ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

**«ЛЕНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**ИМЕНИ А.С. ПУШКИНА»**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методической

работе

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С.Н. Большаков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

**Б1.О.02.08 ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

Направление подготовки **09.03.03 Прикладная информатика**

Направленность (профиль) **Прикладная информатика в экономике**

(год начала подготовки – 2022)

Санкт-Петербург

2022

**1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ:**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Индекс компетенции | Содержание компетенции (или ее части) | Индикаторы компетенций (код и содержание) |
| УК-1 | Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | ИУК-1.1. Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации, методики системного подхода для решения профессиональных задач.ИУК-1.2. Умеет анализировать и систематизировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности.ИУК-1.3. Владеет навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами принятия решений. |
| ОПК-1 | Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности | ИОПК-1.1. Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования.ИОПК-1.2. Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применениеместественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.ИОПК-1.3. Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности. |
| ОПК-2 | Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности | ИОПК-2.1. Знает современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности.ИОПК-2.2. Умеет выбирать современныеинформационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности.ИОПК-2.3. Владеет навыками применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности. |
| ПК-5 | Способен моделировать прикладные (бизнес) процессы и предметную область | ИПК-5.1. Знает методы и инструментальные средства моделирования бизнес-процессов и предметной области.ИПК-5.2. Умеет разрабатывать модели прикладных (бизнес) процессов и предмет-ной области.ИПК-5.3. Владеет навыками разработки моделей прикладных (бизнес) процессов ипредметной области. |
| ПК-10 | Способен применять системный подход и математические модели в формализации решения прикладных задач | ИПК-10.1. Знает методы системного анализа, математические методы формализации. ИПК-10.2. Умеет применять системный подход и математические методы в формализации и решении прикладных задач. ИПК-10.3. Владеет навыками применения методов на логическом, математическом и алгоритмическом уровнях. |

**2. Место дисциплины в структуре ОП:**

Цель дисциплины: формирование у обучающихся компетенций в области имитационного моделирования; всестороннее изучение подходов и способов применения имитационного моделирования в экономической деятельности; обучение принципам построения имитационных моделей, планированию и проведению вычислительного эксперимента с использованием специальных компьютерных технологий.

Задачи дисциплины:

* определение места моделирования как метода и средства познания окружающей действительности;
* объяснение отличия моделей объектов (процессов, явлений) от моделей задач, взаимосвязь между этими моделями;
* раскрытие базовых понятий дисциплины;
* освоение методологии и технологии имитационного моделирования при исследовании и проектировании экономических систем;
* изучение компьютерных технологий на материале проблемной среды из области будущей профессиональной деятельности студентов (управленческой; организационно-проектной, аналитической, консультативной и т.п.);
* исследование функционирования моделей с помощью компьютера;
* анализ результатов компьютерного моделирования экономических процессов и внесение изменений в исходную модель.

Дисциплина относится к обязательной части блока 1. Дисциплины (модули), модуль Математика и компьютерные науки. Имитационное моделирование является особым видом моделирования, который осуществляется средствами высокоуровневых информационных технологий и позволяет посредством процессов-аналогов провести целенаправленное многовариантное исследование функционирования реального сложного процесса или системы в режиме «имитации». Данная дисциплина направлена, с одной стороны, на формирование теоретической базы создания или модификации имитационных моделей экономических явлений и процессов путем изучения методологии предмета, с другой – на овладение учащимися конкретными навыками использования компьютерных технологий для исследования и управления экономическими процессами посредством моделирования.

Освоение дисциплины и сформированные при этом компетенции необходимы в последующей деятельности.

