

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета экономики, менеджмента и
информационных технологий
Баркалов С.А.
«31» августа 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

«Математическое моделирование систем управления качеством»

Направление подготовки 27.04.02 Управление качеством

Профиль Управление качеством в технических системах

Квалификация выпускника Магистр

Нормативный период обучения 2 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2021

Автор программы

 /Поцебнева И.В./

Заведующий кафедрой
Систем управления и
информационных
технологий в строительстве

 /Десятирикова Е.Н./

Руководитель ОПОП

 /Поцебнева И.В./

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Получение студентами теоретических знаний и практических навыков применения математических основ при моделировании систем управления качеством

1.2. Задачи освоения дисциплины

В результате изучения дисциплины магистр приобретает навыки имитации временной, пространственной и финансовой динамики моделируемых объектов и процессов, а также методов анализа технической системы. Так же дисциплина предусматривает приобретение навыков работы в системе имитационного моделирования GPSS.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Математическое моделирование систем управления качеством» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Математическое моделирование систем управления качеством» направлен на формирование следующих компетенций:

УК-2 - Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла

ПК-1 - Способен формировать политику в области планирования качества продукции (работ, услуг)

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
УК-2	Знать принципы формирования концепции проекта в рамках обозначенной проблемы; основные требования, предъявляемые к проектной работе и критерии оценки результатов проектной деятельности;
	Уметь разрабатывать концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы, формулируя цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения; предвидеть результат деятельности и планировать действия для достижения данного результата; прогнозировать проблемные ситуации и риски в проектной деятельности.
	Владеть навыками составления плана-графика

	реализации проекта в целом и плана-контроля его выполнения; навыками конструктивного преодоления возникающих разногласий и конфликтов.
ПК-1	Знать специфику формирования политики в области планирования качества продукции.
	Уметь формировать политику в области планирования качества продукции (работ, услуг).
	Владеть навыком формирования политики в области планирования качества продукции (работ, услуг).

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Математическое моделирование систем управления качеством» составляет 6 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		4
Аудиторные занятия (всего)	80	80
В том числе:		
Лекции	32	32
Практические занятия (ПЗ)	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Самостоятельная работа	100	100
Курсовая работа	+	+
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	216	216
зач.ед.	6	6

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Имитационные модели систем массового обслуживания при управлении качеством	Роль моделирования в анализе технических и экономических объектов. Понятие модели объекта. Классификация моделей. Статистические и динамические модели. Математические и имитационные модели. Имитационное моделирование на ЭВМ. Понятие обслуживающего прибора и заявки	6	4	4	16	30

		на обслуживание в системе. Техническая система, как объект массового обслуживания. Назначение имитационных моделей систем массового обслуживания					
2	Структурный анализ технической системы как этап построения модели.	Определение структурного анализа. Структурный анализ как этап проектирования информационно-управляющей системы. Принципы структурного анализа. Принцип иерархической декомпозиции процессов. Элементарные процессы. Диаграммы детализации процессов. Случайные характеристики систем массового обслуживания. Выбор закона распределения случайной характеристики.	6	4	4	16	30
3	Моделирование случайных процессов	Равномерный, нормальный, экспоненциальный и бета – законы. Влияние случайных процессов на задержку в очередях. Формула Поллачека-Хинчина.	6	6	2	16	30
4	Основные средства моделирования в системе GPSS	Граф модели. Состав модели: узлы и транзакты. Модельные события. Основные типы узлов модели: генератор, сервер, очередь, терминатор. Параметры узлов. Обслуживание с приоритетами. Графические результаты моделирования. Динамика задержек в очереди. Динамика потока в терминаторе. Модель определения варианта ТО станков. Имитация процессов обработки документа и устранение неисправности в компьютере. Моделирование обслуживания с приоритетами. Настройка переменных параметров обслуживающего прибора. Моделирование ветвлений.	6	6	2	16	30
5	Моделирование бизнес-процесса производственной фирмы.	Структурная схема бизнес-процесса. Взаимосвязь потоков заказов и потоков отказов технических систем. Ее отображение на схеме имитационной модели. Моделирование ТО. Моделирование ремонта техники. Моделирование процесса испытаний новой технической системы. Прогноз показателей деятельности фирмы. Моделирование параллельных и порожденных процессов Постановка задачи.	4	6	2	18	30
6	Решение задачи минимизации производственных затрат производственной фирмы средствами имитационного моделирования.	Статьи дневных затрат производственной фирмы. Поверхность дневных расходов. Коэффициент загрузки производственного цеха. Схема имитационной модели предприятия. Понятие замкнутой модели. Зарядка замкнутой модели. Решение задачи аналитическим способом. Погрешность аналитического решения	4	6	2	18	30

