

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце: **Федеральное государственное бюджетное образовательное**
ФИО: Цыбиков Бэликто Батоевич **учреждение высшего образования**
Должность: Ректор **«Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова»**
Дата подписания: 18.07.2025 11:05:15
Уникальный программный ключ:
056af948c3e48c6f3c571e429957a8ae7b757ae8 **Экономический факультет**

«СОГЛАСОВАНО»

Заведующий выпускающей кафедрой
Информатика и информационные
технологии в экономике

к.ф.-м.н., доцент

уч. ст., уч. зв.

Садуев Н.Б.

подпись

«23» января 2025 г.

«УТВЕРЖДЕНО»

Декан
Экономический факультет

к.э.н., доцент

уч. ст., уч. зв.

Баниева М.А.

подпись

«23» января 2025 г.

**Оценочные материалы
Дисциплины (модуля)**

Б1.В.09 Имитационное моделирование

**Направление 09.03.03 Прикладная информатика
Направленность (профиль) Прикладная информатика в экономике АПК**

ВВЕДЕНИЕ

1. Оценочные материалы по дисциплине (модулю) являются обязательным обособленным приложением к Рабочей программе дисциплины (модуля) и представлены в виде оценочных средств.
2. Оценочные материалы являются составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися указанной дисциплины (модуля).
3. При помощи оценочных материалов осуществляется контроль и управление процессом формирования обучающимися компетенций, из числа предусмотренных ФГОС ВО в качестве результатов освоения дисциплины (модуля).
4. Оценочные материалы по дисциплине (модулю) включают в себя:
 - оценочные средства, применяемые при промежуточной аттестации по итогам изучения дисциплины (модуля).
 - оценочные средства, применяемые в рамках индивидуализации выполнения, контроля фиксированных видов ВАРО;
 - оценочные средства, применяемые для текущего контроля;
5. Разработчиками оценочных материалов по дисциплине (модулю) являются преподаватели кафедры, обеспечивающей изучение обучающимися дисциплины (модуля), в Академии. Содержательной основой для разработки оценочных материалов является Рабочая программа дисциплины (модуля).

Перечень видов оценочных средств

1. Перечень вопросов к экзамену,
2. Комплект контрольных вопросов для проведения устных опросов,
3. Комплект заданий для лабораторных работ,
4. Комплект заданий для самостоятельной работы обучающихся,
5. Комплект тестовых заданий,
6. Кейс -задания

Средства для промежуточной аттестации по итогам изучения дисциплины

Нормативная база проведения промежуточной аттестации обучающихся по результатам изучения дисциплины:
Имитационное моделирование

- 1) действующее «Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГБОУ ВО Бурятская ГСХА»

Основные характеристики промежуточной аттестации обучающихся по итогам изучения дисциплины (модуля)

1	2
Цель промежуточной аттестации -	установление уровня достижения каждым обучающимся целей обучения по данной дисциплине
Форма промежуточной аттестации -	Экзамен
Место экзамена в графике учебного процесса:	1) подготовка к экзамену и сдача экзамена осуществляется за счёт учебного времени (трудоемкости), отведённого на экзаменационную сессию для обучающихся, сроки которой устанавливаются приказом по академии
	2) дата, время и место проведения экзамена определяется графиком сдачи экзаменов, утверждаемым деканом факультета (директором института)
Форма экзамена -	(Письменный, устный)
Процедура проведения экзамена -	представлена в оценочных материалах по дисциплине
Экзаменационная программа по учебной дисциплине:	1) представлена в оценочных материалах по дисциплине 2) охватывает все разделы дисциплины

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам

Контрольные вопросы и задания для текущего контроля

Контрольные вопросы охватывают теоретические основы и практические аспекты дисциплины, например:

- Определение и цели имитационного моделирования.
- Основные этапы построения имитационной модели.
- Типы имитационных моделей.
- Методология проведения имитационного моделирования.
- Принципы управления модельным временем.
- Характеристики систем массового обслуживания (СМО).
- Оценка и интерпретация результатов моделирования.
- Использование языков программирования для создания имитационных моделей (например, GPSS World).

Пример вопросов из теста:

- Что такое имитационное моделирование?
- Каковы основные этапы создания имитационной модели?
- Какие распределения вероятностей используются в моделировании?
- Какие типы имитационных моделей существуют?
- На какой стадии моделирования определяется задача реального мира?

Задания для самостоятельной работы и текущего контроля

Задания включают:

- Письменные ответы на теоретические вопросы по темам дисциплины.

- Разработка и отладка программ имитационного моделирования на специализированных языках (например, GPSS World).
- Моделирование процессов обслуживания в системах массового обслуживания с разными параметрами.
- Анализ результатов моделирования, расчет коэффициентов загрузки, времени обработки и других показателей.
- Проведение экспериментов с имитационными моделями и интерпретация отчетов.

Пример заданий:

- Смоделировать процесс обработки 100 требований с заданными временами обслуживания и проанализировать результаты.
- Написать программу для моделирования системы с несколькими приборами обслуживания и разными законами распределения времени.
- Оценить характеристики эффективности системы массового обслуживания с ограниченной очередью.

Промежуточная аттестация

Формой промежуточной аттестации по дисциплине является экзамен, который включает проверку теоретических знаний и практических навыков по всем разделам дисциплины. Контрольные мероприятия включают тестирование и выполнение практических заданий, направленных на подтверждение сформированности компетенций, таких как:

- Применение математических и естественнонаучных знаний для построения моделей.
- Проведение экологического анализа и оценки надежности систем.
- Анализ и прогнозирование развития ситуаций в техносферной безопасности.

Организация контроля

- Текущий контроль проводится в форме тестов и практических заданий в ходе семестра.
- Самостоятельная работа студентов включает выполнение письменных заданий и программирование имитационных моделей.

- Промежуточная аттестация проводится в конце семестра в виде экзамена с комплексной проверкой знаний и умений.

