | ПК 1.1 Знать: виды и способы работ по созданию (модификации) и сопровождению ИС, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы. | ПК 1.2. Уметь: выполнять работы и управлять работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы. | ПК 1.3. Владеть: способностью выполнять работы и управлять работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы. |

### **4. Структура и содержание дисциплины (модуля)**

Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах 4 зачетных единиц. Всего 144 часов: 36 часов выделено на контактную работу обучающихся с преподавателем (лабораторные работы – 36), 108 часа – на самостоятельную работу обучающихся:

**Таблица 2. Структура и содержание дисциплины (модуля)**

| Таблица 2: Структура и содержание дисциплины (модуля) |                                                                                                                         |         |                 |                                   |    |    |                       |    |                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------|-----------------------------------|----|----|-----------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| №<br>п/<br>п                                          | Раздел, тема дисциплины<br>(модуля)                                                                                     | Семестр | Неделя семестра | Контактная<br>работа<br>(в часах) |    |    | Самостоя<br>т. работа |    | Форма текущего<br>контроля<br>успеваемости, форма<br>промежуточной<br>аттестации<br>(по<br>семестрам) |
|                                                       |                                                                                                                         |         |                 | Л                                 | ПЗ | ЛР | КР                    | СР |                                                                                                       |
|                                                       |                                                                                                                         |         |                 |                                   |    |    |                       |    |                                                                                                       |
| 1                                                     | Тема 1. Основные понятия моделирования систем. Способы исследования систем. Математическое и имитационное моделирование | 5       | 1-2             |                                   |    | 4  |                       | 14 | Входное тестирование<br>Решение задач 1 и 2                                                           |
| 2                                                     | Тема 2. Имитационное моделирование систем. Многоподходный подход к моделированию систем.                                |         | 3-4             |                                   |    | 4  |                       | 14 | Решение задач 3 и 4<br>Контрольная работа 1                                                           |
| 3                                                     | Тема 3. Понятие о дискретно-событийном моделировании.                                                                   |         | 5-6             |                                   |    | 4  |                       | 14 | Отчет по лабораторной работе 1                                                                        |

|              |                                                                               |  |       |  |  |           |  |            |                                                                |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------|--|-------|--|--|-----------|--|------------|----------------------------------------------------------------|
|              | Основные виды дискретно-событийного моделирования                             |  |       |  |  |           |  |            |                                                                |
| 4            | Тема 4. Этапы исследования систем с помощью моделирования                     |  | 7-8   |  |  | 4         |  | 14         | Отчет по лабораторной работе 2                                 |
| 5            | Тема 5. Понятие адекватности, верификации и валидации модели                  |  | 9-10  |  |  | 4         |  | 14         | Отчет по лабораторной работе 3                                 |
| 6            | Тема 6. Статистическое моделирование систем. Выбор распределений вероятностей |  | 11-12 |  |  | 4         |  | 14         | Отчет по лабораторной работе 4                                 |
| 7            | Тема 7. Планирование имитационных компьютерных экспериментов                  |  | 17-18 |  |  | 12        |  | 24         | Отчет по лабораторной работе 5 Тестирование<br>Опрос на зачете |
| <b>ИТОГО</b> |                                                                               |  |       |  |  | <b>36</b> |  | <b>108</b> | <b>Диф.зачет</b>                                               |

*Примечание:* Л – лекция; ПЗ – практическое занятие, семинар; ЛР – лабораторная работа; КР – курсовая работа; СР – самостоятельная работа.

**Таблица 3 – Матрица соотнесения разделов, тем учебной дисциплины (модуля) и формируемых компетенций**

| Раздел, тема дисциплины                                                                                                 | Кол-во часов | Код компетенции |        | Общее количество компетенций |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------|--------|------------------------------|
|                                                                                                                         |              | ПК - 1          | ПК - 4 |                              |
| Тема 1. Основные понятия моделирования систем. Способы исследования систем. Математическое и имитационное моделирование | 18           | +               | +      | 2                            |
| Тема 2. Имитационное моделирование систем. Многоподходный подход к моделированию систем.                                | 18           | +               | +      | 2                            |
| Тема 3. Понятие о дискретно-событийном моделировании. Основные виды дискретно-событийного моделирования                 | 18           | +               | +      | 2                            |
| Тема 4. Этапы исследования систем с помощью моделирования                                                               | 18           | +               | +      | 2                            |
| Тема 5. Понятие адекватности, верификации и валидации модели                                                            | 18           | +               | +      | 2                            |
| Тема 6. Статистическое моделирование систем. Выбор распределений вероятностей                                           | 18           | +               | +      | 2                            |
| Тема 7. Планирование имитационных компьютерных экспериментов                                                            | 36           | +               | +      | 2                            |
| <b>ИТОГО</b>                                                                                                            | <b>144</b>   |                 |        |                              |

**Краткое содержание каждой темы дисциплины «Моделирование информационных систем»  
3 семестр**

**Тема 1. Основные понятия моделирования систем. Способы исследования систем. Математическое и имитационное моделирование.**

Понятие системы и состояния системы. Способы исследования систем. Активный и пассивный эксперимент. Эксперимент с реальной системой и с моделью. Виды моделей. Математическое моделирование свойства математических моделей, принципы построения. Аналитические и имитационные модели: преимущества и недостатки. Границы возможностей «классических» математических методов.

## **Тема 2. Имитационное моделирование систем. Многоподходный подход к моделированию систем.**

Имитационная модель как источник ответа на вопрос: «что будет, если...». системы имитационного моделирования. масштаб времени; датчики случайных величин. Сферы применения имитационного моделирования. Уровни абстракции в имитационном моделировании. условия применения имитационного моделирования. Стратегия моделирования. подходы к имитационному моделированию. дискретно-событийное моделирование. Агентное моделирование. Системная динамика. Многоподходное имитационное моделирование.

## **Тема 3. Понятие о дискретно-событийном моделировании. Основные виды дискретно-событийного моделирования**

Компоненты дискретно-событийной имитационной модели и их организация. Механизмы продвижения модельного времени (принцип  $\Delta t$  и  $\delta z$ ). Основные виды задач дискретно-событийного моделирования: моделирование систем массового обслуживания (СМО); моделирование системы управления запасами. Проверки гипотез о категориях типа событие $\Leftrightarrow$ явление $\Leftrightarrow$ поведение. Имитация работы с потоками: потоки событий, материальные, денежные и информационные потоки. Имитация основных процессов: генераторы, очереди, узлы обслуживания, терминаторы и др. Транзакты и их «семейства». Разомкнутые и замкнутые схемы моделей. Работа с объектами типа «ресурс». Стратегии управления ресурсами.

## **Тема 4. Этапы исследования систем с помощью моделирования**

Альтернативные виды моделирования. Другие виды имитационного моделирования: непрерывное моделирование; комбинированное непрерывно-дискретное моделирование; моделирование по методу Монте-Карло. Преимущества, недостатки и ошибки имитационного моделирования

## **Тема 5. Понятие адекватности, верификации и валидации модели**

Особенности проверки на адекватность. Рекомендации по определению уровня детализации. Методы верификации моделирующих компьютерных программ (КП). Методы повышения валидации и доверия к модели. Процедуры для сравнения модельных и системных выходных данных.

## **Тема 6. Статистическое моделирование систем. Выбор распределений вероятностей**

Факторы случайности при использовании имитационных моделей. Методы определения распределений: использование системных входных данных за прошлое время; подбор эмпирического распределения; подбор теоретических распределений. Параметризация непрерывных распределений. Понятия о плотности распределения вероятностей и функции распределения. Непрерывные, дискретные и эмпирические распределения. Методы оценки выборочной независимости. Гипотеза относительно

семейства распределений. Эвристические методы: итоговая статистика; гистограммы; сводные квантили и блоковые графики. Оценка параметров распределения. Определение наиболее подходящего распределения: эвристические процедуры, критерии согласия.