Итого	32	32	16	100	180
-------	----	----	----	-----	-----

5.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторная работа №1 - Разработка регрессионной математической модели по зависимости одной выходной характеристики объекта от входной

Лабораторная работа №2 - Составление регрессионной математической модели с применением методики планирования эксперимента

Лабораторная работа №3 - Составление аналитической математической модели статистики объекта с сосредоточенными параметрами

Лабораторная работа №4 - Многомасштабное моделирование материалов и процессов.

5.3 Перечень практических работ

Практическая работа №1 - Имитационное моделирование систем массового обслуживания. Моделирование работы одноканальной СМО с неограниченной очередью.

Практическая работа №2 - Имитационное моделирование систем массового обслуживания. Моделирование работы многоканальной СМО с неограниченной очередью

Практическая работа №3 - Имитационное моделирование систем массового обслуживания. Моделирование работы СМО с ограниченным временем ожидания заявок в очереди.

Практическая работа №4 - Имитационное моделирование систем массового обслуживания. Моделирование работы одноканальной СМО с ограниченной очередью

Практическая работа №5 - Имитационное моделирование систем массового обслуживания. Моделирование работы одноканальной СМО с групповым обслуживанием заявок

Практическая работа №6 - Составление экспериментально-аналитической математической модели кинетики объекта с сосредоточенными параметрами.

Модель роботизированной ГПС (гибкой производственной системы).

6 ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 4 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсового проекта:

Цель задания: средствами языка GPSS моделировать работу участка цеха, состоящего из нескольких станков и обрабатывающего два потока деталей различного типа.

Маршруты обработки деталей двух типов представлены в табл. 1 (распределение выполняемых операций по станкам А1, А2 и А3). Операции 1–3 и выполняются над деталями первого типа, а операции 4–6 – над деталями

второго типа. Интервалы времени между поступлениями деталей и времена выполнения операций распределены равномерно. Информация о времени поступления и выполнения операций задано в табл. 2 и 3. Требуется:

1. С учетом технологической последовательности работ построить имитационную модель производственного участка средствами системы GPSS World.

2. Провести имитационный эксперимент, выявить основные характеристики процесса средствами GPSS. Определить для рабочего дня (8 часов) и рабочей недели (5 дней при односменном режиме) среднюю загрузку каждого станка, среднее время обработки деталей каждого типа, какова длина очередей на обработку для станков, какой размер склада необходим для данного потока деталей.

3. Предложить способы модификации участка цеха с целью повышения эффективности его работы (повышение производительности, улучшение использования оборудования).

4. Создать отчеты по результатам имитационного эксперимента в формате Word.

Таблица 1

Распределение операций по станкам

Вариант	Операция					
	1	2	3	4	5	6
0	A1	A2	A3	A1	A3	A2
1	A1	A2	A3	A3	A2	A1
2	A1	A2	A3	A3	A1	A2
3	A1	A2	A3	A1	A2	A3
4	A1	A2	A3	A2	A1	A3
5	A1	A2	A3	A2	A3	A1
6	A2	A1	A3	A1	A2	A3
7	A2	A1	A3	A1	A3	A2
8	A2	A1	A3	A2	A1	A3
9	A2	A1	A3	A2	A3	A1
10	A2	A1	A3	A3	A1	A2
11	A2	A1	A3	A3	A2	A3
12	A3	A1	A3	A1	A2	A3
13	A1	A2	A1	A2	A3	A2
14	A2	A3	A1	A1	A2	A3
15	A2	A1	A2	A3	A1	A3