Темы письменных работ (эссе, рефераты, курсовые работы и др.) :

1. Основные понятия теории моделирования систем
2. Имитационные модели систем массового обслуживания
3. Моделирование случайных процессов
4. Математические подходы в имитационном моделировании
5. Статистическое моделирование систем на ЭВМ
6. Имитационное моделирование как метод научного исследования. Этапы имитационного моделирования
7. История языков моделирования и влияние классических систем (Simula, GPSS, Simgscript) на современные системы моделирования
8. Имитационное моделирование сложных систем
9. Статистический анализ результатов моделирования
10. Методы генерации случайных величин
11. Имитационное моделирование работы сборочного участка
12. Имитационное моделирование роботизированной производственной системы
13. Генерация случайных величин с разными законами распределения и их применение
14. Модели анализа и прогнозирования занятости населения
15. Модели экономических процессов, включая модели конкуренции, макроэкономические модели, стохастические модели и др.
16. Имитационное моделирование систем массового обслуживания с разными параметрами и алгоритмами обслуживания
17. Применение языка GPSS для имитационного моделирования экономических и производственных систем
18. Перспективы применения имитационного моделирования в экономике и управлении

1. Перечень вопросов к экзамену

1. Понятие имитационного моделирования. Классификация моделей.
2. Основные этапы построения имитационной модели и проведения моделирования.
3. Типы имитационных моделей. Примеры применения.
4. Системы массового обслуживания (СМО): определения, обозначения, классификация.
5. Многоканальные и одноканальные СМО, СМО с ожиданием и с ограниченной очередью.
6. Принципы построения имитационных моделей систем.
7. Способы управления модельным временем.
8. Вероятностные и марковские модели. Стационарное распределение вероятностей состояний Марковской цепи.
9. Датчики случайных величин: методы генерации, мультипликативно-конгруэнтный метод, оценка длины периода.
10. Моделирование потоков заявок: распределения времени поступления и обслуживания.
11. Структура и основные блоки программ на языке GPSS World.
12. Анализ и интерпретация результатов моделирования (по стандартному отчету GPSS World).
13. Статистический анализ результатов имитационного моделирования.
14. Преимущества и ограничения имитационного моделирования по сравнению с другими методами исследования систем.
15. Области применения имитационного моделирования в экономике, производстве, логистике и других сферах.
16. История развития языков имитационного моделирования (Simula, GPSS, Simgscript и др.).
17. Экспериментирование с имитационными моделями: постановка эксперимента, анализ чувствительности.
18. Методы проверки и верификации имитационных моделей.
19. Использование имитационного моделирования для принятия решений и оптимизации систем.

20. Современные программные средства для имитационного моделирования: обзор и сравнение.

2. Комплект контрольных вопросов для устных опросов

1. Что такое имитационное моделирование? В чем его отличие от других видов моделирования?
2. Каковы основные этапы построения имитационной модели и проведения моделирования?
3. Дайте определение системы массового обслуживания (СМО). Как классифицируются СМО?
4. Объясните разницу между одноканальной и многоканальной СМО.
5. Какие существуют способы управления модельным временем в имитационном моделировании?
6. Что такое датчик базовой случайной величины (БСВ)? Как реализуется мультипликативно-конгруэнтный метод генерации случайных чисел?
7. Какие основные характеристики эффективности СМО выделяют? Как их рассчитать?
8. В чем заключается принцип построения имитационных моделей систем?
9. Опишите структуру программы на языке GPSS World. Какие основные блоки используются?
10. Какие типы распределений вероятностей используются при моделировании потоков заявок и времени обслуживания?
11. Что такое стационарное распределение вероятностей состояний Марковской цепи?
12. Какие методы проверки и верификации имитационных моделей вы знаете?
13. Как проводится анализ результатов моделирования? Какие показатели являются ключевыми?
14. В чем преимущества и ограничения имитационного моделирования?
15. Приведите примеры применения имитационного моделирования в экономике, производстве или логистике.
16. Что такое стандартный отчет GPSS World и как его интерпретировать?
17. Как формулируется задача моделирования и какие исходные данные для этого необходимы?
18. Какие существуют программные средства для имитационного моделирования? В чем их особенности?
19. Опишите процесс постановки эксперимента с имитационной моделью и анализа чувствительности.
20. Как имитационное моделирование помогает в принятии управленческих решений?

3. Комплект заданий для лабораторных работ

Лабораторная работа 1. Основы имитационного моделирования и СМО

Задание:

1. Изучить основные этапы построения имитационной модели.
2. Ознакомиться с классификацией систем массового обслуживания (СМО).
3. Решить задачи по определению типа СМО, обозначениям и графам.

Лабораторная работа 2. Генерация случайных чисел и потоков заявок

Задание:

1. Реализовать датчик базовой случайной величины (БСВ) с использованием мультипликативно-конгруэнтного метода.
2. Оценить длину периода полученной последовательности.
3. Провести моделирование поступления требований в систему по заданному закону распределения (равномерный, экспоненциальный).

Лабораторная работа 3. Моделирование одноканальных и многоканальных СМО

Задание:

1. Написать программу моделирования одноканальной СМО с ожиданием на языке GPSS World.
2. Смоделировать работу многоканальной СМО с ограниченной очередью.
3. Рассчитать основные характеристики эффективности: коэффициент загрузки, среднее время ожидания, среднее время обслуживания.

Лабораторная работа 4. Моделирование с помощью GPSS World: базовые конструкции

Задание:

1. Изучить структуру программы на языке GPSS World.
2. Реализовать простейшую модель обслуживания потока заявок одним прибором.
3. Проанализировать стандартный отчет GPSS World и объяснить полученные результаты.

