

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Воронежский государственный архитектурно-строительный университет



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

Мищенко В.Я.

« 12 »

июня

2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

« Моделирование технических систем »

Направление подготовки аспиранта 13.06.01 «Электро- и теплотехника»

Направленность 05.09.03 Электротехнические комплексы и системы

Квалификация (степень) выпускника Исследователь. Преподаватель-исследователь

Нормативный срок обучения 5 лет

Форма обучения заочная

Автор программы: к. т. н., доцент _____ / В. Е. Белоусов /

Программа обсуждена на заседании кафедры Автоматизации технологических процессов и производств

« 10 » июня 2015 года Протокол № 11

Зав. кафедрой, к. т. н., доцент _____ / В. Е. Белоусов /

Воронеж 2015

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины: Изучение современных методов анализа структуры и динамических характеристик технической системы для выбора путей совершенствования или вариантов рациональной деятельности.

Непосредственная цель преподавания дисциплины – изучение технической системы на основе метода структурного анализа с применением современных систем имитационного моделирования в интересах интенсификации технологических процессов.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

В результате изучения дисциплины аспирант приобретает навыки имитации временной, пространственной и финансовой динамики моделируемых объектов и процессов, а также методов анализа технической системы.

Важная роль отводится алгоритмизации, программированию, умению работать со структурированными данными и т.п. Изучение этих вопросов органично сочетается с более общими, в том числе мировоззренческими вопросами, поскольку формирование информационного мировоззрения является необходимым элементом подготовки аспиранта в эпоху перехода к информационному обществу.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина Б1.В.ДВ.2 «Моделирование технических систем» относится к дисциплинам по выбору базовой части учебного плана.

Умение формализовать свои процедурные профессиональные знания самостоятельно без помощи профессиональных программистов или инженеров при изучении экономических систем. В связи с этим программа предусматривает приобретение навыков работы в системе имитационного моделирования GPSS World, а также моделирования и управления технологическими процессами.

Таким образом, «Моделирование технических систем» использует знания и навыки, полученные при изучении дисциплины «Современные методы автоматического управления». При определении оценки качества необходимы знания, полученные при изучении дисциплин «Электротехнические комплексы и системы».

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Процесс изучения дисциплины «Моделирование технических систем» направлен на формирование следующих компетенций:

- владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1);

владением культурой научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2)

способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности (ОПК-3)

готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-5)

- способность проводить физическое, математическое, имитационное и компьютерное моделирование компонентов электротехнических комплексов и систем (ПК-1);

- способность разрабатывать алгоритмы эффективного управления электротехническими комплексами и системами (ПК-2);

- способность исследования работоспособности и качества функционирования электротехнических комплексов и систем в различных режимах, при разнообразных внешних воздействиях (ПК-3);

- готовность к разработке безопасной и эффективной эксплуатации на различных этапах жизненного цикла (ПК - 4);

- способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);

- готовностью использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4).

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Моделирование технических систем» составляет 3 зачетных единиц, 108 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		5
Аудиторные занятия (всего)	20	20
В том числе:		
Лекции	5	5
Практические занятия (ПЗ)	15	15
Лабораторные работы (ЛР)		
Самостоятельная работа (всего)	88	88
В том числе:		
Курсовая работа		
Расчетно-графическая работа / Контрольная работа (количество)		

Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)		Экзамен
Общая трудоемкость час	108	108
зач. ед.	3	3

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Моделирование на системном уровне Системный подход к решению этих задач	Понятие системы. Элемент системы - технологический процесс (ТП). Модель структуры системы. Статические и динамические модели систем. Химико-технологические системы (ТС). Типовые элементы ТС, их изображение на схемах. Вещество как система атомов или молекул, системы химических реакций. Замкнутые и разомкнутые системы с точки зрения расчета. Классификация параметров систем: структурные, конструктивные, технологические, параметры потоков. Оценки эффективности функционирования систем. Общая математическая модель систем. Модель топологии и модели элементов систем. Задачи поверочного расчета, проектного расчета, оптимизации, синтеза, управления ТС. Компьютерные технологии для расчета ТС. Трудности использования интегрального метода для больших систем. Декомпозиционный метод расчета систем. Структурный анализ - необходимый этап декомпозиционного метода расчета. Формализация структуры систем с помощью матрицы смежности, таблиц связей, списка связей. Компьютерные технологии структурного анализа систем. Цели и этапы структурного анализа. Методы выделения комплексов. Методы нахождения контуров. Критерии оптимальности множества разрываемых дуг. Методы определения оптимального множества разрываемых дуг.