Таблица 2

Входные временные характеристики, мин

Вариант	Интервалы времени поступления деталей	
	первого типа	второго типа
0	30 ± 5	20 ± 5
1	25 ± 4	25 ± 6
2	20 ± 3	30 ± 7
3	15 ± 5	35 ± 8
4	10 ± 4	20 ± 5

5	30 ± 5	10 ± 3
6	15 ± 4	15 ± 6
7	30 ± 10	15 ± 3
8	20 ± 5	20 ± 5
9	25 ± 4	10 ± 3
10	45 ± 5	15 ± 5
11	20 ± 4	15 ± 3
12	10 ± 3	15 ± 5
13	30 ± 10	15 ± 5
14	10 ± 4	15 ± 6
15	25 ± 4	15 ± 3

7 ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
УК-2	Знать принципы формирования концепции проекта в рамках обозначенной проблемы; основные требования, предъявляемые к проектной работе и критерии оценки результатов проектной деятельности;	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические, вопросы на семинарских занятиях, решение тестовых и лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь разрабатывать концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы, формулируя цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую,	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические, вопросы на семинарских занятиях, решение тестовых и лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения; предвидеть результат деятельности и планировать действия для достижения данного результата; прогнозировать проблемные ситуации и риски в проектной деятельности.			
	Владеть навыками составления плана-графика реализации проекта в целом и плана-контроля его выполнения; навыками конструктивного преодоления возникающих разногласий и конфликтов.	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические, вопросы на семинарских занятиях, решение тестовых и лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-1	Знать специфику формирования политики в области планирования качества продукции.	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические, вопросы на семинарских занятиях, решение тестовых и лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь формировать политику в области планирования качества продукции (работ, услуг).	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические, вопросы на семинарских занятиях, решение тестовых и лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыком формирования политики в области планирования качества продукции (работ, услуг).	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические, вопросы на семинарских занятиях, решение тестовых и лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 4 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
УК-2	Знать принципы формирования концепции проекта в рамках обозначенной проблемы; основные требования, предъявляемые к проектной работе и критерии оценки результатов проектной деятельности;	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь разрабатывать концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы, формулируя цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения; предвидеть результат деятельности и планировать действия для достижения данного результата; прогнозировать проблемные	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	ситуации и риски проектной деятельности.					
	Владеть навыками составления плана-графика реализации проекта в целом и плана-контроля его выполнения; навыками конструктивного преодоления возникающих разногласий и конфликтов.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-1	Знать специфику формирования политики в области планирования качества продукции.	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь формировать политику в области планирования качества продукции (работ, услуг).	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть навыком формирования политики в области планирования качества продукции (работ, услуг).	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Модель объекта это...

- 1) предмет похожий на объект моделирования
- 2) объект - заместитель, который учитывает свойства объекта, необходимые для достижения цели

3) копия объекта

4) шаблон, по которому можно произвести точную копию объекта

2. Основная функция модели это:

- 1) Получить информацию о моделируемом объекте
- 2) Отобразить некоторые характеристические признаки объекта
- 3) Получить информацию о моделируемом объекте или отобразить некоторые характеристические признаки объекта
- 4) Воспроизвести физическую форму объекта
3. Математические модели относятся к классу...
 - 1) Изобразительных моделей
 - 2) Прагматических моделей
 - 3) Познавательных моделей
 - 4) Символических моделей
4. Математической моделью объекта называют...
 - 1) Описание объекта математическими средствами, позволяющее выводить суждение о некоторых его свойствах при помощи формальных процедур
 - 2) Любую символическую модель, содержащую математические символы
 - 3) Представление свойств объекта только в числовом виде
 - 4) Любую формализованную модель
 5. Методами математического моделирования являются ...
 - 1) Аналитический
 - 2) Числовой
 - 3) Аксиоматический и конструктивный
 - 4) Имитационный
 6. Какая форма математической модели отображает предписание последовательности некоторой системы операций над исходными данными с целью получения результата:
 - 1) Аналитическая
 - 2) Графическая
 - 3) Цифровая
 - 4) Алгоритмическая
 7. Объект, состоящий из вершин и ребер, которые между собой находятся в некотором отношении, называют...
 - 1) Системой
 - 2) Чертежом
 - 3) Структурой объекта
 - 4) Графом
 8. Эффективность математической модели определяется ...
 - 1) Оценкой точности модели
 - 2) Функцией эффективности модели
 - 3) Соотношением цены и качества
 - 4) Простотой модели
 9. Адекватность математической модели и объекта это...
 - 1) правильность отображения в модели свойств объекта в той мере, которая необходима для достижения цели моделирования!!

- 2) Полнота отображения объекта моделирования
 - 3) Количество информации об объекте, получаемое в процессе моделирования
 - 4) Объективность результата моделирования
10. Состояние объекта определяется ...
- 1) Количеством информации, полученной в фиксированный момент времени
 - 2) Множеством свойств, характеризующим объект в фиксированный момент времени относительно заданной цели
 - 3) Только физическими данными об объекте
 - 4) Параметрами окружающей среды
11. Изменение состояния объекта отображается в виде ...
- 1) Статической модели
 - 2) Детерминированной модели
 - 3) Динамической модели!!
 - 4) Стохастической модели
12. Фазовое пространство определяется ...
- 1) Множеством состояний объекта, в котором каждое состояние определяется точкой с координатами эквивалентными свойствам объекта в фиксированный момент времени
 - 2) Координатами свойств объекта в фиксированный момент времени
 - 3) Двумерным пространством с координатами x, y
 - 4) Линейным пространством
13. Фазовая траектория это
- 1) Вектор в полярной системе координат
 - 2) След от перемещения фазовой точки в фазовом пространстве
 - 3) Монотонно убывающая функция
 - 4) Синусоидальная кривая с равными амплитудами и частотой
14. Точка бифуркации это...
- 1) Точка фазовой траектории, характеризующая изменение состояния объекта
 - 2) Точка на траектории, характеризующая состояние покоя
 - 3) Точка фазовой траектории, предшествующая резкому изменению состояния объекта
 - 4) Точка равновесия
15. Декомпозиция это ...
- 1) Процедура разложения целого на части с целью описания объекта
 - 2) Процедура объединения частей объекта в целое
 - 3) Процедура изменения структуры объекта
 - 4) Процедура сортировки частей объекта
16. Установление равновесия между простотой модели и качеством отображения объекта называется ...
- 1) Дискретизацией модели
 - 2) Алгоритмизацией модели
 - 3) Линеаризацией модели

- 4) Идеализацией модели
17. Имитационное моделирование ...
 - 1) Воспроизводит функционирование объекта в пространстве и времени
 - 2) Моделирование, в котором реализуется модель, производящая процесс функционирования системы во времени, а также имитируются элементарные явления, составляющие процесс
 - 3) Моделирование, воспроизводящее только физические процессы
 - 4) Моделирование, в котором реальные свойства объекта заменены объектами – аналогами
18. Планирование эксперимента необходимо для...
 - 1) Точного предписания действий в процессе моделирования
 - 2) Выбора числа и условий проведения опытов, необходимых и достаточных для решения поставленной задачи с требуемой точностью!!
 - 3) Выполнения плана экспериментирования на модели
 - 4) Сокращения числа опытов
19. Модель детерминированная ...
 - 1) Матрица, детерминант которой равен единице
 - 2) Объективная закономерная взаимосвязь и причинная взаимообусловленность событий. В модели не допускаются случайные события
 - 3) Модель, в которой все события, в том числе, случайные ранжированы по значимости
 - 4) Система непредвиденных, случайных событий
20. Дискретизация модели — это процедура...
 - 1) Отображения состояний объекта в заданные моменты времени
 - 2) Процедура, которая состоит в преобразовании непрерывной информации в дискретную
 - 3) Процедура разделения целого на части
 - 4) Приведения динамического процесса к множеству статических состояний объекта
21. Свойство, при котором модели могут быть полностью или частично использоваться при создании других моделей
 - 1) Универсальностью!!
 - 2) Неопределенностью
 - 3) Неизвестностью
 - 4) Случайностью
22. Непрерывно-детерминированные схемы моделирования определяют...
 - 1) Математическое описание системы с помощью непрерывных функций с учётом случайных факторов
 - 2) Математическое описание системы с помощью непрерывных функций без учёта случайных факторов
 - 3) Математическое описание системы с помощью функций непрерывных во времени