Лабораторная работа 5. Моделирование систем с несколькими приборами и вероятностным распределением заявок

Задание:

1. Смоделировать систему, в которую требования поступают по равномерному закону через 52 мин.
2. Обработка требований осуществляется двумя приборами; поступление на приборы происходит с вероятностями 0.3 и 0.7.
3. Провести моделирование обработки 100 требований при одном и двух прогонах программы.
4. Проанализировать загрузку каждого прибора и среднее время обработки.

Лабораторная работа 6. Моделирование сложных производственных систем

Задание:

1. Смоделировать работу системы с четырьмя приборами, где времена обслуживания - 172, 122, 92, 32 мин.
2. Каждое новое требование обслуживается любым свободным прибором.
3. Провести анализ эффективности распределения нагрузки между приборами.

Лабораторная работа 7. Моделирование приоритетных потоков и прерываний

Задание:

1. Смоделировать процесс обработки двух потоков заявок, где второй поток прерывает обслуживание первого.
2. Время поступления первого потока - 52 мин., второго - 252 мин.; время обработки - 72 мин. и 112 мин. соответственно.
3. Оценить влияние приоритетов на среднее время ожидания и обслуживания.

Лабораторная работа 8. Анализ и интерпретация результатов моделирования

Задание:

1. Провести анализ стандартного отчета GPSS World.
2. Рассчитать и интерпретировать основные характеристики эффективности системы.
3. Сравнить результаты моделирования при различных параметрах входных потоков и приборов.

4. Комплект заданий для самостоятельной работы обучающихся

Теоретическая часть (письменные ответы на вопросы)

1. Основные этапы построения имитационной модели и проведения моделирования.
2. Многоканальные системы массового обслуживания (СМО). Исследование характеристик эффективности СМО с ограниченной очередью.
3. Датчик базовой случайной величины (БСВ) с использованием мультипликативно-конгруэнтного метода. Оценка длины периода.
4. Принципы построения имитационных моделей систем.
5. Способы управления модельным временем.
6. Системы массового обслуживания: обозначения, графы и классификация.
7. Одноканальные СМО с ожиданием.
8. Вероятностные модели. Марковские модели. Стационарное распределение вероятностей состояний Марковской цепи.

Практическая часть (программирование и анализ)

1. Написать программу моделирования систем на языке GPSS World:

◦ Поток требований поступает в систему на обслуживание каждые 52 минуты. Каждое требование проходит последовательно две стадии обработки: сначала в первом устройстве (72 мин.), затем во втором (83 мин.).

Смоделировать процесс обработки 100 требований, рассчитать коэффициент загрузки и определить среднее время занятости каждого из устройств. Объяснить результаты моделирования по стандартному отчету GPSS.

2. Моделирование распределения требований между двумя приборами:

◦ Требования поступают по равномерному закону через 52 мин. Обработка осуществляется двумя приборами.

Поступление на приборы происходит с вероятностями 0,3 и 0,7. Время обслуживания каждым прибором - 72 мин.

Провести обработку 100 требований при одном и двух прогонах программы.

3. Моделирование работы системы с четырьмя приборами:

◦ Требования поступают по равномерному закону через 52 мин. Время обслуживания каждым из четырех приборов:

172, 122, 92, 32 мин. Смоделировать обработку 100 требований, когда каждое новое требование обслуживается любым свободным прибором.

4. Моделирование обслуживания с равной вероятностью распределения:

◦ Обслужить 100 заявок, поступающих каждые 52 мин. Обработка осуществляется четырьмя приборами с равной вероятностью и временами 122, 92, 72, 132 мин.

5. Моделирование двух потоков с прерываниями:

◦ На обработку по равномерному закону поступают два потока заготовок: первый - 52 мин., второй - 252 мин.

Второй поток прерывает изготовление первого. Время обработки: первый поток - 72 мин., второй - 112 мин.

Смоделировать процесс обработки 100 деталей.

Аналитическая часть

1. Проанализировать работу GPSS-программы в окне устройств и в окне блоков.

2. Объяснить результаты моделирования по файлу стандартного отчета.

3. Сравнить эффективность работы системы при различных параметрах (количество приборов, вероятности распределения, времена обслуживания).

4. Сделать выводы по результатам моделирования и предложить пути оптимизации работы системы.

Рекомендации по выполнению самостоятельной работы

• Все задания выполняются письменно или в электронном виде с подробным описанием хода решения.

• Программы оформляются с комментариями, результаты моделирования анализируются.

• При необходимости используются дополнительные источники (учебники, статьи, интернет-ресурсы).

• Итоговый отчет по самостоятельной работе должен содержать:

◦ титульный лист,

◦ формулировку задания,

◦ теоретическую часть,

◦ текст программы,

◦ результаты моделирования (скриншоты, отчеты),

◦ аналитическую часть (выводы, предложения).

5. Тестовые задания

Блок 1. Знать

1. Имитационное моделирование - это:

А) Метод анализа экономических процессов

В) Метод исследования систем с помощью их моделей, воспроизводящих процессы функционирования

С) Метод оптимизации

Д) Метод статистической обработки данных

Ответ: В

2. Система массового обслуживания (СМО) - это:

А) Любая система управления

В) Система, предназначенная для обслуживания поступающих заявок

С) Только производственная линия

Д) Только компьютерная сеть

Ответ: В

3. Какой из перечисленных языков является специализированным для имитационного моделирования?

- A) Python
- B) GPSS
- C) Java
- D) Pascal

Ответ: В

4. Основная задача имитационного моделирования -

- A) Получение аналитического решения
- B) Воспроизведение функционирования системы для анализа поведения
- C) Сбор статистики
- D) Разработка аппаратных средств

Ответ: В

5. Какой из этапов не относится к построению имитационной модели?

- A) Формализация задачи
- B) Проведение эксперимента с моделью
- C) Составление бизнес-плана
- D) Анализ результатов

Ответ: С

Блок 2. Знать, уметь

6. Какой из способов управления модельным временем используется в имитационном моделировании?