		Определение последовательности расчета элементов систем.
2	Построение математических моделей при детерминированном подходе	Математическое моделирование элементов систем. Понятие модели. Классификация моделей. Физические, математические модели. Детерминированные и формальные модели. Статические и динамические модели. Модели с распределенными и сосредоточенными параметрами. Экономико-математические модели. Теоретический метод построения моделей элементов ТС. Этапы построения. Адекватность модели. Компьютерные технологии расчета динамических режимов ТС. Общая характеристика динамических режимов: режимы пуска и останова, переходные режимы. Нестационарные модели элементов ТС. Использование современных программных продуктов для исследования динамических режимов.

5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин	
		1	2
1.	Современные методы автоматического управления	+	+
2.	Электротехнические комплексы и системы	+	+

5.3. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Лаб. зан.	Практ. зан.	СРС	Все-го час.
1.	Моделирование на системном уровне Системный подход к решению этих задач	2		7	44	53
2.	Построение математических моделей при детерминированном подходе	3		8	44	55

5.4. Практические и лабораторные занятия

5.4.2. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических работ	Трудо-емкость (час)
1.	1	Решение задач моделирования с использованием имитации случайных событий на основе метода МОНТЕ-КАРЛО	1
2	1	Разработка алгоритмов имитации случайных величин на основе метода МОНТЕ-КАРЛО	2
3	1	Решение задач моделирования с использованием имитации случайных величин на основе метода МОНТЕ-КАРЛО	2
4	1	Анализ и оптимизация решений в детерминированных задачах на основе метода МОНТЕ-КАРЛО	2
5	2	Основные возможности системы имитационного моделирования GPSS WORLD	2
6	2	Моделирование сложных систем массового обслуживания средствами системы имитационного моделирования GPSS WORLD	2
7	2	Моделирование взаимосвязанных процессов средствами системы имитационного моделирования GPSS WORLD	2
8	2	Моделирование замкнутых систем массового обслуживания и анализ времени обработки заявок средствами системы имитационного моделирования GPSS WORLD	2

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ РАБОТ

Курсовые работы не предусмотрены

6.3.1. Практикум по выполнению практических работ

Практическая работа №1

**РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ МОДЕЛИРОВАНИЯ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИМИТАЦИИ СЛУЧАЙНЫХ
СОБЫТИЙ НА ОСНОВЕ МЕТОДА МОНТЕ-КАРЛО**

Порядок выполнения работы

1 Изучить основные понятия, назначение и принцип работы метода Монте-Карло (раздел 1). Изучить алгоритмы имитации случайных событий на основе метода Монте-Карло и примеры решения задач моделирования с использованием этих алгоритмов (раздел 2).

2 Согласно варианту задания разработать алгоритм для решения задачи на основе метода Монте-Карло. Выполнить три испытания разработанного алгоритма.

3 Реализовать разработанный алгоритм в виде программы на любом алгоритмическом языке.

Варианты заданий

ВАРИАНТ 1

В ходе военных учений выполняются пуски ракет с самолёта по учебной цели. На самолёте имеется шесть учебных ракет. Ракеты выпускаются самолётом по одной; если ракета поражает цель, то остальные ракеты не выпускаются. Вероятность поражения цели при каждом пуске учебной ракеты – 85%. Стоимость учебной ракеты – 1000 ден. ед.

Составить алгоритм и программу (на основе метода Монте-Карло) для определения следующих величин:

- вероятность поражения цели;
- средние затраты на один учебный полёт.

ВАРИАНТ 2

Министерство сельского хозяйства некоторой страны имеет информационно-справочную систему (ИСС), состоящую из четырёх основных баз данных: сельскохозяйственной, технической, нормативной и экономической информации. Все запросы, направляемые в ИСС, обращаются к базе данных сельскохозяйственной информации. Кроме того, многие запросы связаны с получением дополнительной информации: 40% запросов связаны с получением технической информации, 30% – нормативной, 40% – экономической. Запрос может быть связан как с получением дополнительной информации одного вида (например, только нормативной), так и нескольких (например, нормативной и технической).