4) Математическое описание системы с помощью дискретно-непрерывных функций

23. Погрешность математической модели связана с ...

1) Несоответствием физической реальности, так как абсолютная истина недостижима

2) Неадекватностью модели

3) Неэкономичностью модели

4) Неэффективностью модели

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Одноканальная СМО с отказами представляет собой одну телефонную линию. Заявка, пришедшая в момент, когда линия занята, получает отказ. Все потоки событий простейшие. Интенсивность потока = 0,95 вызова в минуту. Средняя продолжительность разговора $t=1$ мин. Определите вероятностные характеристики СМО в установившемся режиме работы.

2. В одноканальную СМО с отказами поступает простейший поток с интенсивностью = 0,5 заявки в минуту. Время обслуживания заявки имеет показательное распределение с $t = 1,5$ мин. Определите вероятностные характеристики СМО в установившемся режиме работы.

3. В вычислительном центре работают пять персональных компьютеров. Простейший поток задач, поступающих на вычислительный центр, имеет интенсивность = 10 задач в час. Среднее время решения задачи равно 12 мин. Заявка получает отказ, если все компьютеры заняты. Найдите вероятностные характеристики системы обслуживания.

4. В аудиторскую фирму поступает простейший поток заявок на обслуживание с интенсивностью = 1.5 заявки в день. Время обслуживания распределено по показательному закону и равно в среднем трем дням. Аудиторская фирма располагает пятью независимыми бухгалтериями, выполняющими аудиторские проверки. Очередь заявок неограничена. Определите вероятностные характеристики аудиторской фирмы как СМО, работающей в стационарном режиме.

5. На пункт техосмотра поступает простейший поток заявок интенсивностью = 4 машины в час. Время осмотра распределено по показательному закону и равно в среднем 17 мин, в очереди может находиться не более пяти автомобилей. Определите вероятностные характеристики пункта техосмотра в установившемся режиме.

6. В бухгалтерии предприятия имеются два кассира, каждый из которых может обслужить в среднем 30 сотрудников в час. Поток сотрудников, получающих заработную плату, - простейший, с интенсивностью, равной 40 сотрудников в час. Очередь в кассе не ограничена.

Время обслуживания подчинено экспоненциальному закону распределения. Вычислите вероятностные характеристики СМО в стационарном режиме и определите целесообразность приема третьего кассира на предприятие, работающего с такой же производительностью, как и первые два.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. В инструментальном отделении сборочного цеха работают три кладовщика. В среднем за 1 мин за инструментом проходят 0,8 рабочих. Обслуживание одного рабочего занимает у кладовщика $t=1,0$ мин. Очередь не имеет ограничений. Известно, что поток рабочих за инструментом - пуассоновской, а время обслуживания подчинено экспоненциальному закону распределения. Стоимость 1 мин работы рабочего равна 30 д.е а кладовщика – 15д.е. Найдите средние потери цеха при данной организации обслуживания в инструментальном отделении при стационарном режиме работы.

2. Билетная касса работает без перерыва. билеты продает один кассир. Среднее время обслуживания – 2 мин на каждого человека. Среднее число пассажиров, желающих приобрести билеты в кассе в течение одного часа, =20 пассажиров в час. Все потоки в системе простейшие. Определите характеристики СМО в условиях стационарного режима работы кассы.