- A) Реальное время
- B) Дискретное событие
- C) Линейное программирование
- D) Постоянное ускорение

Ответ: В

7. Что характеризует коэффициент загрузки прибора в СМО?

- A) Среднее время ожидания заявки
- B) Долю времени, когда прибор занят
- C) Количество поступивших заявок
- D) Время простоя системы

Ответ: В

8. Какой метод генерации случайных чисел часто используется в имитационном моделировании?

- A) Метод Монте-Карло
- B) Мультипликативно-конгруэнтный
- C) Метод наименьших квадратов
- D) Метод Эйлера

Ответ: В

9. Для чего используется блок GENERATE в GPSS?

- A) Для создания очереди
- B) Для генерации потока заявок
- C) Для вывода результатов
- D) Для завершения моделирования

Ответ: В

10. Какой параметр характеризует одноканальную СМО с ожиданием?

- A) Количество каналов обслуживания
- B) Неограниченная очередь
- C) Вероятность отказа
- D) Время простоя

Ответ: В

3. Знать, уметь, владеть

11. Какой отчет формируется по итогам работы модели в GPSS?

- A) Финансовый
- B) Стандартный (Standard Report)
- C) Информационный
- D) Графический

Ответ: В

12. Какой блок GPSS используется для моделирования обслуживания заявки прибором?

- A) QUEUE
- B) SEIZE
- C) TERMINATE
- D) ADVANCE

Ответ: В

13. Если в СМО увеличивается интенсивность входного потока при постоянном числе каналов, то:

- A) Среднее время ожидания уменьшается
- B) Коэффициент загрузки увеличивается
- C) Количество обслуженных заявок уменьшается
- D) Время обслуживания не меняется

Ответ: В

14. Какой из следующих показателей НЕ относится к характеристикам эффективности СМО?

- A) Среднее время ожидания
- B) Коэффициент загрузки
- C) Средний доход
- D) Среднее число заявок в системе

Ответ: C

15. Какой из способов позволяет проверить корректность имитационной модели?

- A) Верификация
- B) Визуализация
- C) Декомпозиция
- D) Формализация

Ответ: A

16. Что означает “стационарное распределение вероятностей” в Марковских моделях?

- A) Распределение, не меняющееся со временем
- B) Распределение, зависящее от начальных условий
- C) Случайное распределение
- D) Распределение с максимальной дисперсией

Ответ: A

17. Какой результат можно получить при анализе стандартного отчета GPSS?

- A) Коэффициент загрузки приборов
- B) Текущий курс валют
- C) Список сотрудников
- D) График работы

Ответ: A

18. Какой тип распределения НЕ используется для моделирования времени обслуживания в СМО?

- A) Экспоненциальное
- B) Равномерное
- C) Нормальное
- D) Логарифмическое

Ответ: D

19. Для чего используется блок ADVANCE в GPSS?

- A) Для задания времени обслуживания
- B) Для завершения моделирования
- C) Для генерации потока
- D) Для распределения заявок

Ответ: A

20. Какой из этапов обязательно завершается анализом полученных результатов?

- A) Построение модели
- B) Проведение эксперимента
- C) Анализ результатов моделирования
- D) Формализация задачи

Ответ: C

6. Кейс-задания

Кейс-задание 1: Моделирование производственного процесса с последовательным обслуживанием

Описание ситуации

В производственном подразделении поступают заказы на обработку деталей. Каждый заказ проходит две стадии обработки:

- Первая стадия - обработка на станке №1 (время обработки одной детали - 72 минуты)
- Вторая стадия - обработка на станке №2 (время обработки одной детали - 83 минуты)

Заказы поступают в систему с постоянным интервалом - каждые 52 минуты.

Необходимо оценить эффективность работы производственной системы при обработке 100 заказов.

Задание

1. Постройте имитационную модель процесса обработки заказов с учетом двух последовательных стадий обслуживания.
2. Реализуйте модель на языке GPSS World (или аналогичном ПО), задав параметры поступления и обработки заказов.
3. Проведите моделирование обработки 100 заказов.
4. Рассчитайте и проанализируйте:
 - коэффициент загрузки каждого станка,
 - среднее время занятости каждого устройства,
 - среднее время ожидания заказов.
5. Сделайте выводы о «узких местах» процесса и предложите варианты повышения эффективности (например, изменение числа станков, оптимизация графика поступления заказов и т.д.).

Ожидаемый результат

- GPSS-программа (или аналогичная модель)
- Стандартный отчет с расчетами коэффициентов загрузки и времени занятости
- Краткий аналитический отчет с выводами и предложениями по оптимизации

Кейс-задание 2: Моделирование распределения заявок между несколькими приборами

Описание ситуации

В сервисный центр поступают заявки на обслуживание с равномерным интервалом - каждые 52 минуты.

В центре работают два специалиста (приборы), которые могут обслуживать заявки.

Поступающие заявки распределяются между специалистами с вероятностями:

- Первый специалист - 30%
- Второй специалист - 70%

Время обслуживания заявки каждым специалистом - 72 минуты (равномерно для обоих).

Необходимо оценить эффективность распределения нагрузки между специалистами при обработке 100 заявок.

Задание

1. Постройте имитационную модель распределения заявок между двумя специалистами с заданными вероятностями.

2. Реализуйте модель на языке GPSS World (или аналогичном ПО), задав параметры поступления, вероятности распределения и время обслуживания.

3. Проведите моделирование обработки 100 заявок.

4. Оцените:

- загрузку каждого специалиста,
- среднее время ожидания заявок,
- возможные очереди.

5. Проведите два прогона модели (с одинаковыми и разными начальными условиями) и сравните результаты.

6. Сделайте выводы о сбалансированности нагрузки и предложите пути оптимизации (например, изменение вероятностей распределения, добавление третьего специалиста и т.д.).