**3. Объем дисциплины и виды учебной работы:**

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часа *(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)*

Очная форма обучения

|  |  |
| --- | --- |
| Вид учебной работы | Трудоемкость в акад.час |
|  |  | Практическая подготовка |
| **Контактная работа (аудиторные занятия) (всего):** | 36 |
| в том числе: |  |
| Лекции | 12 | - |
| Лабораторные работы / Практические занятия (в т.ч. зачет) | 24/- | 4/- |
| **Самостоятельная работа (всего)** | 36 |
| **Вид промежуточной аттестации (экзамен):** | - |
| контактная работа | - |
| самостоятельная работа по подготовке к экзамену | - |
| **Общая трудоемкость дисциплины (в час. /з.е.)** | 72/2 |

Заочная форма обучения

|  |  |
| --- | --- |
| Вид учебной работы | Трудоемкость в акад.час |
|  |  | Практическая подготовка |
| **Контактная работа (аудиторные занятия) (всего):** | 12 |
| в том числе: |  |
| Лекции | 4 | - |
| Лабораторные работы/ Практические занятия | 8/- | 4/- |
| **Самостоятельная работа (всего)** | 56 | - |
| **Вид промежуточной аттестации (зачет):** | 4 | - |
| контактная работа | 0,25 | - |
| самостоятельная работа по подготовке к зачету | 3,75 | - |
| **Вид промежуточной аттестации (экзамен):** | - |
| контактная работа | - |
| самостоятельная работа по подготовке к экзамену | - |
| **Общая трудоемкость дисциплины (в час. /з.е.)** | 72/2 |

**4.СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:**

При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая при необходимости проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, составленных на основе результатов научных исследований, проводимых организацией, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей**).**

**4.1 Блоки (разделы) дисциплины.**

|  |  |
| --- | --- |
| № | Наименование блока (раздела) дисциплины |
| 1 | Теоретические основы имитационного моделирования. |
| 2 | Методология проведения проверок статистических гипотез. |
| 3 | Моделирование случайных величин. |
| 4 | Модели систем массового обслуживания. |
| 5 | Транзактно-ориентированное моделирования на GPSS World. |
| 6 | Имитационное моделирование в среде Ithink. |
| 7 | Имитационное моделирование в среде Arena. |
| 8 | Имитационное моделирование в среде Pilgrim. |
| 9 | Имитационное моделирование средствами AnyLogic. |

**4.2. Примерная тематика курсовых работ (проектов):**

Курсовая работа по дисциплине не предусмотрена учебным планом.

**4.3. Перечень занятий, проводимых в активной и интерактивной формах, обеспечивающих развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств. Практическая подготовка\*.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование блока (раздела) дисциплины** | **Занятия, проводимые в активной и интерактивной формах** | **Практическая подготовка\*** |
| **Форма проведения занятия** | **Наименование видов занятий** |
| 1. | Теоретические основы имитационного моделирования. | лекционное занятие | лекция-дискуссия |  |
| 2. | Методология проведения проверок статистических гипотез. | лекционное занятие | лекция-визуализация |  |
| 3. | Моделирование случайных величин. | лабораторное занятие | разбор конкретных ситуаций, работа в группах |  |
| 4. | Модели систем массового обслуживания. | лабораторное занятие | разбор конкретных ситуаций, работа в группах |  |
| 5. | Транзактно-ориентированное моделирования на GPSS World. | лабораторное занятие | разбор конкретных ситуаций, работа в группах | разработка имитационной модели экономического процесса |
| 6. | Имитационное моделирование в среде Ithink. | лабораторное занятие | разбор конкретных ситуаций, работа в группах |  |
| 7. | Имитационное моделирование в среде Arena. | лабораторное занятие | разбор конкретных ситуаций, работа в группах |  |
| 8. | Имитационное моделирование в среде Pilgrim. | лабораторное занятие | разбор конкретных ситуаций, работа в группах |  |
| 9. | Имитационное моделирование средствами AnyLogic. | лабораторное занятие | разбор конкретных ситуаций, работа в группах | разработка имитационной модели экономического процесса |

**\***Практическая подготовка при реализации учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей) организуется путем проведения практических занятий, практикумов, лабораторных работ и иных аналогичных видов учебной деятельности, **предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.**

**5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине:**

**5.1. Темы конспектов:**

1. Теоретические основы имитационного моделирования.
2. Методология проведения проверок статистических гипотез.
3. Моделирование случайных величин.
4. Модели систем массового обслуживания.
5. Транзактно-ориентированное моделирования на GPSS World.
6. Имитационное моделирование в среде Ithink.
7. Имитационное моделирование в среде Arena.
8. Имитационное моделирование в среде Pilgrim.
9. Имитационное моделирование средствами AnyLogic.