Для сельскохозяйственных предприятий и организаций плата за получение информации (за один запрос) следующая: сельскохозяйственная информация – 10 ден. ед., техническая – 12 ден. ед., нормативная – 15 ден. ед., экономическая – 20 ден. ед. Если требуется информация нескольких видов (например, сельскохозяйственная, нормативная и экономическая), то плата суммируется (в данном случае она составит $10+15+20=45$ ден. ед.). Для пользователей, не относящихся к сфере сельского хозяйства, плата повышается в 1,1 раза; такие пользователи составляют 25% от всех пользователей ИСС.

Составить алгоритм и программу (на основе метода Монте-Карло) для определения следующих величин:

- вероятность того, что по запросу потребуется дополнительная информация (т.е. не только сельскохозяйственная);
- среднюю выручку от обработки одного запроса.

ВАРИАНТ 3

Ремонтная мастерская выполняет профилактический осмотр и ремонт некоторых механизмов. Из всех механизмов, поступающих в ремонтную службу, 30% составляют механизмы типа А, 50% – типа В, 20% – типа С. Механизм типа А включает 10 деталей, требующих осмотра; механизм типа В включает шесть таких деталей, типа С – четыре детали.

Количество деталей, требующих замены, в каждом из механизмов может быть любым. Например, в механизме типа А количество деталей, требующих замены, может составлять от 0 до 10 (с одинаковой вероятностью).

За каждую заменённую деталь заказчик платит ремонтной мастерской 5 ден. ед. Кроме того, за осмотр механизма А заказчик платит 10 ден. ед, за осмотр механизма В – 8 ден. ед., за осмотр механизма С – 14 ден. ед.

Составить алгоритм и программу (на основе метода Монте-Карло) для определения следующих величин:

- вероятность того, что в механизме потребуется заменить все детали;
- средняя выручка мастерской от осмотра и ремонта одного механизма.

ВАРИАНТ 4

Анализируется работа некоторой информационно-справочной системы (ИСС). Сеанс работы пользователя с ИСС может включать несколько запросов пользователя на получение информации от ИСС. Из опыта работы ИСС известно, что сеанс работы пользователя с ИСС обычно включает от одного до четырёх запросов (с одинаковой вероятностью). Информация в ИСС обнаруживается для 90% запросов.

Плата пользователя за информацию по одному запросу составляет 6 ден. ед. Если информация по запросу не найдена, то пользователь не платит за такой запрос (например, если в ходе сеанса пользователь ввёл три запроса и получил информацию по двум из них, то он платит 12 ден. ед.).

Составить алгоритм и программу (на основе метода Монте-Карло) для определения следующих величин:

- вероятность того, что пользователь получит информацию по всем запросам сеанса;
- средний размер платы пользователя за один сеанс работы с ИСС.

ВАРИАНТ 5

Библиотека предоставляет платную услугу: выдачу книг из читального зала на дом. Читателю выдается не более четырёх книг. Из опыта работы библиотеки известно, что примерно 60% читателей, пользующихся данной услугой, берут одну книгу, 20% – две, 15% – три, 5% – четыре книги.

Книги выдаются на срок не более десяти дней. Книги могут быть выданы только на целое количество дней (т.е. нельзя взять книгу, например, на полтора дня). Читатель берет все книги на один срок (т.е. по одному заказу нельзя, например, взять одну книгу на один день, а еще одну – на три дня). Из опыта работы библиотеки известно, что читатели берут книги на любой срок (от одного до десяти дней) одинаково часто.

Плата за пользование книгой из общего читального зала составляет 12 ден. ед. в день, из специализированного читального зала – 15 ден. ед. в день. Из всех книг, которые читатели берут на дом, примерно 40% составляют книги из общего читального зала, 60% – из специализированного. Читатель может брать книги как из одного читального зала, так и из разных залов.

Составить алгоритм и программу (на основе метода Монте-Карло) для определения следующих величин:

- средний размер платы, полученной с одного читателя;
- вероятность того, что все книги, взятые читателем, будут из специализированного читального зала.

ВАРИАНТ 6

В службе контроля качества продукции предприятия выполняется проверка изделий и (при необходимости) их ремонт.

В 85% случаев изделие не имеет дефектов. В 8% случаев изделие имеет один дефект, в 4% случаев – два дефекта, в 3% случаев – три дефекта. Если изделие оказывается дефектным, то предпринимается попытка устранить все имеющиеся дефекты. Вероятность успешного устранения каждого дефекта – 70%. Если какой-либо дефект устранить не удастся, то попытки устранить другие дефекты (если они есть) не предпринимаются, и изделие бракуется.