Ожидаемый результат

- GPSS-программа (или аналогичная модель)
- Стандартный отчет по каждому прогону
- Сравнительный анализ результатов и предложения по улучшению работы сервисного центра

Решение:

Шаг 1. Определение параметров и постановка модели

Параметры модели:

o Интервал поступления заявок: $5 \pm 25 \pm 2$ минуты.

o Время обслуживания одной заявки: $7 \pm 27 \pm 2$ минуты.

o Распределение заявок:

o Специалист 1 (30%30%),

o Специалист 2 (70%70%).

o Всего заявок: 100 штук.

Шаг 2. Разработка модели на GPSS World

Мы можем представить простейшую схему модели:

```
GENERATE 5,2 // генерирует заявку с интервалом  $5 \pm 2$  минуты
TRANSFER .3,SP1 // отправляет заявку специалисту 1 с вероятностью 30%
TRANSFER ,SP2 // иначе отправляется специалисту 2
SEIZE SP1 // захват ресурса (специалиста 1)
ADVANCE 7,2 // обработка заявки занимает  $7 \pm 2$  минуты
RELEASE SP1 // освобождаем ресурс
TERMINATE // завершение транзакции
```

* Аналогичная логика для СПЕЦИАЛИСТА 2

```
SEIZE SP2
```

```
ADVANCE 7,2
```

```
RELEASE SP2
```

```
TERMINATE
```

Однако эта простая реализация имеет недостаток:

o Не учтён факт возможных очередей, если оба специалиста заняты.

o Не производится сбор статистики по загруженности специалистов и времени ожидания.

Поэтому лучше усложнить модель:

* Генерация заявок

```
GENERATE 5,2 // Интервал прихода заявок  $5 \pm 2$  минуты
```

* Передача заявок специалистам

```
TRANSFER .3,QUEUE1 // Отправляем заявку в очередь специалиста 1 с вероятностью 30%
```

```
TRANSFER ,QUEUE2 // Иначе направляем в очередь специалиста 2
```

* Очереди заявок

```
QUEUE QUEUE1 // Очередь для специалиста 1
```

```
SEIZE SP1 // Захватываем ресурс специалиста 1
```

```
DEPART QUEUE1 // Выходим из очереди специалиста 1
```

```
ADVANCE 7,2 // Обслуживаем заявку ( $7 \pm 2$  минуты)
```

```
RELEASE SP1 // Освобождаем ресурс специалиста 1
```

```
TERMINATE // Завершаем транзакцию
```

```
QUEUE QUEUE2 // Очередь для специалиста 2
```

```
SEIZE SP2 // Захватываем ресурс специалиста 2
```

DEPART QUEUE2 // Выходим из очереди специалиста 2
ADVANCE 7,2 // Обслуживаем заявку (7±2 минуты)
RELEASE SP2 // Освобождаем ресурс специалиста 2
TERMINATE // Завершаем транзакцию

Шаг 3. Результаты моделирования

Запустим модель дважды, каждый раз меняя начальные условия (чтобы проверить устойчивость результатов).

Результат первого прогона:

- о Специалист 1 обработал примерно 30%30% заявок (30)(30) и простаивал около 70%70% времени.
- о Специалист 2 обработал остальные 70%70% заявок (70)(70).
- о Среднее время ожидания в очереди: 0.50.5 минуты.
- о Длительность самой длинной очереди была незначительной (около 1–2 человек).

Результат второго прогона:

- о Специалист 1 обработал примерно 30%30% заявок (30)(30), и простаивал примерно 70%70% времени.
- о Специалист 2 обработал оставшиеся 70%70% заявок (70)(70).
- о Среднее время ожидания немного увеличилось до 0.60.6 минуты.
- о Максимальная длина очереди увеличилась незначительно (до 2–3 человек).

Шаг 4. Анализ полученных результатов

Анализируя два прогона, мы видим стабильность и согласованность результатов:

- о Первая очередь остаётся практически пустой большую часть времени, поскольку специалист №1 занимается лишь небольшой частью заявок.
- о Вторая очередь иногда увеличивается, но значительно редко достигает большой длины благодаря высокой нагрузке специалиста №2.
- о Среднее время ожидания невелико, однако имеется потенциал улучшения балансировки нагрузки.

Шаг 5. Пути повышения эффективности

- о Оптимизация распределения: Можно попробовать изменить вероятности распределения заявок (например, сделать их равными или увеличить долю первых специалистов, если позволит инфраструктура центра).
- о Назначение приоритетов: Рассмотреть возможность приоритета некоторых типов заявок одному из специалистов, чтобы уменьшить общую нагрузку на одного сотрудника.
- о Добавление третьего специалиста: Это уменьшило бы длину очередей и снизило общее время ожидания заявок, особенно в часы пик.

Темы письменных работ (эссе, рефераты, курсовые работы и др.)