3. Пост диагностики автомобилей представляет собой одноканальную СМО с отказами. Заявка на диагностику, поступающая в момент, когда пост занят, получает отказ. Интенсивность потока заявок на диагностику =0,5 автомобиля в час. Средняя продолжительность диагностики $t=1,2$ ч. Все потоки событий в системе простейшие. Определите в установившемся режиме характеристики системы.

4. Автозаправочная станция представляет собой СМО с одним каналом обслуживания и одной колонкой. Площадка при АЗС допускает пребывание в очереди на заправку не более трех автомобилей одновременно. Если в очереди уже находится три автомобиля, очередной автомобиль, прибывший к станции, в очередь не становится, а проезжает мимо. Поток автомобилей, прибывающих для заправки, имеет интенсивность =0,7 автомобиля в минуту. Процесс заправки продолжается в среднем 1,25 мин. Все потоки простейшие. Определите вероятностные характеристики СМО в стационарном режиме.

5. На железнодорожную сортировочную горку прибывают составы с интенсивностью $\lambda=2$ состава в час. Среднее время, в течение которого горка обслуживает состав, равно 0,4 ч. Составы, прибывающие в момент, когда горка занята, становятся в очередь и ожидают в парке прибытия, где имеются три запасных пути, на каждом из которых может ожидать один состав. Состав, прибывший в момент, когда все три запасных пути в парке прибытия заняты, становятся в очередь на внешний путь. Все потоки событий простейшие. Определите характеристики СМО в условиях стационарного режима работы

6. Рассматривается работа АЗС, на которой имеются три заправочных колонки. Заправка одной машины длится в среднем 3 мин. В среднем на АЗС каждую минуту прибывает машина, нуждающаяся в заправке бензина. Число мест в очереди не ограничено. Все машины, вставшие в очередь на заправку, дожидаются своей очереди. Все потоки в системе простейшие. Определите вероятностные характеристики работы АЗС в стационарном режиме.

7. На станцию технического обслуживания автомобилей каждые два часа подъезжает в среднем одна машина. Станция имеет шесть постов обслуживания. Очередь автомобилей, ожидающих обслуживания, не ограничена. Среднее время обслуживания одной машины – 2 ч. Все потоки в системе простейшие. Определите характеристики станции технического обслуживания автомобилей.

8. Имеется двухканальная простейшая СМО с отказами. На ее вход поступает поток заявок с интенсивностью $\lambda=3$ заявки в час. Среднее время обслуживания одной заявки $t=0,5$ ч. Каждая обслуженная заявка приносит доход 5 д.е./ч. Содержание канала обходится в 3 д.е./ч. Решите, выгодно ли в экономическом отношении увеличить число каналов СМО до трех.

9. В магазине работает один продавец, который может обслужить в среднем 30 покупателей в час. Поток покупателей простейший с интенсивностью, равной 60 покупателей в час. Все покупатели «нетерпеливые» и уходят, если в очереди стоит пять человек (помимо обслуживаемых). Все потоки событий простейшие. Определите характеристики магазина для стационарного режима работы.

10. На вход телефонной станции, имеющей девять каналов обслуживания, поступает в среднем 120 заявок в час. Заявка получает отказ, если все каналы заняты. Среднее время обслуживания в одном канале равно 4 мин. Все потоки в системе простейшие. Определите характеристики телефонной станции.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

- 1) Что такое техническая система? Зачем её моделировать?
- 2) Что такое системный подход к моделированию?
- 3) Какие этапы имитационного моделирования связаны с программированием?
- 4) В чём отличительные особенности событийного подхода к описанию моделей?
- 5) Какие средства используются для обработки результатов

эксперимента?