**5.2. Перечень заданий проверочных работ:**

**ПРОВЕРОЧНАЯ РАБОТА № 1**

**Тема**: Проектирование и моделирование систем массового обслуживания (СМО). Расчет основных характеристик СМО.

Задание 1. Определить основные показатели СМО задачи, проанализировать полученные результаты вычислений:

В торговом зале фирмы обслуживанием покупателей занимаются 2 продавца (n=2). На обслуживание одного покупателя продавец в среднем затрачивает 20 сек.(или1/3 мин. Т.е., μ =3чел/мин)). Интенсивность входящего потока покупателей составляет 5 чел/мин.(λ=5). Руководством фирмы установлено, что длина очереди не должна превышать 2 человека (m ≤ 2).

Указание: оформить исходные данные в виде таблицы в MS Excel:



Далее разработать таблицу расчета основных показателей работы СМО и произвести расчеты:



Задание 2. Расчет основных характеристик СМО:

Овощной магазин получает овощи из теплиц пригородных ферм. Автомобили с грузом прибывают в течение дня с интенсивностью λ =6 автомашин в день. Подсобные помещение и оборудование для фасовки овощей и подготовки их к продаже позволяют обрабатывать и хранить товар, привезенный двумя автомобилями (m =2). В магазине работают 4 рабочих (n = 3), каждый из которых на обработку груза с одной машины в среднем за 4 часа. Продолжительность рабочей смены составляет 12 часов. (т.е., μ=12/4 =3). Определить какова должна быть емкость (количество) подсобных помещений (m =?) для того, чтобы вероятность полной обработки товаров Роб сл ≥ 0,95.

Задание 3. Расчет основных характеристик СМО:

В магазине в течение недели производилась регистрация потока покупателей и времени обслуживания их продавцами.

Данные регистрации приведены в таблицах 1 и 2, соответственно.

1. Определите интенсивности потока покупателей (λ) и обслуживания их продавцами (μ).

2. Найдите количество продавцов, обслуживающих покупателей, работа которых обеспечит наименьшие издержки работы магазина (данные по отдельным видам издержек приведены в таблице. При этом в очереди на обслуживание должно находиться не более 2 покупателей.



|  |
| --- |
| Издержки (Сзатр) |
| Связанные работой одного продавца в минуту, у.е. (Сэкпл) | 3 |
| Связанные с простоем в минуту, у.е. (Спрост) | 2 |
| Связанные с отказом покупателям в обслуживании (уходом покупателей), у.е.(Сотк) | 10 |
| Связанные с пребыванием заявки торгового отдела в СМО,у.е (Тср.СМО) | 2 |

Задание 4. Расчет основных характеристик СМО:

В отделе самообслуживания магазина предполагается разместить кассы сканирования для расчета с покупателями за приобретенные ими товары.

Наблюдения за потоком покупателей позволили установить, что интенсивность потока (λ) равна λ=7 чел/мин. Интенсивность обслуживания покупателей (μ)составляет μ=1.8 чел/мин. Допустимая длина очереди на должна превышать 4 человека.

Определите какое минимальное количество касс должно быть установлено с тем, чтобы выполнялось условие стационарности системы, а также рассчитайте основные показатели СМО при использовании данного количества касс; какой должна быть интенсивность обслуживания, с тем, чтобы в найденном необходимом количестве касс относительная пропускная способность системы была равна (не менее) 0.95.

**ПРОВЕРОЧНАЯ РАБОТА № 2**

**Тема**: Имитационное моделирование в среде GPSS World.

Задание 1. Решить задачу средствами GPSS World:

На фабрике в кладовой работает один кладовщик. Он выдает запасные части механикам, обслуживающим станки и устанавливающим эти части на испорченных станках. Запасные части довольно дорогие.