### **Тема 7. Планирование имитационных компьютерных экспериментов**

Модельный эксперимент. Свойства факторов. Требования к факторам. Свойства объекта исследования. Дисперсионный анализ. Регрессионный анализ. Планирование экспериментов с помощью факторных планов (полный факторный эксперимент и дробный факторный эксперимент). Оптимизирующие эксперименты. Программное обеспечение для установления оптимальных входных факторов. Проверки гипотез о категориях типа событие $\leftrightarrow$ явление $\leftrightarrow$ поведение.

## **5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине (модулю):**

#### **Примерная тематика лабораторных работ**

Задача 1. Принципы построения дискретных имитационных моделей. Моделирование ситуации с интервьюерами.

Задача 2. Применение имитационных моделей в системах массового обслуживания. Моделирование ситуации с приемом врачей.

Задача 3. Применение имитационных моделей в системах массового обслуживания. Моделирование ситуации с автомастерской.

Задача 4. Применение имитационных моделей в управлении запасами. Моделирование ситуации с производством автомобилей.

Лабораторная работа 1. Агентная модель потребительского рынка в Anylogic

Лабораторная работа 2. Модель распространения эпидемии. Системная динамика в Anylogic

Лабораторная работа 3. Дискретно-событийное моделирование заводского цеха в Anylogic

Лабораторная работа 4. Пешеходное моделирование в Anylogic (модель аэропорта)

Лабораторная работа 5. Разработка многоподходной имитационной модели

При подготовке к лекционным занятиям необходимо воспользоваться учебно-методической литературой (основной) из п.8.

При подготовке к лабораторным занятиям необходимо воспользоваться еще учебно-методической литературой (дополнительной) из п.8, Интернет-ресурсами.

### **5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)**

Во время самостоятельной работы необходимо воспользоваться учебно-методической литературой из п.8 (основной), (дополнительной), Интернет-ресурсами.

**Таблица 4. Содержание самостоятельной работы обучающихся**

| <i>Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение</i>                                                                           | <i>Кол-во часов</i> | <i>Формы работы</i>                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------------------------------------------|
| Тема 1. Подготовка к опросу по теме. Псевдослучайные числа и процедуры их машинной генерации. Алгоритмические способы генерации | 14                  | Внеаудиторная, изучение учебных пособий. Решение |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| псевдослучайной последовательности чисел: рекуррентные соотношения, Конгруэнтные процедуры генерации. Проверка качества последовательности псевдослучайных чисел равномерность (стохастичность, корреляция, период). Улучшение качества последовательностей.                                                                                                                               |    | задачи 1 и 2 в других заданных ситуациях. Подготовка к зачету.                                                                                   |
| Тема 2. Подготовка к опросу по теме. Изучение практических приемов использования моделей систем массового обслуживания для поддержки принятия решений в сфере профессиональной деятельности                                                                                                                                                                                                | 14 | Внеаудиторная, изучение учебных пособий. Решение задачи 3 и 4 в других заданных ситуациях. Подготовка к контрольной работе. Подготовка к зачету. |
| Тема 3. Подготовка к опросу по теме. Обработка результатов моделирования. Точечные оценки. Классический подход к интегральным оценкам. Уточненная обработка статистики: регенерирующий процесс и его обработка.                                                                                                                                                                            | 14 | Внеаудиторная, изучение учебных пособий. Завершение подготовки отчета по лабораторной работе №1. Подготовка к зачету.                            |
| Тема 4. Подготовка к опросу по теме. модель производственного (дискретного или непрерывного) производственного процесса; модели фирмы, учитывающие взаимодействия с рынком, с банками, с бюджетом, с поставщиками, с наемным трудом; модели управления рисками. Динамические модели экономических процессов на микро- и макро уровнях, процессов международной экономической деятельности. | 14 | Внеаудиторная, изучение учебных пособий. Завершение подготовки отчета по лабораторной работе №2. Подготовка к зачету.                            |
| Тема 5. Подготовка к опросу по теме. Функционально-стоимостной анализ и имитационное моделирование.                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 14 | Внеаудиторная, изучение учебных пособий. Завершение подготовки отчета по лабораторной работе №3. Подготовка к зачету.                            |
| Тема 6. Подготовка к опросу по теме. Процессы управления разработками проектов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 14 | Внеаудиторная, изучение учебных пособий. Завершение подготовки отчета по лабораторной работе №4. Подготовка к зачету.                            |
| Тема 7. Подготовка к опросу по теме. Автоматизация ввода параметров в модель, экспорт информации в MS Excel.                                                                                                                                                                                                                                                                               | 24 | Внеаудиторная, изучение учебных пособий. Завершение подготовки отчета                                                                            |

|  |  |                                                  |
|--|--|--------------------------------------------------|
|  |  | индивидуальному заданию.<br>Подготовка к зачету. |
|--|--|--------------------------------------------------|

### **5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины (модуля), выполняемые обучающимися самостоятельно**

Видами письменных работ, выполняемых обучающимися, являются следующие: отчет о выполнении самостоятельной работы; отчеты по выполнению лабораторных работ.

Содержание отчета по самостоятельной работе, по лабораторным работам должно отвечать общим требованиям, действующих нормативных документов, перечисленных в списке рекомендованной литературы, включая ГОСТ на оформление отчетов о НИР.

Отчеты оформляются на ПЭВМ с помощью программных средств, включая текстовые редакторы, электронные таблицы и др.

Общим требованием ко всем видам отчетов являются следующие: четкость, логическая последовательность и полнота изложения материала; включение в него всех необходимых формул и справочных сведений, наличие выводов. В типичных случаях отчеты могут оформляться в MS Word или MS Excel, а также в виде комбинаций этих двух типов файлов. При необходимости в отчеты могут вставляться скриншоты с результатами расчетов, графиками и пр.; с заимствованными графическими объектами, в т.ч. взятыми с различных Интернет-сайтов.

Отчеты представляются преподавателю в электронной форме (допускается представление отчетов в напечатанном виде). Отчеты по самостоятельной работе, по лабораторным работам обсуждаются с преподавателем, при необходимости студенты вносят в них исправления (корректировки). Затем отчетные материалы по самостоятельной и лабораторно-практическим работам должны быть размещены на <http://moodle.asu.edu.ru> в папке, соответствующей номеру лабораторной или самостоятельной работы. При этом имя загружаемого файла должно включать в себя фамилию студента (можно в транслитерированной форме) и номер лабораторно-практической или самостоятельной работы.

В отчеты по самостоятельной и лабораторным работам необходимо включать весь материал, который необходим для их понимания, обеспечения возможностей проверки результатов и выводов по ним преподавателем.

Отчеты о самостоятельной и лабораторным работам должны иметь следующую структуру.

- Номер и содержательное название самостоятельной или лабораторно-практической работы
- Формулировку цели выполнения лабораторно-практической или самостоятельной работы
- Постановку задачи и/или исходные данные, использованные в лабораторно-практической работе, методику выполнения работы (этот раздел в отчете также может называться «Материал и методика выполнения работы»)
- Результаты выполнения лабораторно-практической или самостоятельной работы (при необходимости для этого раздела по усмотрению студента вводятся подразделы с собственными содержательными наименованиями).



- Обсуждение полученных результатов (или комментарии к представленным в отчете результатам)
- Выводы (или Заключение)
- Библиографический список (Он приводится по усмотрению студента, обычно только в тех случаях, когда использованных источников достаточно много. Общим требованием к отчетам является наличие в тексте отчета ссылок на все источники, приведенные в библиографическом списке. В библиографический список может включаться следующее: учебники, в т.ч. включенные в список рекомендованной литературы; ГОСТы; иные нормативные документы; справочники; информационные материалы, размещенные на Интернет-сайтах и пр.).