Затраты на выпуск изделия – 40 ден. ед. Затраты, связанные с попыткой устранения каждого дефекта, составляют 2 ден. ед. (независимо от того, удастся ли устранить дефект). Изделия без дефектов (или после устранения дефектов) продаются по 50 ден. ед.

Составить алгоритм и программу (на основе метода Монте-Карло) для определения следующих величин:

- вероятность выпуска годного изделия;
- средняя прибыль предприятия от выпуска одного изделия.

ВАРИАНТ 7

По каналу связи передаётся сообщение длиной $n=7$ двоичных символов. Символы могут искажаться с вероятностью $p=0,03$. Используемый метод кодирования позволяет исправлять ошибки в одном или двух символах. Наличие хотя бы одной неисправленной ошибки делает ошибочным всё сообщение.

Составить алгоритм и программу (на основе метода Монте-Карло) для определения следующих величин:

- вероятность того, что сообщение будет ошибочным;
- среднее число ошибок в ошибочном сообщении.

Практическая работа №2

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ИМИТАЦИИ СЛУЧАЙНЫХ ВЕЛИЧИН НА ОСНОВЕ МЕТОДА МОНТЕ-КАРЛО

Порядок выполнения работы

1 Изучить алгоритмы имитации случайных величин на основе метода Монте-Карло и методы проверки этих алгоритмов (3.1, 3.2, приложения 3, 4).

2 Разработать алгоритмы имитации случайных величин, необходимых для решения задачи моделирования согласно варианту задания. Для случайной величины, заданной графиком плотности распределения, разработать алгоритм имитации, используя метод обратных функций (3.2.1). Для случайной величины, заданной каким-либо стандартным законом распределения (экспоненциальный, равномерный и т.д.), использовать алгоритм имитации, приведенный в учебном пособии (3.2.1, 3.2.3, приложение 4). Выполнить по одному испытанию каждого из алгоритмов. Реализовать разработанные алгоритмы в виде подпрограмм на любом алгоритмическом языке.

Указание. В данной работе требуется именно разработка алгоритмов имитации случайных величин, которые потребуются для решения задачи моделирования. Сама задача будет решаться (с использованием разработанных алгоритмов) в лабораторной работе №3.

3 Выполнить проверку всех алгоритмов имитации случайных величин, используемых в задании, на основе гистограммы и по критерию «хи-квадрат» (3.2.4).

Для проверки использовать программу, приведенную в пункте 3.2.4, включив в неё подпрограмму для проверяемого алгоритма и внеся другие необходимые изменения, или разработать аналогичную программу на другом языке программирования.

Варианты заданий

ВАРИАНТ 1

В банк данных, состоящий из двух баз данных (БД1 и БД2), поступают запросы. Время обработки поступившего запроса – экспоненциальная случайная величина со средним значением 15 мс. Затем выполняется поиск запрашиваемой информации в БД1, а если она там не обнаруживается – то в БД2. Информация в БД1 обнаруживается примерно для 60% запросов; для остальных запросов она обнаруживается в БД2. Время поиска информации в каждой из баз данных – случайная величина, распределенная по экспоненциальному закону, со средним значением 30 мс. Примерно в 30% случаев объём ответа составляет ровно 300 символов, в 10% – ровно 6000 символов. В остальных случаях объём ответа – случайная величина (V); на основании наблюдений установлено, что плотность распределения этой величины может быть приближённо задана графиком на рисунке 1.