Время обслуживания:

Категория 1 420±360 300±90

Категория 2 360±240 100±30

Построить имитационную модель задач средствами GPSS.

Задание 2. Построить имитационную модель СМО с одним прибором и очередью в GPSS

На фабрике в кладовой работает один кладовщик. Он выдает запасные части механикам, обслуживающим станки. Время, необходимое для удовлетворения запроса, зависит от типа запасной части. Запросы бывают двух категорий. Запросы первой категории приходят каждые с и требуют на обслуживание с. Соответственно запросы второй категорий и с. Руководство фабрикой считает, что среднее число простаивающих механиков можно уменьшить, если запросы второй категории будут обслуживать в первую очередь. Смоделировать работу кладовой в течение  ч. Подсчитать потери от простоя, если одна секунда ожидания приносит убыток к.

Задание 3. Построить имитационную модель многоканальную СМО в GPSS.

Производство деталей определенного вида включает длительный процесс сборки, заканчивающийся коротким периодом обжига в печи. Поскольку содержание печи обходится очень дорого, несколько сборщиков используют одну печь, в которой одновременно можно обжигать только одну деталь. Сборщик не может начать новую сборку, пока не вытащит из печи предыдущую деталь. Таким образом, сборщик работает в таком режиме:

1) Собирает следующую деталь.

2) Ожидает возможности использования печи по принципу «первым пришел – первым обслужен».

3) Использует печь.

4) Возвращается к п. 1.

Время, необходимое на различные операции, стоимость операций и изделий представлены в таблице 1.

Таблица 1.

|  |  |
| --- | --- |
| Операция | Необходимое время, мин |
| Сборка | 30 ± 5 |
| Обжиг | 8 ± 2 |

Требуется построить имитационную модель задачи (единица модельного времен –1 мин).

**ПРОВЕРОЧНАЯ РАБОТА № 3**

**Тема**: Имитационное моделирование стоянки маршрутного такси средствами Pilgrim

Задание 1. Построить алгоритм реализации имитационной модели следующей задачи для Pilgrim:

Имеется остановка маршрутного такси. С определенными интервалами времени на остановку приходят пассажиры и подъезжают машины такси. Такси уезжает, когда в машину сядут 10 пассажиров. Если пришедший пассажир не обнаруживает стоящей машины такси, то он встает в очередь на посадку. Когда такси подъезжает на пустую остановку (нет ни одного человека), машина ждет пассажиров. Если такси подъехало, а на остановке уже стоит другая машина, которая пришла раньше, то вновь пришедшая машина встает в очередь.

**ПРОВЕРОЧНАЯ РАБОТА № 4**

**Тема**: Модели комбинаторной оптимизации

Задание 1. Построить имитационную модель годового роста сальдо банковского счета, скорость которого зависит от колеблющейся ежемесячной процентной ставки для реалиазции в Ithink.

**5.3. Тематика творческих работ:**

* 1. Имитационное моделирование систем массового обслуживания (на примере …).
	2. Моделирование рисков инвестиционных проектов средствами.
	3. Имитационное моделирование работы предприятия быстрого обслуживания.
	4. Имитационное моделирование работы магазина.
	5. Имитационное моделирование работы склада нефтепродуктов.
	6. Имитационное моделирование роботизированной гибкой производственной системы.
	7. Исследование работы морского порта методом имитационного моделирования.
	8. Имитационное моделирование работы АЗТ.
	9. Исследование имитационной модели парикмахерской с двумя креслами.
	10. Имитационное моделирование посещения пунктов местности коммивояжером.
	11. Имитационное моделирование минимизации производственных затрат.
	12. Построение имитационной модели «Эффективность компьютеров в автоматизированной бухгалтерии».
	13. Имитационное моделирование бизнес-процесса «Эффективность предприятия».
	14. Создание многослойных моделей с помощью графического конструктора.
	15. Построение имитационной модели «Муниципальные проекты инвесторов-землепользователей».
	16. Имитационная модель «Стоянка маршрутного такси».
	17. Имитационное моделирование двух кассиров в банке.
	18. Имитационная модель операционного зала банка.
	19. Имитационное моделирование деятельности фирмы по оказанию полиграфических услуг.
	20. Оптимизация работы кладовой на промышленном предприятии методом имитационного моделирования.
	21. Имитационное моделирование станции технического обслуживания.