– Приложения (включаются студентом в отчет при необходимости).

Отчеты должны оформляться шрифтом Times New Roman, с единичным межстрочным интервалом, размер кегля 14 или 12 пунктов. Остальные требования к отчетам – по ГОСТу, определяющему правила оформления отчетов о НИР (см. список рекомендованной литературы).

Номенклатура, содержание самостоятельной работы и лабораторно-практических работ по которым предусматривается представление отчетных материалов, указаны в разделе 7.

Основные требования к содержанию и оформлению курсовой работы «выложены» на сайт [www.moodle.asu.edu.ru](http://www.moodle.asu.edu.ru). При этом также должны соблюдаться требования действующего ГОСТа на оформление отчетов о НИР (см. список рекомендованной литературы).

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации различных видов учебной работы по дисциплине могут использоваться электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров в рамках изучения дисциплины **«Моделирование информационных систем»** предусмотрено использование в учебном процессе в течение одного семестра следующих активных и интерактивных форм проведения занятий:

### 6.1. Образовательные технологии

Учебные занятия по дисциплине могут проводиться с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) интерактивном взаимодействии обучающихся и преподавателя в режимах on-line в формах: видеолекций, лекций-презентаций, видеоконференции, собеседования в режиме чат, форума, чата, выполнения виртуальных практических и/или лабораторных работ и др.

**Таблица 5 – Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий**

| Раздел, тема дисциплины (модуля)                                            | Форма учебного занятия |                               |                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|
|                                                                             | Лекция                 | Практическое занятие, семинар | Лабораторная работа                   |
| Тема 1. Основные понятия моделирования систем. Способы исследования систем. | <i>Лекция</i>          | <i>Не предусмотрено</i>       | <i>выполнение лабораторной работы</i> |

|                                                                                                         |        |                  |                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------|--------------------------------|
| Математическое и имитационное моделирование                                                             |        |                  |                                |
| Тема 2. Имитационное моделирование систем. Многоподходный подход к моделированию систем.                | Лекция | Не предусмотрено | выполнение лабораторной работы |
| Тема 3. Понятие о дискретно-событийном моделировании. Основные виды дискретно-событийного моделирования | Лекция | Не предусмотрено | выполнение лабораторной работы |
| Тема 4. Этапы исследования систем с помощью моделирования                                               | Лекция | Не предусмотрено | выполнение лабораторной работы |
| Тема 5. Понятие адекватности, верификации и валидации модели                                            | Лекция | Не предусмотрено | выполнение лабораторной работы |
| Тема 6. Статистическое моделирование систем. Выбор распределений вероятностей                           | Лекция | Не предусмотрено | выполнение лабораторной работы |
| Тема 7. Планирование имитационных компьютерных экспериментов                                            | Лекция | Не предусмотрено | выполнение лабораторной работы |

## 6.2. Информационные технологии

| Название информационной технологии                         | Темы, разделы дисциплины | Краткое описание применяемой технологии                                                                    |
|------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Использование возможностей Интернета в учебном процессе    | 1-7                      | Проведение входного, текущего и рейтингового контроля знаний учащихся (в системах дистанционного обучения) |
| Использование возможностей электронной почты преподавателя | 1-7                      | Подготовка к защите отчетов по лабораторным работам                                                        |
| Использование средств представления учебной информации     | 1-7                      | Использование мультимедийной презентации                                                                   |

При реализации различных видов учебной и внеучебной работы используются следующие информационные технологии:

- использование возможностей Интернета в учебном процессе (использование информационного сайта преподавателя (рассылка заданий, предоставление выполненных работ, ответы на вопросы, ознакомление учащихся с оценками и т.д.));
- использование электронных учебников и различных сайтов (например, электронные библиотеки, журналы и т.д.) как источников информации;
- использование возможностей электронной почты преподавателя;
- использование средств представления учебной информации (электронных учебных пособий и практикумов, применение новых технологий для проведения очных (традиционных) лекций и семинаров с использованием презентаций и т.д.);

- использование интегрированных образовательных сред, где главной составляющей являются не только применяемые технологии, но и содержательная часть, т.е. информационные ресурсы (доступ к мировым информационным ресурсам, на базе которых строится учебный процесс);
- использование виртуальной обучающей среды (или системы управления обучением LMS Moodle «Электронное образование») или иных информационных систем, сервисов и мессенджеров]

### **6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

#### **6.3.1. Программное обеспечение**

При использовании электронных изданий вуз обеспечивает каждого обучающегося рабочим местом в компьютерном классе в соответствии с объемом изучаемых дисциплин, обеспечивает выход в сеть Интернет.

| Наименование программного обеспечения                                                   | Назначение                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Adobe Reader                                                                            | Программа для просмотра электронных документов |
| Mozilla FireFox                                                                         | Браузер                                        |
| Microsoft Office 2013,<br>Microsoft Office Project 2013,<br>Microsoft Office Visio 2013 | Офисная программа                              |
| 7-zip                                                                                   | Архиватор                                      |
| Microsoft Windows 7<br>Professional                                                     | Операционная система                           |
| Kaspersky Endpoint Security                                                             | Средство антивирусной защиты                   |
| Платформа дистанционного обучения LMS Moodle                                            | Виртуальная обучающая среда                    |
| Anylogic                                                                                | Пакет имитационного моделирования              |

#### **6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем»: <https://library.asu.edu.ru>.
2. Электронный каталог «Научные журналы АГУ»: <http://journal.asu.edu.ru/>.
3. Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО «ИВИС»: <http://dlib.eastview.com/>
4. Электронно-библиотечная система elibrary. <http://elibrary.ru>
5. Справочная правовая система КонсультантПлюс: <http://www.consultant.ru>
6. Информационно-правовое обеспечение «Система ГАРАНТ»: <http://garant-astrakhan.ru>

## **7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «**Моделирование информационных систем**» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин (модулей) и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины (модуля) – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

**Таблица 6 – Соответствие разделов, тем дисциплины (модуля), результатов обучения по дисциплине (модулю) и оценочных средств**

| Контролируемые разделы (темы) дисциплины*                                                                               | Код контролируемой компетенции | Наименование оценочного средства                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Тема 1. Основные понятия моделирования систем. Способы исследования систем. Математическое и имитационное моделирование | ПК 1, ПК 4                     | Входное тестирование<br>Решение задач 1 и 2                            |
| Тема 2. Имитационное моделирование систем. Многоподходный подход к моделированию систем.                                | ПК 1, ПК 4                     | Решение задач 3 и 4<br>Контрольная работа 1                            |
| Тема 3. Понятие о дискретно-событийном моделировании. Основные виды дискретно-событийного моделирования                 | ПК 1, ПК 4                     | Отчет по лабораторной работе 1                                         |
| Тема 4. Этапы исследования систем с помощью моделирования                                                               | ПК 1, ПК 4                     | Отчет по лабораторной работе 2                                         |
| Тема 5. Понятие адекватности, верификации и валидации модели                                                            | ПК 1, ПК 4                     | Отчет по лабораторной работе 3                                         |
| Тема 6. Статистическое моделирование систем. Выбор распределений вероятностей                                           | ПК 1, ПК 4                     | Отчет по лабораторной работе 4                                         |
| Тема 7. Планирование имитационных компьютерных экспериментов                                                            | ПК 1, ПК 4                     | Отчет по лабораторным работам 5 и 6<br>Тестирование<br>Опрос на зачете |

### 7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

При решении комплексной ситуационной задачи можно использовать следующие критерии оценки:

**Таблица 7 – Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний**

| Шкала оценивания           | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5<br>«отлично»             | демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры              |
| 4<br>«хорошо»              | демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя                                        |
| 3<br>«удовлетворительно»   | демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов |
| 2<br>«неудовлетворительно» | демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры                                                     |