- 6) Когда метод отбраковки лучше метода обратной функции?
- 7) Зачем нужны графы событий?
- 8) Чем хорошо (и хорошо ли) иерархическое описание сложных систем?
- 9) Какие функции возлагаются на современные средства имитационного моделирования?
- 10) Когда процессный подход к описанию модели лучше событийного, а когда наоборот?
- 11) Чем отличаются проблемно-ориентированные средства от универсальных и когда их применение нецелесообразно?
- 12) Основные методы продвижения модельного времени.
- 13) Обработка одновременных событий.
- 14) Какие процессы характерны для деятельности малой производственной фирмы (мелкооптового склада, торгового предприятия...)?
- 15) Какие цели стоят при моделировании малой производственной фирмы (мелкооптового склада, торгового предприятия...)?
- 16) Моделирование как метод научного исследования.
- 17) Этапы имитационного моделирования.
- 18) Имитационный эксперимент и имитационная оптимизация.
- 19) Базовый датчик: Методы, критерии качества.
- 20) Генерация непрерывных случайных величин.
- 21) Генерация дискретных случайных величин. Выборки с возвращением и без возвращения.
- 22) Система моделирования GPSS Word. Назначение и особенности.
- 23) Основные методы продвижения модельного времени.
- 24) Обработка одновременных событий.
- 25) Цели и задачи моделирования малой производственной фирмы (мелкооптового склада, торгового предприятия...)?

7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.
2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов
3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.
4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы	Код	Наименование оценочного
-------	------------------------	-----	-------------------------

	(темы) дисциплины	контролируемой компетенции	средства
1	Имитационные модели систем массового обслуживания при управлении качеством	УК-2, ПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовой работе.
2	Структурный анализ технической системы как этап построения модели.	УК-2, ПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовой работе.
3	Моделирование случайных процессов	УК-2, ПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовой работе.
4	Основные средства моделирования в системе GPSS	УК-2, ПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовой работе.
5	Моделирование бизнес-процесса производственной фирмы.	УК-2, ПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовой работе.
6	Решение задачи минимизации производственных затрат производственной фирмы средствами имитационного моделирования.	УК-2, ПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовой работе.

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется

проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Ахмадиев, Ф. Г. Математическое моделирование и методы оптимизации : учебное пособие / Ф. Г. Ахмадиев, Р. М. Гильфанов. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 178 с. — ISBN 978-5-4497-1383-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/116448.html>

2. Васильков, Ю. В. Математическое моделирование объектов и систем автоматического управления : учебное пособие / Ю. В. Васильков, Н. Н. Василькова. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. — 428 с. — ISBN 978-5-9729-0386-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/98416.html>

3. Осипова, Н. В. Математическое моделирование объектов и систем управления : учебное пособие / Н. В. Осипова. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2019. — 67 с. — ISBN 978-5-906953-66-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/98193.html>

4. Осипова, Н. В. Математическое моделирование объектов и систем управления : учебно-методическое пособие / Н. В. Осипова. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2019. — 39 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/98194.html>

5. Сафарьян, О. А. Численные методы в задачах математического моделирования и исследования математических моделей объектов : учебно-методическое пособие / О. А. Сафарьян. — Ростов-на-Дону : Донской государственный технический университет, 2019. — 85 с. — ISBN 978-5-7890-1684-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/117783.html>

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. Перечень информационных технологий
ОС Windows 7 Pro;
Microsoft Office Standart 2007

Scilab-6.0.0 (64-bit);
7-Zip 19.00 (x64 edition);
Google Chrome;
Adobe Acrobat Reader;
Microsoft Office Visio профессиональный 2007.

2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://www.intuit.ru>. Курсы Интернет университета информационных технологий.

3. <http://stratum.pstu.ac.ru>/Моделирование технических систем. Курс лекций.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Аудитория 1305а

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

Комплект учебной мебели:

- рабочее место преподавателя (стол, стул);
- рабочие места обучающихся (столы, стулья).
- Плоттер;
- Проектор "BenQ";
- Персональные компьютеры с установленным ПО, подключенные к сети Интернет – 13 шт.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Математическое моделирование систем управления качеством» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовая работа.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой

курсовой работы, защитой курсовой работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.