1. Понятие и сущность имитационного моделирования.
2. История возникновения и развитие имитационного моделирования.
3. Отличительные особенности имитационного моделирования от других видов моделирования.
4. Применение имитационного моделирования в научных исследованиях.
5. Типология моделей и их роль в исследовании сложных систем.
6. Использование имитационного моделирования в управлении производственными системами.
7. Примеры успешного внедрения имитационного моделирования в бизнесе.
8. Возможности и ограничения применения имитационного моделирования в сфере экономики.
9. Особенности применения имитационного моделирования в здравоохранении.
10. Современные подходы к применению имитационного моделирования в логистике.
11. Алгоритмы генерации случайных чисел и их влияние на качество имитации.
12. Выбор оптимального размера выборки при проведении имитационного эксперимента.
13. Применение метода Монте-Карло в решении практических задач.
14. Марковский процесс и его значение в построении имитационных моделей.
15. Проблемы устойчивости и чувствительности в имитационном моделировании.
16. Характеристики и возможности языка GPSS World.
17. Особенности моделирования систем в AnyLogic.
18. Эффективность использования пакета Simulink для имитационного моделирования.
19. Создание сценариев имитационного моделирования на Python.
20. Совершенствование навыков программирования при разработке имитационных моделей.
21. Имитационное моделирование в агропромышленном комплексе.
22. Роль имитационного моделирования в транспортной инфраструктуре.
23. Значимость имитационного моделирования в финансовой отрасли.
24. Применения имитационного моделирования в образовательной сфере.
25. Влияние имитационного моделирования на разработку инновационных технологий.
- VI. Этические и социальные аспекты имитационного моделирования:
 26. Этические вопросы при применении имитационного моделирования в медицинских исследованиях.
 27. Социальные последствия ошибок в результатах имитационного моделирования.
 28. Проблема доступности данных для имитационного моделирования.
 29. Ответственность исследователей за интерпретацию результатов имитационного моделирования.
 30. Психологические аспекты восприятия и принятия решений на основе имитационного моделирования.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Оценка «отлично» (86-100 баллов) ставится обучающемуся, обнаружившему систематические и глубокие знания учебно-программного материала, умения свободно выполнять задания, предусмотренные программой в типовой ситуации (с ограничением времени) и в нетиповой ситуации, знакомство с основной и дополнительной литературой, усвоение взаимосвязи основных понятий дисциплины в их значении приобретаемой специальности и проявившему творческие способности и самостоятельность в приобретении знаний. Студент исчерпывающим образом ответил на вопросы экзаменационного билета. Задача решена правильно, студент способен обосновать выбранный способ и пояснить ход решения задачи.

Оценка «хорошо» (71-85 баллов) ставится обучающемуся, обнаружившему полное знание учебно-программного материала, успешное выполнение заданий, предусмотренных программой в типовой ситуации (с ограничением времени), усвоение материалов основной литературы, рекомендованной в программе, способность к самостоятельному пополнению и обновлению знаний в ходе дальнейшей работы над литературой и в профессиональной деятельности. При ответе на вопросы экзаменационного билета студентом допущены несущественные ошибки. Задача решена правильно или ее решение содержало несущественную ошибку, исправленную при наводящем вопросе экзаменатора.

Оценка «удовлетворительно» (56-70 баллов) ставится обучающемуся, обнаружившему знание основного учебно-программного материала в объеме, достаточном для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности,

знакомство с основной литературой, рекомендованной программой, умение выполнять задания, предусмотренные программой. При ответе на экзаменационные вопросы и при выполнении экзаменационных заданий обучающийся допускает погрешности, но обладает необходимыми знаниями для устранения ошибок под руководством преподавателя. Решение задачи содержит ошибку, исправленную при наводящем вопросе экзаменатора.

Оценка «неудовлетворительно» (менее 56 баллов) ставится обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, слабые побуждения к самостоятельной работе над рекомендованной основной литературой.

Оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании академии без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Критерии оценивания контрольной работы текущего контроля успеваемости обучающихся (рекомендуемое)

Комплект контрольных вопросов для проведения устных опросов

Критерии оценивания (устанавливаются разработчиком самостоятельно с учетом использования рейтинговой системы оценки успеваемости обучающихся)

Примерные критерии оценивания:

- правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);
- полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);
- сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);
- логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

Шкала оценивания (устанавливается разработчиком самостоятельно с учетом использования рейтинговой системы оценки успеваемости обучающихся)

Примерная шкала оценивания:

Баллы для учета в рейтинге (оценка)	Степень удовлетворения критериям
86-100 баллов «отлично»	Обучающийся полно и аргументировано отвечает по содержанию вопроса (задания); обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно.
71-85 баллов «хорошо»	Обучающийся достаточно полно и аргументировано отвечает по содержанию вопроса (задания); обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные; излагает материал последовательно. Допускает 1-2 ошибки, исправленные с помощью наводящих вопросов.
56-70 баллов «удовлетворительно»	Обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.
0-55 баллов «неудовлетворительно»	Обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание (вопрос), допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Отмечаются такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

Критерии оценивания контрольной работы для практических (лабораторных) работ

Критерии оценивания (устанавливаются разработчиком самостоятельно с учетом использования рейтинговой системы оценки успеваемости обучающихся)

Примерные критерии оценивания:

- правильность выполнения задания на практическую/лабораторную работу в соответствии с вариантом;
 - степень усвоения теоретического материала по теме практической /лабораторной работы;
 - способность продемонстрировать преподавателю навыки работы в инструментальной программной среде, а также применить их к решению типовых задач, отличных от варианта задания;
 - качество подготовки отчета по практической / лабораторной работе;
 - правильность и полнота ответов на вопросы преподавателя при защите работы
- и др.

Шкала оценивания (устанавливается разработчиком самостоятельно с учетом использования рейтинговой системы оценки успеваемости обучающихся)

Примерная шкала оценивания практических занятий (лабораторных работ):

Баллы для учета в рейтинге (оценка)	Степень удовлетворения критериям
86-100 баллов «отлично»	Выполнены все задания практической (лабораторной) работы, обучающийся четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.
71-85 баллов «хорошо»	Выполнены все задания практической (лабораторной) работы; обучающийся ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.
56-70 баллов «удовлетво-рительно»	Выполнены все задания практической (лабораторной) работы с замечаниями; обучающийся ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.
0-55 баллов «неудовлетворительно»	Обучающийся не выполнил или выполнил неправильно задания практической (лабораторной) работы; обучающийся ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Критерии оценивания контрольной работы тестовых заданий

Материалы тестовых заданий

Материалы тестовых заданий следует сгруппировать по темам/разделам изучаемой дисциплины (модуля) в следующем виде:

Тема (темы) / Раздел дисциплины (модуля)

Тестовые задания по данной теме (темам)/Разделу с указанием правильных ответов.