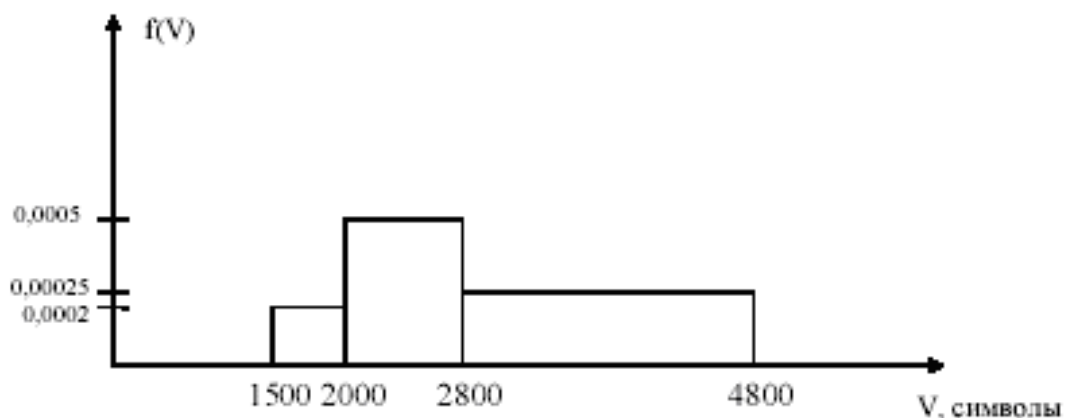


Рисунок 1

- Скорость формирования ответа – 6 мс на каждые 80 символов.
 Требуется определить:
- среднее время ответа;
 - вероятность того, что время ответа превысит 100 мс.

ВАРИАНТ 2

На горно-обогатительном комбинате выполняется очистка и переработка некоторой руды. Руда обрабатывается партиями по 5 тонн. Производительность установок для очистки и переработки руды представляет собой случайную величину, распределенную по гауссовскому закону; средняя производительность установки для очистки – 120 кг/час, установки для переработки – 70 кг/час, среднеквадратическое отклонение производительности – 10 кг/час (для обеих установок).

Доля примесей в руде (S), которые требуется удалить в процессе очистки, представляет собой случайную величину. На основании наблюдений установлено, что плотность распределения этой величины может быть приближённо задана графиком на рисунке 2.

Примеси, удалённые в ходе очистки, не поступают на переработку. Если в руде содержится более 20% примесей, то примерно в 70% случаев качество

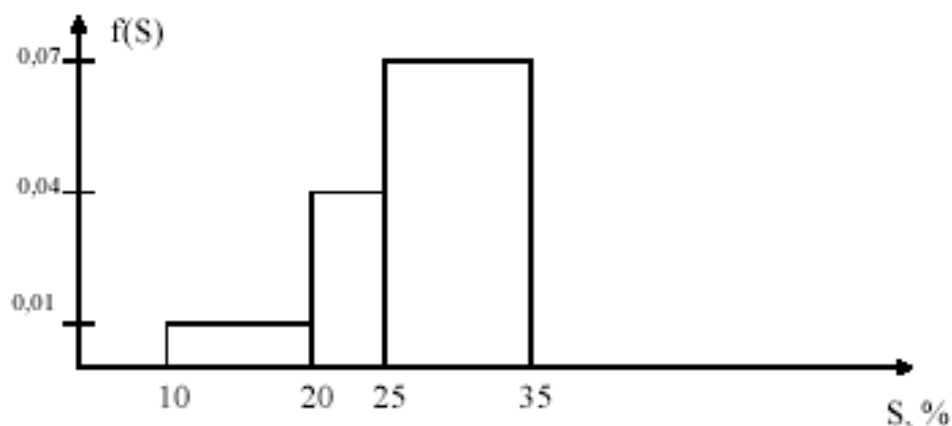


Рисунок 2

очистки оказывается недостаточным, и руда направляется на повторную очистку. Более двух раз очистка, как правило, не требуется.

Требуется определить:

- среднее время обработки одной партии руды;
- вероятность того, что для партии потребуется повторная очистка.

ВАРИАНТ 3

Исследуется прочность защитного кожуха, который будет использован в конструкции некоторого механизма. Известно, что кожух будет подвергаться ударам. Удары будет действовать под углом от 0 до 90 градусов (угол удара можно считать случайной величиной, распределенной по равномерному закону). Сила удара (U) – случайная величина. На основании наблюдений установлено, что плотность распределения этой величины может быть приближенно задана графиком на рисунке 3.