**5.4. Вопросы для устного опроса:**

1. Что такое имитационное моделирование?
2. Зачем нужна имитационная модель?
3. Назовите существующие классификации имитационных моделей.
4. Для чего применяется имитационное моделирование экономических процессов?
5. Какие типовые задачи решаются средствами имитационного моделирования при управлении экономическими объектами?
6. Какие свойства имеет режим интерпретации модели?
7. Что дает режим компиляции модели?
8. Что понимается под системами массового обслуживания (СМО) и для чего они
9. предназначены?
10. В чем стоит цель, предмет задачи теории СМО?
11. Какие блоки включает схема СМО?
12. Что понимается под характеристикой эффективности работы СМО?
13. Случайный процесс какого типа протекает в СМО?
14. Какой процесс называется случайным? Приведите примеры.
15. Какой СП называется марковским?
16. Что представляет собой граф состояний системы?
17. Какие СП называются дискретными?
18. Какие СП называются непрерывными?
19. Дайте определение состояния без выхода, без входа.
20. Какая система называется эргодической?
21. Дайте определение СП с дискретным и непрерывным временем.
22. Что называется Марковской цепью?
23. Что собой представляют вероятности состояний?
24. Какая Марковская цепь называется однородной (неоднородной)?
25. Дайте определение вероятностей состояний системы, в которой протекает
26. Марковский случайный процесс с непрерывным временем.
27. Что называется плотностью вероятности перехода системы из состояния в
28. состояние?
29. Дайте определение однородного и неоднородного Марковского дискретного процесса с непрерывным временем.
30. Определите размеченный граф состояний системы, в которой протекает марковский случайный процесс с непрерывным временем.
31. Какова физическая интерпретация предельных вероятностей состояний дискретной Марковской системы с непрерывным временем?
32. Как составляется система линейных алгебраических уравнений с неизвестными
33. предельными вероятностями по размеченному графу состояний системы?
34. Как составляется система линейных алгебраических уравнений с неизвестными предельными вероятностями по матрице плотностей вероятностей перехода?
35. На какие классы делятся СМО в зависимости от: a) характера потоков; b) числа каналов; c) дисциплины обслуживания; d) ограничения потока заявок; e) количества этапов обслуживания.
36. Кто впервые занимался исследованием многоканальных СМО с отказами?
37. Как называется модель случайного процесса, протекающего в многоканальной СМО с отказами?
38. Что понимается под «потоком обслуживаний» заявок?
39. Как выглядит размеченный граф для многоканальной СМО с отказами?
40. Какие вероятности состояний СМО называются предельными и какой режим функционирования они характеризуют?
41. Что представляет собой приведенная интенсивности входящего потока и какова единица измерения этого показателя?
42. Перечислите основные предельные характеристики эффективности функционирования n-канальной СМО с отказами.
43. Как можно классифицировать объекты GPSS World?
44. Что такое транзакт?
45. Какие атрибуты называются стандартными числовыми атрибутами?
46. Какой оператор осуществляет ввод транзакта в модель?
47. Какими свойствами обладает одноканальное обслуживающее устройство (прибор)?
48. С помощью каких блоков можно промоделировать обслуживающее устройство?
49. Как получить стандартный отчет по модели?
50. С помощью каких блоков можно промоделировать многоканальное устройство?
51. Выявите функциональные отличия сред имитационного моделирования Arena, iThink и Pilgrim.
52. Как выражаются результаты моделирования в iThink?
53. Для каких групп пользователей предназначен пакет iThink?
54. Какие достоинства имеются у iThink?
55. Опишите интерфейс среды Arena.
56. В чем заключается процесс имитационного моделирования в среде Arena, опишите порядок разработки модели?
57. Что является средством построения моделей в системе Pilgrim?
58. Какие этапы включает процесс построения модели в системе Pilgrim?
59. Что является основной динамической единицей модели Pilgrim?
60. Назовите основные типы узлов в системе моделирования Pilgrim.
61. Кто является разработчиком среды имитационного моделирования AnyLogic?
62. Перечислите основные этапы построения имитационной модели в AnyLogic.
63. Как выглядит интерфейс программы AnyLogic 6?
64. В чем состоит отличие AnyLogic Professional и AnyLogic Advanced?
65. Укажите, построение каких типов моделей допускает AnyLogic 6.
66. Какие встроенные библиотеки имеет AnyLogic?
67. Перечислите базовые элементы AnyLogic необходимые для построения канала СМО и дайте им краткую характеристику.
68. Как строится анимация процесса обслуживания заявок в AnyLogic?
69. Как определить среднее число заявок в очереди в модели AnyLogic?