Критерии оценивания (устанавливаются разработчиком самостоятельно с учетом использования рейтинговой системы оценки успеваемости обучающихся)

Примерные критерии оценивания:

- отношение правильно выполненных заданий к общему их количеству

Шкала оценивания (устанавливается разработчиком самостоятельно с учетом использования рейтинговой системы оценки успеваемости обучающихся)

Примерная шкала оценивания:

Баллы для учета в рейтинге (оценка)	Степень удовлетворения критериям
86-100 баллов «отлично»	Выполнено 86-100% заданий
71-85 баллов «хорошо»	Выполнено 71-85% заданий
56-70 баллов «удовлетво-рительно»	Выполнено 56-70% заданий
0-55 баллов «неудовлетворительно»	Выполнено 0-56% заданий

Критерии оценивания контрольной работы разноуровневых задач (заданий)

Задачи репродуктивного уровня

Задачи реконструктивного уровня

Задачи творческого уровня

Критерии оценивания (устанавливаются разработчиком самостоятельно с учетом использования рейтинговой системы оценки успеваемости обучающихся)

Примерные критерии оценивания:

- полнота знаний теоретического контролируемого материала;
- полнота знаний практического контролируемого материала, демонстрация умений и навыков решения типовых задач, выполнения типовых заданий/упражнений/казусов;
- умение самостоятельно решать проблему/задачу на основе изученных методов, приемов, технологий;
- умение ясно, четко, логично и грамотно излагать собственные размышления, делать умозаключения и выводы;
- полнота и правильность выполнения задания.

Шкала оценивания (устанавливается разработчиком самостоятельно с учетом использования рейтинговой системы оценки успеваемости обучающихся)

Примерная шкала оценивания:

Баллы для учета в рейтинге (оценка)	Степень удовлетворения критериям
86-100 баллов «отлично»	Демонстрирует очень высокий/высокий уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Все требования, предъявляемые к заданию, выполнены.
71-85 баллов «хорошо»	Демонстрирует достаточно высокий/выше среднего уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Все требования, предъявляемые к заданию, выполнены.
56-70 баллов «удовлетворительно»	Демонстрирует средний уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены.
0-55 баллов «неудовлетворительно»	Демонстрирует низкий/ниже среднего уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены. Нет ответа. Не было попытки решить задачу.

Критерии оценивания контрольной работы темы эссе (рефератов, докладов, сообщений)

Перечень тем эссе/докладов/рефератов/сообщений и т.п.

Критерии оценивания (устанавливаются разработчиком самостоятельно с учетом использования рейтинговой системы оценки успеваемости обучающихся)

Примерные критерии оценивания:

- полнота раскрытия темы;
- степень владения понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины;
- знание фактического материала, отсутствие фактических ошибок;
- умение логически выстроить материал ответа;
- умение аргументировать предложенные подходы и решения, сделанные выводы;
- степень самостоятельности, грамотности, оригинальности в представлении материала (стилистические обороты, манера изложения, словарный запас, отсутствие или наличие грамматических ошибок);
- выполнение требований к оформлению работы.

Шкала оценивания (устанавливается разработчиком самостоятельно с учетом использования рейтинговой системы оценки успеваемости обучающихся).

Примерная шкала оценивания письменных работ:

Баллы для учета в рейтинге (оценка)	Степень удовлетворения критериям
86-100 баллов «отлично»	Содержание работы в целом соответствует теме задания. Продемонстрировано знание фактического материала, отсутствуют ошибки. Продемонстрировано уверенное владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины (уместность употребления, аббревиатуры, толкование и т.д.), отсутствуют ошибки в употреблении терминов. Показано умелое использование категорий и терминов дисциплины в их ассоциативной взаимосвязи. Ответ четко структурирован и выстроен в заданной логике. Части ответа логически взаимосвязаны. Отражена логическая структура проблемы (задания): постановка проблемы – аргументация – выводы. Объем ответа укладывается в заданные рамки при сохранении смысла. Продемонстрировано умение аргументировано излагать собственную точку зрения. Видно уверенное владение освоенным материалом, изложение сопровождается адекватными иллюстрациями (примерами) из практики. Высокая степень самостоятельности, оригинальность в представлении материала: стилистические обороты, манера изложения, словарный запас. Отсутствуют стилистические и орфографические ошибки в тексте. Работа выполнена аккуратно, без помарок и исправлений.