**Таблица 8 – Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений**

| Шкала оценивания           | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5<br>«отлично»             | демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы                                                                         |
| 4<br>«хорошо»              | демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя |
| 3<br>«удовлетворительно»   | демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание по подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов                                                                           |
| 2<br>«неудовлетворительно» | не способен правильно выполнить задание                                                                                                                                                                                                                                              |

### **7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)**

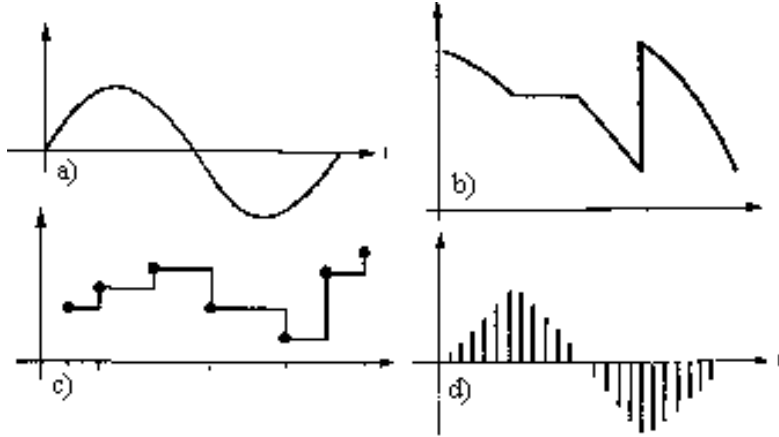
#### ***Тема 1. Основные понятия моделирования систем. Способы исследования систем. Математическое и имитационное моделирование***

##### **1. Входное тестирование**

1. К какому виду моделирования относится имитационное моделирование
  - a) Наглядное моделирование
  - b) Символическое моделирование
  - c) Математическое моделирование
  - d) Натурное моделирование

## Физическое моделирование

2. Какая из зависимостей характерна для непрерывной системы?



3. Физическим моделированием называется такое моделирование, при котором:

- a) Объект описан с помощью математических выражений и формул
- b) Модель внешне похожа на систему
- c) Описание объекта на формальном языке
- d) Модель и система обладают физическим подобием

4. Какие состояния характерны для процессов функционирования систем

- a) Особые
- b) Неособые
- c) Распределенные во времени
- d) Распределенные в пространстве

5. Под эффективностью функционирования СМО понимают

- a) Пропускную способность СМО
- b) Количество обслуженных заявок
- c) Качество обслуженных заявок

## 2. Решение задачи 1. Принципы построения дискретных имитационных моделей. Моделирование ситуации с интервьюерами

Необходимо провести анализ ситуации. Интервьюеру придется останавливать прохожих, спрашивать об их желании или нежелании дать интервью и в случае, если они согласны, задать им соответствующие вопросы. Переменными в данной ситуации являются следующие величины:

1. Интервьюеру придется ожидать прохожего, которого можно остановить. Следовательно, нам необходимо знать величину интервала между последовательными моментами появления прохожих (IAT).

2. Желание прохожего дать интервью.

3. Продолжительность самого интервью.

Если нам удастся сгенерировать информацию, отражающую процесс остановки прохожего, и его возможное интервьюирование, то мы сможем построить имитационную модель для данной проблемы и оценить время, требующееся для того, чтобы набрать необходимое число интервью. Причем данные должны отражать стандартные характеристики переменных, которые были идентифицированы выше. Каждая из этих переменных является стохастической, т.е. подверженной неопределенности. Наиболее простой способ состоит в сборе определенных данных через проведение испытаний.

Если в качестве испытания выбрать поток из 100 прохожих, то можно зафиксировать временные интервалы между их последовательным появлением, желание или нежелание быть проинтервьюированным и, если они дадут согласие, продолжительность интервью. Степень точности этих данных зависит от специфики проблемы. В данном случае совершенно неважно, чтобы время было зафиксировано с высокой степенью точности. Именно на этой стадии принимается решение о том, какие дискретные значения времени следует использовать. Например, между последовательным появлением двух прохожих проходит приблизительно 1 мин., а каждое интервью занимает примерно 2 мин.

После того, как собраны данные для потока из 100 прохожих, для каждой переменной можно построить распределение частот и рассчитать соответствующее значение вероятности. Предположим, что по результатам испытания были зафиксированы следующие данные:

Модель появления прохожих – интервалы между моментами появления

|                                                         |      |      |      |      |      |      |
|---------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Время между появлениями прохожих около интервьюера, мин | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    |
| Число появлений, $f$                                    | 25   | 35   | 18   | 10   | 8    | 4    |
| Вероятность ( $f \div 100$ )                            | 0,25 | 0,35 | 0,18 | 0,10 | 0,08 | 0,04 |

Из общего числа опрошенных 75 человек выразили желание дать интервью. Следовательно, вероятность того, что некоторый прохожий будет согласен на интервью, можно оценить как 0,75.

Продолжительность интервью

|                                 |     |     |     |
|---------------------------------|-----|-----|-----|
| Продолжительность интервью, мин | 2   | 4   | 6   |
| Количество интервью, $f$        | 40  | 45  | 15  |
| Вероятность ( $f - 100$ )       | 0,4 | 0,4 | 0,1 |

### 3. Решение задачи 2. Применение имитационных моделей в системах массового обслуживания. Моделирование ситуации с приемом врачей.

Доктор Алексеев и доктор Белов имеют в совместной собственности кабинет, в котором начиная с 9.00 ведут утренний прием больных. Приемная открывается в 8.30, а закрывается в 10.00 утра. Секретарь сохраняет записи об обращениях пациентов за последние десять недель, кроме того, сами врачи ведут учет пациентов, принятых ими в часы консультаций. Входной поток имеет следующую структуру:

Модель входного потока пациентов

|                                                     |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Промежуток между моментами появления пациентов, мин | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    |
| Вероятность                                         | 0,05 | 0,05 | 0,10 | 0,20 | 0,40 | 0,10 | 0,05 | 0,05 |

Одна половина пациентов регистрируется у доктора Алексеева, другая — у доктора Белова, причем они образуют две отдельные очереди, которые движутся по принципу "обслуживания в порядке прибытия" (FIFO). Однако если свободен другой доктор, то 90% пациентов высказывают желание обратиться к нему, когда подошла их очередь, а

их доктор занят. Распределение времени консультаций обоих докторов имеет следующий вид:

Распределение времени консультаций модель обслуживания

|                                      |      |      |      |      |      |
|--------------------------------------|------|------|------|------|------|
| Продолжительность консультаций, мин. | 6    | 8    | 10   | 12   | 14   |
| Вероятность                          | 0,10 | 0,20 | 0,50 | 0,10 | 0,10 |

Для каждого пациента отводится одинаковое время на консультацию независимо от того, какой из докторов его обслуживает. Однако в зависимости от конкретной ситуации можно ввести в модель и два типа распределений времени консультаций отдельно для каждого из врачей.

Используя имитационную модель, оценить входной поток пациентов в часы утреннего приема и ответить на следующие вопросы:

1. Какое число пациентов ожидает в приемной в 9.00 утра?
2. Чему равно среднее время ожидания пациентом приема в очереди?
3. В котором часу каждого из докторов покидает последний пациент?