**6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

**6.1. Текущий контроль**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №п/п | № и наименование блока (раздела) дисциплины | Форма текущего контроля |
| 1 | Разделы 1-9 | Тест, устный опрос |
| 2 | Разделы 4, 5, 6, 8 | Выполнение заданий проверочных и творческих работ |

**6.2. Примеры оценочных средств для текущего контроля успеваемости**

***Перечень тестовых заданий.***

**1.** Что является главной отличительной особенностью событийного метода моделирования?

1) выполнение вычислений в модели некоторого компонента, только в том случае, если произошли изменения фазовых переменных на входах этого компонента;

2) имитация событий, происходящих в моделируемом объекте;

3) переход на упрощенную модель при выполнении некоторых заранее заданных условий моделирования;

4) использование в качестве математической модели системы логических уравнений.

**2.** Моделирование – это:

1) процесс замены реального объекта (процесса, явления) моделью, отражающей его существенные признаки с точки зрения достижения конкретной цели;

2) процесс неформальной постановки конкретной задачи;

3) процесс замены реального объекта (процесса, явления) другим материальным или идеальным объектом;

4) процесс выявления существенных признаков рассматриваемого объекта.

**3.** Процесс построения модели предполагает:

1) описание всех свойств исследуемого объекта;

2) выделение наиболее существенных с точки зрения решаемой задачи свойств объекта;

3) выделение свойств объекта безотносительно к целям решаемой задачи;
4) описание всех пространственно-временных характеристик изучаемого объекта;

5) выделение не более трех существенных свойств объекта.

**4.** С помощью имитационного моделирования нельзя изучать:

1) демографические процессы, протекающие в социальных системах;

2) тепловые процессы, протекающие в технических системах;

3) инфляционные процессы в промышленно-экономических системах;

4) процессы психологического взаимодействия студентов в группе;

5) траектории движения планет и космических кораблей в безвоздушном пространстве.

**5.** Дайте определение следующему понятию: «Процесс конструирования модели реальной системы и постановки экспериментов на этой модели с целью либо понять поведение системы, либо оценить (в рамках ограничений, накладываемых некоторым критерием или совокупностью критериев) различные стратегии, обеспечивающие функционирование данной системы это?»

1) понятие имитационного моделирования;

2) понятие компьютерного моделирования;

3) понятие статистического моделирования;

4) понятие математического моделирования.

**6.** Дополните предложение: «Разновидность имитационного моделирования, для которой характерно выполнение модели в виртуальном (модельном) времени, не связанном с реальным никакими масштабами называется …» Ответ: симуляция

**7.** Иллюзии непрерывного поведения модели позволяет добиться…

1) минимизация шага изменения переменой;

2) максимизация шага изменения переменной;

3) состояние системы.