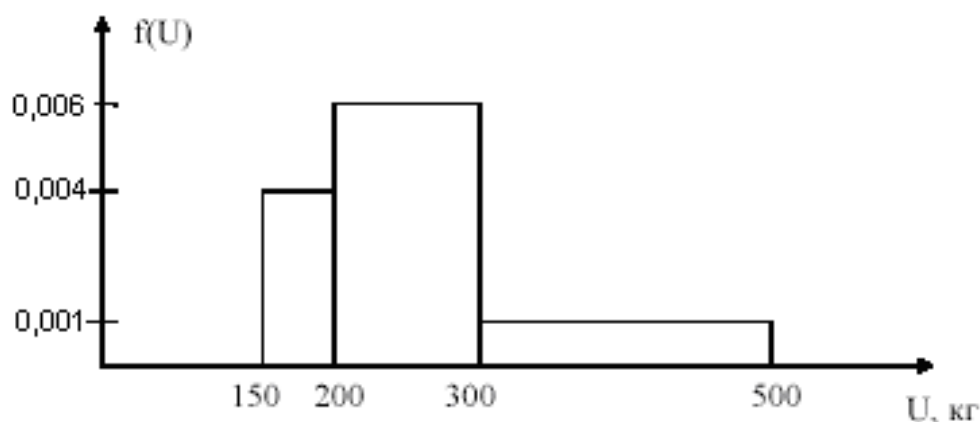


Рисунок 3

Установлено также, что при воздействии удара под углом менее 45 градусов защитный кожух выдерживает удар силой до 400 кг, при угле от 45 до 90 градусов – до 300 кг.

Требуется определить:

- вероятность разрушения кожуха при ударе;
- среднее количество ударов, выдерживаемых кожухом до разрушения.

ВАРИАНТ 4

В научной организации выполняются исследования с использованием установки, в которой имеются радиоактивные элементы. Установка расположена в центре зала круглой формы радиусом 30 м. В зале могут находиться от двух до пяти человек. В ходе работы им приходится перемещаться по залу, однако по соображениям безопасности запрещено приближаться к установке ближе, чем на 10 м. В случае аварии установки происходит незначительный выброс радиоактивности. Дальность действия выброса R (т.е. расстояние от установки, на котором выброс может быть опасным) – случайная величина, плотность распределения которой может быть приближённо задана графиком на рисунке 4.

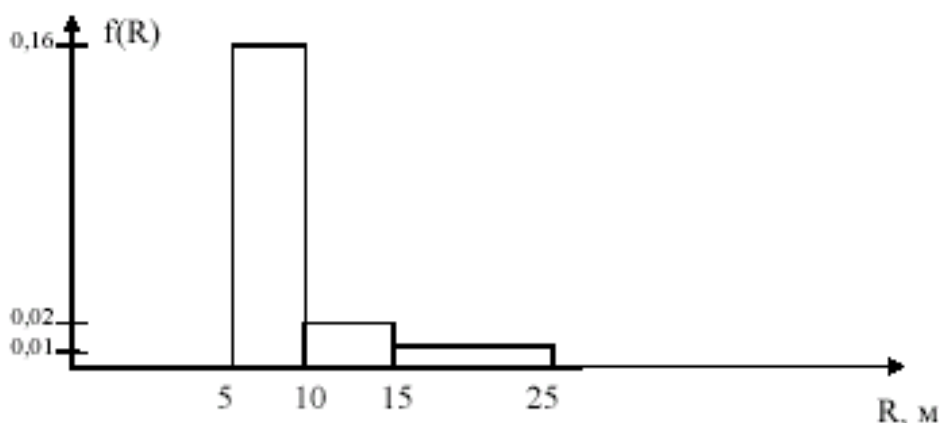


Рисунок 4

В случае аварии установки включается сигнализация, и персонал немедленно покидает зал. Поэтому опасную дозу радиации могут получить только те, кто оказался в зоне ее действия непосредственно в момент аварии.

Требуется определить:

- вероятность того, что в случае аварии хотя бы один человек получит опасную дозу радиации;
- среднюю дальность выброса.

ВАРИАНТ 5

В составе автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУТП) используется управляющий вычислительный комплекс (УВК). По запросу от объекта управления УВК выполняет чтение управляющей информации с внешнего запоминающего устройства (ВЗУ) и передает её на объект управления. По каждому запросу может требоваться от одной до четырёх операций чтения информации с ВЗУ. Каждая операция включает поиск информации и её считывание. Время поиска (T_n) – случайная величина. На основании наблюдений установлено, что плотность распределения этой величины может быть приближённо задана графиком на рисунке 5.