## ***Тема 2. Имитационное моделирование систем. Многоподходный подход к моделированию систем.***

### **1. Решение задачи 3. Применение имитационных моделей в системах массового обслуживания. Моделирование ситуации с автомастерской**

Компания с ограниченной ответственностью "АМС Tyres" производит продажу и ремонт покрышек к автомобилям в ремонтной мастерской, расположенной в центре города. Приход клиентов носит случайный характер, система предварительной записи отсутствует. Клиентам, которые звонят в мастерскую заранее, отвечают, что они могут прийти в любое удобное для них время. В результате наблюдений за временными интервалами между последовательными моментами прихода клиентов были получены следующие данные:

Модель интервалов приезда автомобилей в ремонтную мастерскую

|                                                      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Временные интервалы между прибытием автомобилей, мин | 0    | 5    | 10   | 15   | 20   | 25   | 30   | 35   |
| Вероятность                                          | 0,04 | 0,08 | 0,15 | 0,30 | 0,20 | 0,13 | 0,08 | 0,02 |

Время, необходимое для осмотра и замены покрышек, было оценено с точностью до минуты. Оно изменяется в пределах промежутка от 21 до 40 мин, причем появление любого значения равновероятно.

На настоящий момент внутри мастерской компании "АМС" имеются одна оборудованная всем необходимым монтажная площадка, а также место для парковки еще одного автомобиля. Кроме того, вне мастерской есть еще место для парковки только одного автомобиля. Стоянка на близлежащей дороге запрещена, поэтому любой водитель, который подъехал в тот момент, когда заняты как монтажная площадка, так и оба отведенных для парковки места, вынужден будет уехать и по сути является для компании потерянным клиентом. Потеря каждого клиента обходится компании в среднем в 50 ф. ст. Если сделать небольшую реконструкцию, то внутри ремонтной мастерской можно оборудовать вторую монтажную площадку, но при этом место для парковки внутри мастерской придется демонтировать. На самом деле это не



представляет собой проблемы, так как в любом случае длина очереди и порядок продвижения клиентов останутся неизменными. Стоимость эксплуатации второй монтажной площадки составляет 35 ф. ст. в час. Построим имитационную модель для ситуации с 25 клиентами, и на основе полученных данных ответим на основной вопрос задачи: следует ли "АМС" вводить в эксплуатацию вторую монтажную площадку?

## 2. Решение задачи 4. Применение имитационных моделей в управлении запасами. Моделирование ситуации с производством автомобилей.

Корпорация "ELA" занимается производством легковых автомобилей. Аккумуляторы для модели "Lunar" компания закупает на стороне, у внешнего поставщика. На основе прошлого опыта специалисты "ELA" оценили, что спрос на аккумуляторы за неделю можно аппроксимировать нормальным распределением со средним значением 500 и стандартным отклонением 10 для промежутка от 470 до 530.

Начальный запас аккумуляторов составляет 2000 шт., причем администрация компании приняла решение о подачах заказов на партии аккумуляторов размером в 2500 шт. каждый раз, когда их запас опускается ниже уровня в 1500 шт. Кроме того, прошлый опыт показывает, что интервалы времени между подачей заказа и осуществлением поставок изменяются следующим образом:

Распределение времени поставки заказа, корпорации "ELA"

|                               |      |      |      |      |
|-------------------------------|------|------|------|------|
| Время поставки заказа, недель | 1    | 2    | 3    | 4    |
| Вероятность                   | 0,20 | 0,50 | 0,25 | 0,05 |

Единичная стоимость хранения запасов равна 0,50 ф. ст. в неделю и рассчитывается для общего размера запаса, оставшегося на конец недели. Стоимость заказа — 50 ф. ст., а отсутствие аккумуляторов на складе оценивается в 20 ф. ст. в неделю.

Используя имитационную модель для периода в 20 недель, оценим среднюю стоимость проведения изложенной выше политики в неделю. Принимается предпосылка о том, что все расчеты производятся в конце недели, а подачи заказов и поставки по ним — в начале недели.

## 3. Контрольная работа 1.

Поток требований на получение книг в библиотеке имеет следующую структуру:

|                                           |     |     |     |
|-------------------------------------------|-----|-----|-----|
| Время между поступлениями требований, мин | 2   | 3   | 4   |
| Вероятность                               | 0,2 | 0,7 | 0,1 |

Распределение времени приема требований:

|                              |     |     |     |
|------------------------------|-----|-----|-----|
| Время приема требований, мин | 0,7 | 1   | 1,3 |
| Вероятность                  | 0,2 | 0,6 | 0,2 |

В 20% случаев требования приходят на научную литературу, в 30% - на художественную литературу и в 50% - на периодические издания. Соответственно типу запросы направляются в отделы научной, художественной литературы и периодических изданий. Распределение времени поиска книг в научном и художественных имеет следующую структуру:

|                                                           |     |     |     |
|-----------------------------------------------------------|-----|-----|-----|
| Время поиска книг в научном и художественных отделах, мин | 15  | 20  | 25  |
| Вероятность                                               | 0,3 | 0,5 | 0,2 |

Распределение времени в отделе периодических изданий:

|                                                           |     |     |     |
|-----------------------------------------------------------|-----|-----|-----|
| Время поиска книг в научном и художественных отделах, мин | 10  | 15  | 20  |
| Вероятность                                               | 0,4 | 0,4 | 0,2 |

Затем заказанная литература приходит в отдел выдачи литературы. Заказы на периодические издания имеют больший приоритет, нежели на научную и художественную литературу, а заказы на научную и художественную – одинаковый приоритет. Время выдачи литературы:

|                              |     |     |
|------------------------------|-----|-----|
| Время выдачи литературы, мин | 2   | 3   |
| Вероятность                  | 0,6 | 0,4 |

Смоделируйте ситуацию для 15 требований. Найдите оценку среднего времени выполнения заказа.

Случайные числа:

|                                                     |                                           |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Время между поступлениями требований                | 3 4 9 6 7 8 9 0 1 8 4 1 4 4 6             |
| Время приема требований                             | 4 6 5 1 5 4 9 2 0 6 4 4 8 5 8             |
| Выбор отдела                                        | 4 9 2 7 9 2 0 8 8 7 5 6 1 2 3             |
| Поиск литературы в научном и художественных отделах | 8 8 8 4 8 7 7 4 0 1 3 9 9 9 0 7 5 7 6 6 1 |
| Поиск литературы в отделе периодических изданий     | 1 2 5 5 0 9 8 0 3 0 5 0 3 4 9             |
| Время выдачи литературы                             | 4 2 6 8 7 1 5 6 7 4 1 7 7 1 6             |

### **Тема 3. Понятие о дискретно-событийном моделировании. Основные виды дискретно-событийного моделирования**

**Лабораторная работа 1.** Агентная модель потребительского рынка в Anylogic. Построим агентную модель, которая поможет нам изучить процесс вывода нового продукта на рынок.

- Рассмотрим относительно небольшой потребительский рынок численностью в 5000 человек. С точки зрения реализации модели каждый потребитель будет являться агентом.
- Поскольку мы рассматриваем процесс вывода на рынок нового продукта, то изначально никто этим продуктом не пользуется.
- Люди начнут покупать продукт под влиянием рекламы.
- После этого начального этапа куда более сильное влияние на продажи будет оказывать общение людей друг с другом, рекомендации и положительные отзывы потребителей продукта, побуждающие других на его приобретение.

#### **Вопросы для обсуждения**

1. В чем причины появления агентного моделирования?
2. Поясните сущность агентного моделирования?
3. Как может быть задана структура агентной модели?
4. Как можно задать поведение агентной модели?
5. Какими именно свойствами должен обладать объект, чтобы называться агентом?
6. Приведите примеры агентов.
7. Опишите пользовательский интерфейс AnyLogic, включая графический редактор и панели?
8. Каким образом осуществляется навигация по элементам модели в панели Проекты?
9. Какой тип агента создается по умолчанию?
10. Как создать популяцию агентов?
11. Какие типы пространства могут быть у популяции агентов?
12. Какие типы агентов были созданы в построенной модели?

### **Тема 4. Этапы исследования систем с помощью моделирования**

**Лабораторная работа 2.** Модель распространения эпидемии. Построим модель, изучающую распространение инфекционного заболевания среди населения. рассмотрим

численность населения, равную 10 000 человек, которую обозначим как TotalPopulation. Вначале заражен только один человек, а все остальные лишь восприимчивы к болезни.