**8.** Установите соответствие между примерами систем различного вида с точки зрения имитации:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | Банк | А | покупатели |
| 2 | Магазин | Б | комплектующие |
| 3 | Больница | В | звонки клиентов |
| 4 | Машина | Г | заказы |
| 5 | Узел связи | Д | пациенты |
| 6 | Завод | Е | клиенты |

1) 1г, 2е, 3д, 4а, 5в, 6б;

2) 1е, 2а, 3д, 4б, 5в, 6г;

3) 1е, 2б, 3д, 4в, 5г, 6б

**9.** Из перечисленных ниже утверждений выберите цели имитационного моделирования:

1) Построение теории и гипотезы, которые могут описать поведение системы;

2) эффективное управление системой;

3) прогнозирование будущего состояния системы;

4) принятие управленческого решения для экономической системы.

**10.** Установите соответствие вида имитационной модели с ее интерпретацией:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | Статистические модели | А | это модели, в которых все фигурирующие переменные непрерывны |
| 2 | Динамические модели | Б | это модели, все переменные и параметры которых являются дискретными величинами |
| 3 | Детерминированные модели | В | модели, которые учитывают случайные факторы, например случайные отклонения параметров от своих номинальных значений из-за технологических разбросов, температурных и временных изменений |
| 4 | Стохастические (вероятностные) модели | Г | в данных моделях игнорируются или моделируются весьма примитивно многие свойства, присущие реальным объектам (например, задержка и нагрузочная способность логических элементов) |
| 5 | Дискретные модели | Д | модели, в которых предоставлена информация о состояниях системы и процессах смены состояний |
| 6 | Непрерывные модели | Е | модели, в которых предоставлена информация об одном состоянии системы |

1) 1е, 2д, 3г, 4в, 5б, 6а; 2) 1е, 2д, 3г, 4в, 5а, 6б; 3) 1е, 2г, 3д, 4в, 5б, 6а.

**11.** Установите последовательность перечисленных 11 этапов имитационного моделирования по К. Шеннону: определение системы; документирование; интерпретация; оценка адекватности, стратегическое планирование, тактическое планирование, экспериментирование, подготовка данных, реализация, формулировка модели, трансляция модели.

Ответ:

1) определение системы

2) формулировка модели

3) подготовка данных

4) трансляция модели

5) оценка адекватности

6) стратегическое планирование

7) тактическое планирование

8) экспериментирование

9) интерпретация

10) реализация

11) документирование

**12.** Назовите создателей метода Монте-Карло:

1) Л.В. Канторович

2) Дж. Нейман и С. Улама

3) Д. Хикс и Р. Солоу

4) Л. Вальрас

**13.** Как называется численный метод решения математических задач при помощи моделирования случайных величин?

1) Формула Поллачека-Хинчина

2) симплексный метод

3) метод Монте-Карло

**14.** Какие из перечисленных ниже определений соответствуют понятию «системы массового обслуживания» (СМО)?

1) Это метод исследования, заключающийся в имитации на ЭВМ процесса функционирования системы или отдельных ее элементов;

2) Объект (предприятие, организация), деятельность которого связана с многократной реализацией исполнения однотипных задач и операций;

3) Набор состояний системы, соответствующий упорядоченному изменению параметров системы. Параметры в системе могут меняться как непрерывно, так и дискретно;

4) Динамические системы, предназначенные для эффективного обслуживания потока заявок при ограниченных ресурсах системы.

**15.** Как называются обслуживающие единицы, из которых состоит каждая СМО?

1) Функциями обслуживания;

2) Сигналами обслуживания;

3) Параметрами обслуживания;

4) Каналами обслуживания.

**16.** Установите соответствие между основными компонентами СМО и их определением:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | входной поток поступающих требований или заявок на обслуживание | А | определяет принцип, в соответствии с которым поступающие на вход обслуживающей системы требования подключаются из очереди к процедуре обслуживания |
| 2 | дисциплина очереди | Б | определяет последовательность моментов поступления требований на обслуживание и количество таких требований в каждом очередном поступлении «вероятностное распределение моментов поступления требований |
| 3 | механизм обслуживания | В | определяется характеристиками самой процедуры обслуживания и структурой обслуживающей системы. |

1) 1А, 2Б, 3В;

2) 1А, 2В, 3Б;

3) 1Б, 2А, 3В;

4) 1В, 2Б, 3А.