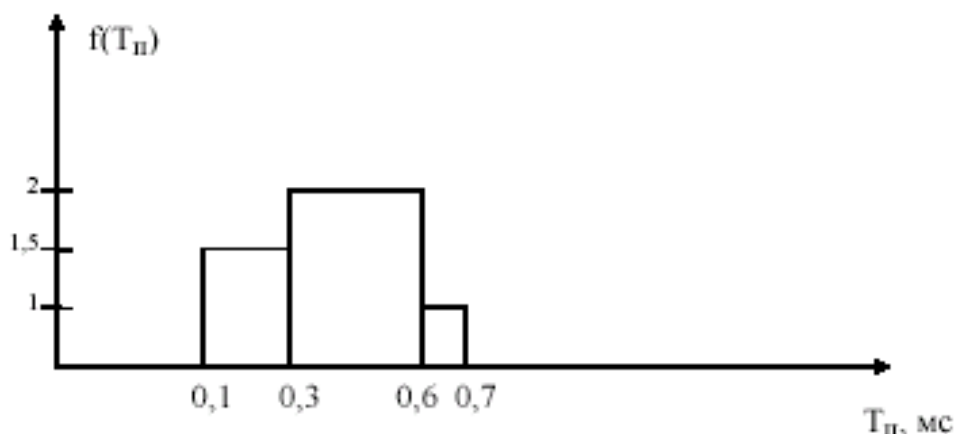


Рисунок 5

Объём информации, считываемой в каждой операции, представляет собой случайную величину, распределённую по экспоненциальному закону; в среднем этот объём составляет 1000 бит. Скорость считывания – 10 Мбит/с. Допустимое время реакции АСУТП на запрос – не более 7 мс. Если это время будет превышено, то в технологическом процессе произойдет сбой.

Требуется определить:

- среднее время реакции АСУТП на запрос;
- вероятность сбоя в технологическом процессе.

ВАРИАНТ 6

В информационно-справочной системе (ИСС) информация хранится в трёх базах данных (БД1, БД2, БД3). При поступлении запроса сначала выполняется поиск информации в БД1, где информация обнаруживается в 60% случаев. Если необходимая информация не обнаруживается, то выполняется поиск в БД2, где информация обнаруживается в 80% случаев. Если информация снова не найдена, то она находится в БД3 (всегда).

Обработка запроса состоит в поиске информации в БД и её считывании с диска. Время поиска – случайная величина, распределённая по равномерному закону в диапазоне от 0,2 до 1,4 мс. Скорость считывания информации с диска – 10 Мбит/с. Объём информации, считываемый по одному запросу (I) – случайная величина. На основании наблюдений установлено, что плотность

распределения этой величины может быть приближённо задана графиком на рисунке 6.

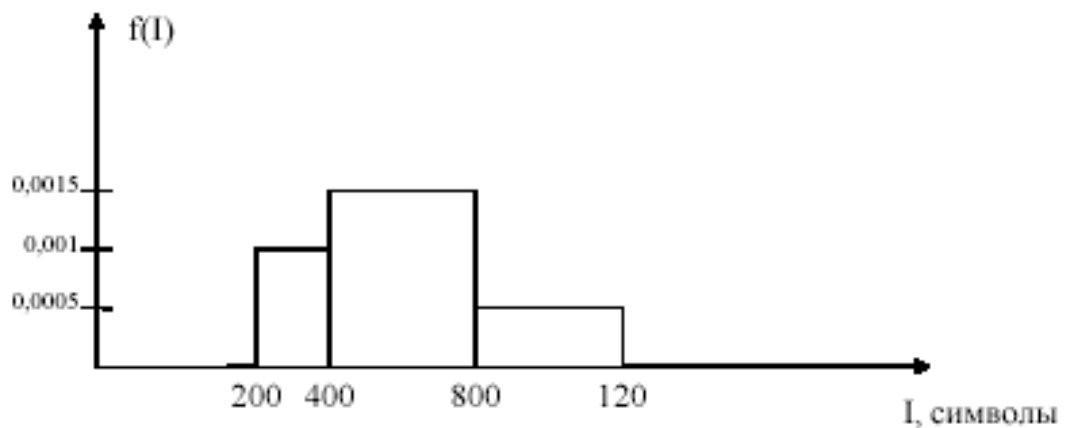


Рисунок 6

Требуется определить:

- среднее время ответа на запрос;
- вероятность того, что время ответа на запрос превысит 3 мс.

Практическая работа №3

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ МОДЕЛИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИМИТАЦИИ СЛУЧАЙНЫХ ВЕЛИЧИН НА ОСНОВЕ МЕТОДА МОНТЕ-КАРЛО

Порядок выполнения работы

1 Изучить примеры решения задач моделирования с использованием имитации случайных величин на основе метода Монте-Карло (3.3).