- Во время болезни один человек в среднем контактирует с другими с интенсивностью ContactRateInfectious, равной 1.25 человека в день. Если заразившийся человек контактирует с восприимчивым к болезни, то вероятность передачи инфекции Infectivity равняется 0.6.
- После того, как человек заражается, инкубационный период
- AverageIncubationTime длится 10 дней.
- Средняя длительность болезни после инкубационного периода AverageIllnessDuration (другими словами, длительность периода, когда этот человек может заражать других) составляет 15 дней.
- Выздоровевшие люди получают иммунитет к болезни и не могут снова заболеть.

#### **Вопросы для обсуждения**

1. В каких задачах используются модели системной динамики?
2. Что такое накопители в моделях системной динамики?
3. Что такое потоки в моделях системной динамики?
4. Что обозначает значок объект облачко?
5. Каким образом формируются формулы накопителя в Anylogic?
6. Как вычисляются значения накопителя и входящих потоков?
7. Для чего используются связи зависимостей в моделях системной динамики Anylogic?
8. Каких двух типов могут быть зависимости в диаграммах потоков и наполнителей?
9. Как задать формула для потока в Anylogic?
10. Как изменить радиусы связей и для чего это можно делать?
11. При погоне модели системной динамики как просмотреть динамику процесса в виде графиков?
12. Какие циклы обратной связи существуют в Anylogic?

### **Тема 5. Понятие адекватности, верификации и валидации модели**

**Лабораторная работа 3.** Дискретно-событийное моделирование заводского цеха в Anylogic1. Промоделируем производственные процессы в небольшом заводском цеху:

- Каждый час на завод приезжает грузовик с поддонами. На каждом поддоне находится заготовка, готовая к обработке в данном цеху.
- Все находящиеся на грузовике поддоны разгружаются в приемной зоне цеха.
- Далее эти поддоны с помощью автопогрузчиков помещаются в подготовительную зону хранения.
- По прошествии определенного времени поддоны с заготовками доставляются автопогрузчиками к станку с ЧПУ. Здесь происходит обработка заготовок – производство конечных изделий.

#### **Вопросы для обсуждения**

1. В чем сущность дискретно-событийного моделирования?
2. С каких блоков начинается и заканчивается имитационная модель?
3. Что понимается под агентами в дискретно-событийном моделировании?
4. Что может быть ресурсами в дискретно-событийном моделировании?
5. Назовите типовые операции дискретно-событийного моделирования?
6. Из-за чего образуются очереди в дискретно-событийной модели?
7. Для чего используются функции распределения вероятностей в дискретно-событийных моделях?
8. Перечислите типовые результаты дискретно-событийно модели?
9. Для чего используется блокировка графического элемента и как ее установить?
10. Назовите элементы разметки графического пространства в Anylogic?

11. Охарактеризуйте элемент разметки Склад и способы размещения стеллажей на склад?
12. Для чего используется библиотека моделирования процессов в Anylogic?

### ***Тема 6. Статистическое моделирование систем. Выбор распределений вероятностей***

**Лабораторная работа 4.** Пешеходное моделирование в Anylogic (модель аэропорта). Создадим модель небольшого аэропорта с двумя гейтами. Пассажиры будут прибывать в аэропорт и регистрироваться на рейс (если они не сделали этого заблаговременно через интернет). Затем все пассажиры должны будут пройти процедуру предполетного досмотра, после чего они смогут направиться в зону ожидания перед гейтами, дожидаясь начала посадки на свой рейс. При объявлении начала посадки, пассажиры направляются к соответствующему гейту. У гейта служащие аэропорта проводят проверку посадочных талонов, после чего пассажиры проходят на посадку на самолет. Процесс создания модели будет разбит на шесть этапов. В последней из них вы научитесь считывать данные из базы данных (мы считаем информацию о совершаемых рейсах из файла microsoft excel)

#### ***Вопросы для обсуждения***

1. Для каких целей используется пешеходное моделирование пешеходная библиотека в Anylogic?
2. Назовите элементы разметки пространства для пешеходных моделей
3. В каких объектах и для чего используется целевая линия?
4. С помощью каких объектов задается логика движения потока пешеходов?
5. Что такое тип пешехода?
6. Как в пешеходном моделировании называются объекты, в которых пешеходы проводят определенное время для выполнения какой-либо операции/процедуры? Приведите примеры.
7. Назовите особенности Сервиса с очередями
8. Назовите особенности Сервиса с областью?
9. Какой блок необходимо добавить в диаграмму для использования сервисов.
10. Какие типы сервисов существуют в пешеходных моделях? Охарактеризуйте их.
11. Как перемещать элемент на графический диаграмме без привязки к сетке?
12. Что позволяет база данных в Anylogic?

### ***Тема 7. Планирование имитационных компьютерных экспериментов***

**Лабораторная работа 5. Разработка много подходной имитационной модели.** Разработка многоподходной имитационной модели.

#### ***Вопросы для обсуждения***

1. Что такое многопроходная имитационная модель?
2. Способы интеграции имитационных моделей?

#### **Перечень вопросов к зачету**

1. Основные методы анализа и исследования экономических процессов. Определение имитационного моделирования. Сферы применения имитационного моделирования.
2. Общая схема имитационного моделирования. Отношение модели и реальной экономики. Эффективность моделирования. Моделируемые цели и критерии субъектов экономики.

3. Дискретно-событийное моделирование. Управление модельным временем. Компоненты дискретно-событийно модели. Виды задач дискретно-событийного моделирования.
4. Моделирование систем массового обслуживания и систем управления запасами.
5. Этапы исследования систем с помощью имитационного моделирования. Преимущества, недостатки и ошибки имитационного моделирования.
6. Программное обеспечение имитационного моделирования.
7. Понятие и методы повышения адекватности, верификации и валидации имитационной модели. Особенности проверки на адекватность. Выбор уровня детализации. Процедуры для сравнения модельных и системных выходных данных.
8. Статистическое моделирование систем. Псевдослучайные последовательности и процедуры их машинной генерации. Табличный, аппаратный, алгоритмический способы. Рекуррентные соотношения.
9. Статистическое моделирование систем. Генераторы случайных чисел. Конгруэнтные процедуры генерации. Проверка качества последовательностей. Улучшение качества последовательностей.
10. Выбор входных распределений вероятностей. Методы определения распределений. Непрерывные, дискретные и эмпирические распределения. Методы оценки для выборочной независимости. Методика выбора распределений.
11. Планирование экспериментов. Организация и проведение имитационного эксперимента. Типы экспериментов.
12. План однофакторного эксперимента и процедуры обработки результатов эксперимента.
13. Факторный анализ, полный и дробный факторный эксперимент и математическая модель.
14. Основные классы планов, применяемые в вычислительном эксперименте (планы многофакторного эксперимента, планы отсеивающего эксперимента, планы для изучения поверхности отклика).
15. Методология анализа поверхности отклика. Техника расчета крутого восхождения.