**17.** В какой системе массового обслуживания (CМО) предполагается, что у входа в блок обслуживания формируется несколько очередей. В каждой очереди собираются требования, имеющие одинаковый уровень предпочтения при обслуживании?

1) Одноканальная СМО с ожиданием;

2) Одноканальная СМО с неограниченной очередью;

3) N-канальная СМО с отказами;

4) Системы массового обслуживания с приоритетами.

**18.** В GPSS World очередь выделяется блоками

1) QUEUE и DEPART

2) MATCH и GATHER

3) GENERATE и TERMINATE

4) PREEMPT и RETURN

**19.** Легкую навигацию по элементам проекта, таким как пакеты, классы и т.п. в среде имитационного моделирования AnyLogic обеспечивает окно …

Ответ: проекта

***Перечень заданий проверочных и творческих работ:***

Представлены в п. 5.2. и 5.3.

***Вопросы для устного опроса:***

Представлены в п. 5.4.

**7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование | Авторы | Место издания | Год издания | Наличие |
| печатные издания | ЭБС (адрес в сети Интернет) |
| 1. | Имитационное моделирование: учебное пособие | Березовская Е.А. | Ростов-на-Дону; Таганрог: Южный федеральный университет | 2018 |  | <http://biblioclub.ru>  |
| 2. | Имитационное моделирование: учебное пособие | Эльберг М.С., Цыганков Н.С. | Красноярск: Сибирский федеральный университет (СФУ) | 2017 |  | <http://biblioclub.ru> |
| 3. | Сборник задач по имитационному моделированию экономических процессов: учебное пособие | Мицель А.А. | Томск: ТУСУР | 2016 |  | <http://biblioclub.ru> |
| 4. | Компьютерное моделирование финансовой деятельности: учебное пособие | Колокольникова А.И. | Москва; Берлин: Директ-Медиа | 2020 |  | <http://biblioclub.ru> |
| 5. | Моделирование бизнес-процессов: учебное пособие | Байдаков А.Н., Звягинцева О.С., Назаренко А.B. и др. | Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет (СтГАУ) | 2017 |  | <http://biblioclub.ru> |

**8. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:**

1. «НЭБ». Национальная электронная библиотека. – Режим доступа: [http://нэб.рф/](http://www.biblioclub.ru/)

2. «eLibrary». Научная электронная библиотека. – Режим доступа: [https://elibrary.ru](https://elibrary.ru/)

3. «КиберЛенинка». Научная электронная библиотека. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/>

4. ЭБС «Университетская библиотека онлайн». – Режим доступа: [http://www.biblioclub.ru/](http://www.knigafund.ru/)

5. Российская государственная библиотека. – Режим доступа: <http://www.rsl.ru/>

**9. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ:**

В ходе осуществления образовательного процесса используются следующие информационные технологии:

- средства визуального отображения и представления информации (LibreOffice) для создания визуальных презентаций как преподавателем (при проведении занятий) так и обучаемым при подготовке докладов для семинарского занятия.

- средства телекоммуникационного общения (электронная почта и т.п.) преподавателя и обучаемого.

- использование обучаемым возможностей информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» при осуществлении самостоятельной работы.

**9.1. Требования к программному обеспечению учебного процесса**

Для успешного освоения дисциплины, обучающийся использует следующие программные средства:

* Windows 10 x64
* MicrosoftOffice 2016
* LibreOffice
* Firefox
* GIMP

**9.2. Информационно-справочные системы (при необходимости):**

Не используются

**10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий.

Для изучения дисциплины используется следующее оборудование: аудитория, укомплектованная мебелью для обучающихся и преподавателя, доской, ПК с выходом в интернет, мультимедийным проектором и экраном.

Для самостоятельной работы обучающихся используется аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами (ПК с выходом в интернет и обеспечением доступа в электронно-информационно-образовательную среду организации).