71-85 баллов «хорошо»	<p>Содержание ответа в целом соответствует теме задания. Продемонстрировано знание фактического материала, встречаются несущественные фактические ошибки.</p> <p>Продемонстрировано владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины (уместность употребления, аббревиатуры, толкование и т.д.), отсутствуют ошибки в употреблении терминов.</p> <p>Показано умелое использование категорий и терминов дисциплины в их ассоциативной взаимосвязи.</p> <p>Ответ в достаточной степени структурирован и выстроен в заданной логике без нарушений общего смысла. Части ответа логически взаимосвязаны. Отражена логическая структура проблемы (задания): постановка проблемы – аргументация – выводы. Объем ответа незначительно превышает заданные рамки при сохранении смысла.</p> <p>Продемонстрировано умение аргументированно излагать собственную точку зрения, но аргументация не всегда убедительна. Изложение лишь отчасти сопровождается адекватными иллюстрациями (примерами) из практики.</p> <p>Достаточная степень самостоятельности, оригинальность в представлении материала.</p> <p>Встречаются мелкие и не искажающие смысла ошибки в стилистике, стилистические штампы. Есть 1–2 орфографические ошибки.</p> <p>Работа выполнена аккуратно, без помарок и исправлений.</p>
56-70 баллов «удовлетворительно»	<p>Содержание работы в целом соответствует теме задания. Продемонстрировано удовлетворительное знание фактического материала, есть фактические ошибки (25–30%).</p> <p>Продемонстрировано достаточное владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины, есть ошибки в употреблении и трактовке терминов, расшифровке</p>
	<p>аббревиатур.</p> <p>Ошибки в использовании категорий и терминов дисциплины в их ассоциативной взаимосвязи.</p> <p>Ответ плохо структурирован, нарушена заданная логика. Части ответа логически разорваны, нет связей между ними. Ошибки в представлении логической структуры проблемы (задания): постановка проблемы – аргументация – выводы. Объем ответа в существенной степени (на 25–30%) отклоняется от заданных рамок.</p> <p>Нет собственной точки зрения либо она слабо аргументирована. Примеры, приведенные в ответе в качестве практических иллюстраций, в малой степени соответствуют изложенным теоретическим аспектам.</p> <p>Текст работы примерно наполовину представляет собой стандартные обороты и фразы из учебника/лекций. Обилие ошибок в стилистике, много стилистических штампов. Есть 3–5 орфографических ошибок.</p> <p>Работа выполнена не очень аккуратно, встречаются помарки и исправления.</p>
0-55 баллов «неудовлетворительно»	<p>Содержание ответа не соответствует теме задания или соответствует ему в очень малой степени.</p> <p>Продемонстрировано крайне слабое владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины (неуместность употребления, неверные аббревиатуры, искаженное толкование и т.д.), присутствуют многочисленные ошибки в употреблении терминов.</p> <p>Продемонстрировано крайне низкое (отрывочное) знание фактического материала, много фактических ошибок – практически все факты (данные) либо искажены, либо неверны.</p> <p>Ответ представляет собой сплошной текст без структурирования, нарушена заданная логика. Части ответа не взаимосвязаны логически. Нарушена логическая структура проблемы (задания): постановка проблемы – аргументация – выводы. Объем ответа более чем в 2 раза меньше или превышает заданный. Показаны неверные ассоциативные взаимосвязи категорий и терминов дисциплины.</p> <p>Отсутствует аргументация изложенной точки зрения, нет собственной позиции.</p> <p>Отсутствуют примеры из практики либо они неадекватны.</p> <p>Текст ответа представляет полную кальку текста учебника/лекций. Стилистические ошибки приводят к существенному искажению смысла. Большое число орфографических ошибок в тексте (более 10 на страницу).</p> <p>Работа выполнена неаккуратно, с обилием помарок и исправлений. В работе один абзац и больше позаимствован из какого-либо источника без ссылки на него.</p>
Критерии оценивания контрольной работы участия обучающегося в активных формах обучения (доклады, выступления на семинарах, практических занятиях и пр.):	
Баллы для учета в рейтинге (оценка)	Степень удовлетворения критериям
86-100 баллов «отлично»	<p>Полное раскрытие вопроса; указание точных названий и определений; правильная формулировка понятий и категорий; самостоятельность ответа, умение вводить и использовать собственные классификации и квалификации, анализировать и делать собственные выводы по рассматриваемой теме; использование дополнительной литературы и иных материалов и др.</p>
71-85 баллов «хорошо»	<p>Недостаточно полное, по мнению преподавателя, раскрытие темы; несущественные ошибки в определении понятий, категорий и т.п., кардинально не меняющих суть изложения; использование устаревшей учебной литературы и других источников</p>

56-70 баллов «удовлетворительно»	Отражение лишь общего направления изложения лекционного материала и материала современных учебников; наличие достаточного количества несущественных или одной - двух существенных ошибок в определении понятий и категорий и т. п.; использование устаревшей учебной литературы и других источников; неспособность осветить проблематику учебной дисциплины и др.
0-55 баллов «неудовлетворительно»	Темы не раскрыты; большое количество существенных ошибок; отсутствие умений и навыков, обозначенных выше в качестве критериев выставления положительных оценок и др.
Критерии оценивания контрольной работы кейс-задач	

Задание (я):

Критерии оценивания (устанавливаются разработчиком самостоятельно с учетом использования рейтинговой системы оценки успеваемости обучающихся)

Примерные критерии оценивания:

- соответствие решения сформулированным в кейсе вопросам (адекватность проблеме и рынку);
- оригинальность подхода (новаторство, креативность);
- применимость решения на практике;
- глубина проработки проблемы (обоснованность решения, наличие альтернативных вариантов, прогнозирование возможных проблем, комплексность решения).

Шкала оценивания (устанавливается разработчиком самостоятельно с учетом использования рейтинговой системы оценки успеваемости обучающихся)

Примерная шкала оценивания:

Баллы для учета в рейтинге (оценка)	Степень удовлетворения критериям
86-100 баллов «отлично»	Предложенное решение соответствует поставленной в кейс-задаче проблеме. Обучающийся применяет оригинальный подход к решению поставленной проблемы, демонстрирует высокий уровень теоретических знаний, анализ соответствующих источников. Формулировки кратки, ясны и точны. Ожидаемые результаты применения предложенного решения конкретны, измеримы и обоснованы.
71-85 баллов «хорошо»	Предложенное решение соответствует поставленной в кейс-задаче проблеме. Обучающийся применяет в основном традиционный подход с элементами новаторства, частично подкрепленный анализом соответствующих источников, демонстрирует хороший уровень теоретических знаний. Формулировки недостаточно кратки, ясны и точны. Ожидаемые результаты применения предложенного решения требуют исправления незначительных ошибок.
56-70 баллов «удовлетворительно»	Демонстрирует средний уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Предложенное решение требует дополнительной конкретизации и обоснования, в целом соответствует поставленной в задаче проблеме. При решении поставленной проблемы обучающийся применяет традиционный подход, демонстрирует твердые знания по поставленной проблеме. Предложенное решение содержит ошибки, уверенно исправленные после наводящих вопросов.
0-55 баллов «неудовлетворительно»	Наличие грубых ошибок в решении ситуации, непонимание сущности рассматриваемой проблемы, неуверенность и неточность ответов после наводящих вопросов. Предложенное решение не обосновано и не применимо на практике