**Таблица 9 – Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов**

| № п/п                                                                                                                                                             | Тип задания            | Формулировка задания                                                                                                                                                                                                             | Правильный ответ | Время выполнения (в минутах) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------------|
| <b>ПК-1. Способен проводить научные исследования при разработке, внедрении и сопровождении информационных технологий и систем на всех этапах жизненного цикла</b> |                        |                                                                                                                                                                                                                                  |                  |                              |
| 1.                                                                                                                                                                | Задание закрытого типа | К какому виду моделирования относится имитационное моделирование:<br>1) Наглядное моделирование<br>2) Символическое моделирование<br>3) Математическое моделирование<br>4) Натурное моделирование<br>5) Физическое моделирование | 3                | 1                            |
| 2.                                                                                                                                                                |                        | Модель, в которой описывается поведение                                                                                                                                                                                          | 1                | 1                            |

| №<br>п/п | Тип<br>задания | Формулировка задания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Правильный<br>ответ | Время<br>выполнения<br>(в минутах) |
|----------|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------------------|
|          |                | <p>множества объектов, которые образуют поведение системы в целом:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Агентная модель</li> <li>2) Системная динамика</li> <li>3) Дискретная модель</li> <li>4) Система массового обслуживания</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                          |                     |                                    |
| 3.       |                | <p>В чем причины появления агентного моделирования?:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Желанием глубже изучить системы, которые сложно описать традиционными методами моделирования.</li> <li>2) Развитием технологии агентного моделирования (объектно-ориентированное моделирование, диаграммы состояний).</li> <li>3) Быстрому росту мощности процессоров и объема оперативной памяти компьютеров</li> <li>4) Все перечисленное</li> </ol>                                                    | 4                   | 1                                  |
| 4.       |                | <p>Системная динамика предоставляет методы изучения динамических систем. Предполагается, что вы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Моделируете систему как закрытую структуру, которая сама определяет собственное поведение.</li> <li>2) Обнаруживаете циклы обратной связи, уравнивающего или усиливающего типа. Циклы обратной связи занимают центральное место в системной динамике.</li> <li>3) Задаете накопители и потоки, которые на них влияют</li> <li>4) Все перечисленное</li> </ol> | 4                   | 1                                  |

| №<br>п/п | Тип<br>задания               | Формулировка задания                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Правильный<br>ответ                                                                                        | Время<br>выполнения<br>(в минутах) |
|----------|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 5.       |                              | Кардинально<br>противоположным методом<br>моделирования по<br>отношению к<br>детерминированным<br>является:<br>1) Стохастическое<br>2) Математическое<br>3) Физическое<br>4) Непрерывное                                                                                                                                   | 1                                                                                                          | 1                                  |
| 6.       |                              | Для описания поведения<br>объекта во времени<br>используется следующий вид<br>моделирования:<br>1) Динамическое<br>моделирование<br>2) Статическое<br>моделирование<br>3) Кинетическое<br>моделирование<br>4) Временное<br>моделирование                                                                                   | 1                                                                                                          | 1                                  |
| 7.       |                              | Система состоит из:<br>1) объектов, которые<br>называются свойствами<br>системы<br>2) набора отдельных<br>элементов<br>3) объектов, которые<br>называются элементами<br>системы                                                                                                                                            | 3                                                                                                          | 1                                  |
| 8.       |                              | Последовательность этапов<br>моделирования:<br>1) цель, объект, модель,<br>метод, алгоритм, программа,<br>эксперимент, анализ,<br>уточнение<br>2) объект, цель, модель,<br>эксперимент, программа,<br>анализ, тестирование<br>3) цель, модель, объект,<br>алгоритм, программа,<br>эксперимент, уточнение<br>выбора объекта | 1                                                                                                          | 1                                  |
| 1.       | Задание<br>открытого<br>типа | Дайте определению понятию<br>система                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Совокупность объектов,<br>например людей или<br>механизмов,<br>функционирующих и<br>взаимодействующих друг | 5                                  |

| №<br>п/п | Тип<br>задания | Формулировка задания                                                                                                                | Правильный<br>ответ                                                                                                                                                                                                                                            | Время<br>выполнения<br>(в минутах) |
|----------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
|          |                |                                                                                                                                     | с другом для достижения определенной цели                                                                                                                                                                                                                      |                                    |
| 2.       |                | Что такое состояние системы?                                                                                                        | совокупность переменных, необходимых для описания системы на определенный момент времени в соответствии с задачами исследования                                                                                                                                | 5                                  |
| 3.       |                | Что такое моделирование?                                                                                                            | совокупность переменных, необходимых для описания системы на определенный момент времени в соответствии с задачами исследования                                                                                                                                | 5                                  |
| 4.       |                | Охарактеризуйте модели дискретного времени                                                                                          | описывают исследуемую систему так, что ее состояние изменяется только в фиксированные моменты времени в результате каких либо событий.                                                                                                                         | 5                                  |
| 5.       |                | Математическое моделирование это - ...                                                                                              | Процесс установления соответствия данному реальному объекту некоторого математического объекта, называемого математической моделью, и исследование этой модели, позволяющее получать характеристики рассматриваемого реального объекта                         | 5                                  |
| 6.       |                | Математическое моделирование, кроме исследования объекта, процесса или системы и составления их математического описания, включает: | 1. построение алгоритма, моделирующего поведение объекта, процесса или системы;<br>2. проверка адекватности модели и объекта, процесса или системы на основе вычислительного и натурного эксперимента;<br>3. корректировка модели;<br>4. использование модели. | 5                                  |



| № п/п | Тип задания | Формулировка задания                                               | Правильный ответ                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Время выполнения (в минутах) |
|-------|-------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 7.    |             | Охарактеризуйте свойство «управляемость» для математической модели | Модель должна иметь хотя бы один параметр, изменениями которого можно имитировать поведение моделируемой системы в различных условиях                                                                                                                                                               | 5                            |
| 8.    |             | Назовите преимущества имитационного моделирования                  | Изучение будущей (модернизируемой) системы без ее реальной реализации, позволяющее исключить неизбежные ошибки, а также оптимизировать ее параметры<br>Возможность моделировать и анализировать системы любой сложности<br>Визуализация моделируемого процесса и наглядность получаемых результатов | 5                            |

Полный комплект оценочных материалов по дисциплине (модулю) (фонд оценочных средств) хранится в электронном виде на кафедре, утверждающей рабочую программу дисциплины (модуля), и в Центре мониторинга и аудита качества обучения.

#### **7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине**

##### **Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ, проведению зачета**

##### **Критерии оценки обсуждения вопросов по теме:**

– оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если студент продемонстрировал глубокие знания теоретического материала и умение их применять, обоснованно изложил свои мысли, сделал необходимые выводы;

– оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если студент продемонстрировал глубокие знания теоретического материала и умение их применять, обоснованно изложил свои мысли, сделал необходимые выводы, допущены некоторые неточности, имеется одна негрубая ошибка.

– оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если студент ответил на вопросы преимущественно верно, имеются затруднения в формулировке выводов, имеются одна или две негрубые ошибки;

– оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если студент не дал ответы на поставленные вопросы, обоснования неверные, либо дан верный ответ без его обоснования, сделаны грубые ошибки.

##### **Отчет по лабораторной работе**

Отчет по лабораторной работе представляется в электронном виде. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя. В случае, если оформление отчета и поведение студента во время защиты соответствуют указанным требованиям, студент получает максимальное количество баллов.

Основаниями для снижения количества баллов в диапазоне от max до min являются:

- отсутствие списка использованной литературы,
- небрежное выполнение,
- отсутствие выводов.

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов,
- отсутствия необходимого графического материала,
- неверных результатов расчета.

В отчете по выполненной лабораторной работе должны быть указаны:

- тема лабораторной работы,
- пакет документов в соответствии с темой лабораторной работы,
- использованная литература.

### **Контрольные работы**

Контрольная работа состоит из задачи.

Основаниями для снижения оценки за задание являются:

- ошибки в объяснениях и комментариях при верно выполненном задании;
- небрежное выполнение;
- многократное переписывание контрольной работы.

Задание не может быть засчитано, если:

- дан неверный ответ на задание.

### **Критерии оценки контрольных работ:**

– оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если студент продемонстрировал глубокие знания теоретического материала и умение их применять, обоснованно изложил свои мысли, сделал необходимые выводы и учел основные нормативно-правовые документы по информационной безопасности;

– оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если студент продемонстрировал глубокие знания теоретического материала и умение их применять, обоснованно изложил свои мысли, сделал необходимые выводы и учел основные нормативно-правовые документы по информационной безопасности, допущены некоторые неточности, имеется одна негрубая ошибка.

– оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если студент ответил на вопросы преимущественно верно, имеются затруднения в формулировке выводов, имеются одна или две негрубые ошибки, учтены не все нормативно-правовые документы по информационной безопасности;

– оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если студент не дал ответы на поставленные вопросы, обоснования неверные, либо дан верный ответ без его обоснования, сделаны грубые ошибки, отсутствуют знания нормативно-правовых документов по информационной безопасности.

### **Критерии оценки теста:**

- оценка «отлично» выставляется студенту, если он умеет безошибочно самостоятельно обрабатывать и интерпретировать данные при решении задач, как в стандартной, так и в нестандартной формулировке;

- оценка «хорошо» выставляется студенту, если он умеет безошибочно самостоятельно обрабатывать и интерпретировать данные при решении задач в стандартной ситуации или за верное решение 75% - 89% заданий теста;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он умеет при решении задач обрабатывать данные с опорой на справочные материалы и помощь преподавателя, верно выполняя при этом 60% - 74% работы.
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не умеет правильно обрабатывать данные, выполнил менее 60% заданий теста.
- оценка «зачтено» выставляется студенту, если тест студента оценен не ниже чем «удовлетворительно»;
- оценка «не зачтено», если тест оценен ниже чем «удовлетворительно».

#### **Критерии оценки зачета:**

- оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если студент продемонстрировал глубокие знания теоретического материала и умение их применять, обоснованно изложил свои мысли, сделал необходимые выводы;
- оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если студент продемонстрировал глубокие знания теоретического материала и умение их применять, обоснованно изложил свои мысли, сделал необходимые выводы, допущены некоторые неточности, имеется одна негрубая ошибка;
- оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если студент ответил на вопросы преимущественно верно, имеются затруднения в формулировке выводов, имеются одна или две негрубые ошибки;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если студент не дал ответы на поставленные вопросы, обоснования неверные, либо дан верный ответ без его обоснования, сделаны грубые ошибки, отсутствуют знания по основам делопроизводства.

**Таблица 10 – Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине (модулю)**

| № п/п                | Контролируемые мероприятия                   | Количество мероприятий / баллы | Максимальное количество баллов | Срок представления |
|----------------------|----------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------|
| <b>Основной блок</b> |                                              |                                |                                |                    |
| 1.                   | <i>Ответ на занятии</i>                      | 18/1                           | 18                             | По расписанию      |
| 2.                   | <i>Выполнение лабораторной работы</i>        | 6/8                            | 48                             |                    |
| 3.                   | <i>Выполнение контрольной работы</i>         | 1/10                           | 10                             |                    |
| 4.                   | <i>Тест</i>                                  | 1/2                            | 2                              |                    |
| 5.                   | <i>Решение задач</i>                         | 4/3                            | 12                             |                    |
| <b>Всего</b>         |                                              |                                | <b>90</b>                      | -                  |
| <b>Блок бонусов</b>  |                                              |                                |                                |                    |
| 6.                   | <i>Посещение занятий без пропусков</i>       | 1                              | 3                              |                    |
| 7.                   | <i>Своевременное выполнение всех заданий</i> | 1                              | 3                              |                    |
| 8.                   | <i>Активность студента на занятии</i>        | 1                              | 4                              |                    |
| <b>Всего</b>         |                                              |                                | <b>10</b>                      | -                  |
| <b>ИТОГО</b>         |                                              |                                | <b>100</b>                     | -                  |

**Таблица 11 – Система штрафов (для одного занятия)**

| Показатель                                      | Балл |
|-------------------------------------------------|------|
| <i>Опоздание на занятие</i>                     | - 1  |
| <i>Нарушение учебной дисциплины</i>             | - 1  |
| <i>Неготовность к занятию</i>                   | - 2  |
| <i>Пропуск занятия без уважительной причины</i> | - 2  |

**Таблица 12 – Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине (модулю)**

| Сумма баллов | Оценка по 4-балльной шкале |            |
|--------------|----------------------------|------------|
| 90–100       | 5 (отлично)                | Зачтено    |
| 85–89        | 4 (хорошо)                 |            |
| 75–84        |                            |            |
| 70–74        |                            |            |
| 65–69        | 3 (удовлетворительно)      |            |
| 60–64        |                            |            |
| Ниже 60      | 2 (неудовлетворительно)    | Не зачтено |

При реализации дисциплины (модуля) в зависимости от уровня подготовленности обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **8.1. Основная литература**

1. Гончаренко, А. Н. Моделирование систем. Описание современных подходов к моделированию систем : метод. пособие / А. Н. Гончаренко. - Москва : МИСиС, 2020. - 32 с. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/MISIS-2021080822.html> (ЭБС «Консультант студента»)..
2. Гончаренко, А. Н. Моделирование систем. Системы массового обслуживания : метод. пособие / А. Н. Гончаренко. - Москва : МИСиС, 2020. - 48 с. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/MISIS-2021080819.html> (ЭБС «Консультант студента»).
3. Афонин, В. В. Моделирование систем / Афонин В. В. , Федосин С. А. - Москва : Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ", 2016. (Основы информационных технологий) - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996303526.htm> 1 (ЭБС «Консультант студента»).
4. Кожаринов, А. С. Моделирование и анализ информационных и бизнес-процессов в информационных системах : метод. указ. к выполнению курсовых работ / А. С. Кожаринов. - Москва : МИСиС, 2017. - 27 с. - URL : [https://www.studentlibrary.ru/book/Misis\\_362.html](https://www.studentlibrary.ru/book/Misis_362.html) (ЭБС «Консультант студента»).
5. Мамонова, В. Г. Моделирование бизнес-процессов : учеб. пособие / Мамонова В. Г. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2012. - 43 с. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778220164.html> (ЭБС «Консультант студента»).

## 8.2. Дополнительная литература

1. Кравченко, А. В. Моделирование бизнес-процессов : учебное пособие / А. В. Кравченко, Е. В. Драгунова, Ю. В. Кириллов. - Новосибирск : НГТУ, 2020. - 136 с. URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778241596.html> (ЭБС «Консультант студента»).
2. Гусева, Е. Н. Имитационное моделирование экономических процессов в среде Arena : учеб. -метод. пособие / Е. Н. Гусева. - 4-е изд. стереотип. - Москва : ФЛИНТА, 2021. - 132 с. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN97859765119580921.html> (ЭБС «Консультант студента»).
3. Решмин, Б. И. Имитационное моделирование и системы управления : учебное пособие. / Решмин Б. И. - Москва : Инфра-Инженерия, 2018. - 74 с. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972901203.html> (ЭБС «Консультант студента»).
4. Черняева, С. Н. Имитационное моделирование систем : учеб. пособие / С. Н. Черняева, Л. А. Коробова, В. В. Денисенко - Воронеж : ВГУИТ, 2016. - 94 с. URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785000321805.html> (ЭБС «Консультант студента»).
5. Строгалев, В. П. Имитационное моделирование : учебное пособие / В. П. Строгалев, И. О. Толкачева - Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018. - 295 с. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703848258.html> (ЭБС «Консультант студента»).
6. Березовская, Е. А. Имитационное моделирование : учеб. пособие / Березовская Е. А. - Ростов н/Д : Изд-во ЮФУ, 2018. - 76 с. URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785927524266.html> (ЭБС «Консультант студента»).

## 8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины

**Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента».** Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог в настоящее время содержит около 15000 наименований. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru).

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для проведения лабораторных занятий необходима компьютерная аудитория, в которой организован доступ к сети Интернет и установлено программное обеспечение. Для проведения публичной защиты проектов, необходима мультимедийная аудитория с проектором.

Учебные аудитории, библиотеки АГУ, центр мониторинга и аудита качества образования, компьютерные классы, мультимедийные аудитории.

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. Для инвалидов содержание рабочей программы дисциплины (модуля) может определяться также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).