2 Согласно варианту задания *из лабораторной работы №2* разработать алгоритм для решения задачи на основе метода Монте-Карло. Использовать алгоритмы имитации случайных величин, разработанные в лабораторной работе №2.

3 Выполнить три испытания разработанного алгоритма. Реализовать разработанный алгоритм в виде программы на любом алгоритмическом языке.

Практическая работа №4

АНАЛИЗ И ОПТИМИЗАЦИЯ РЕШЕНИЙ В ДЕТЕРМИНИРОВАННЫХ ЗАДАЧАХ НА ОСНОВЕ МЕТОДА МОНТЕ-КАРЛО

Порядок выполнения работы

1 Изучить принципы и примеры применения метода Монте-Карло для оптимизации решений в детерминированных задачах (раздел 4).

2 Согласно варианту задания разработать алгоритм для решения задачи на основе метода Монте-Карло. Выполнить три испытания разработанного алгоритма.

3 Реализовать разработанный алгоритм в виде программы на любом алгоритмическом языке.

Варианты заданий

ВАРИАНТ 1

Предприятие имеет 20 станков типа Ст1 и 30 станков типа Ст2. На каждом из них можно выпускать детали трёх видов. Производительность станков (деталей в день) приведена в таблице 1.

Таблица 1

Станок	Деталь		
	Д1	Д2	Д3
Ст1	20	35	15
Ст2	15	30	45

Каждый станок настраивается на выпуск детали только какого-либо одного вида. В течение каждого рабочего дня предприятие должно выпускать не менее 150 деталей Д1 и не менее 100 деталей Д2. Прибыль от продажи одной детали Д1 составляет 6 ден. ед., от продажи детали Д2 – 4 ден. ед., от продажи Д3 – 8 ден. ед.

Требуется составить план использования станков, обеспечивающий получение максимальной прибыли от выпуска деталей.

ВАРИАНТ 2

Фирма, владеющая двумя предприятиями, имеет возможность выполнить четыре заказа. Каждый заказ должен выполняться только одним предприятием (совместная работа предприятий над одним заказом невозможна). Каждое из предприятий может выполнять несколько заказов. Характеристики заказов приведены в таблице 2.

Таблица 2

Характеристики заказа	Заказ			
	P1	P2	P3	P4
Затраты 1-го предприятия, млн. ден. ед.	4	2	6	3
Затраты 2-го предприятия, млн. ден. ед.	7	1	2	5

Плата заказчика, млн. ден. ед.	12	4	8	6
--------------------------------	----	---	---	---

Это означает, например, что заказчик платит фирме за выполнение заказа Р1 12 млн. ден. ед. Если этот заказ будет выполняться первым предприятием, то затраты на его выполнение составят 4 млн. ден. ед.; таким образом, прибыль фирмы составит $12-4=8$ млн. ден. ед. Если этот заказ будет выполняться вторым предприятием, то затраты составят 7 млн. ден. ед. (прибыль фирмы составит $12-7=5$ млн. ден. ед.).

Требуется распределить заказы между предприятиями таким образом, чтобы прибыль фирмы была максимальной.

ВАРИАНТ 3

В цехе имеются два станка (СТ1 и СТ2). Каждый из станков может выпускать детали трех типов (Д1, Д2, Д3). Производительность станков (деталей в день) приведена в таблице 3.

Таблица 3

Станок	Деталь		
	Д1	Д2	Д3
СТ1	80	100	70
СТ2	100	70	50

В начале каждого рабочего дня станок настраивается на выпуск деталей некоторого типа и выпускает их весь день. В течение рабочей недели (5 дней) недели предприятию необходимо выпустить не менее 300 деталей Д1 и не менее 200 деталей Д2. Прибыль предприятия от продажи детали Д1 составляет 3 ден. ед., Д2 – 5 ден. ед., Д3 – 8 ден. ед. Прибыль не зависит от того, на каком станке выпущена деталь.

Требуется составить оптимальный план использования станков в течение рабочей недели, т.е. определить, сколько дней каждый станок должен использоваться для выпуска деталей каждого типа, чтобы общая прибыль от выпущенных деталей была максимальной.

ВАРИАНТ 4

Для обслуживания трёх местных авиалиний в течение года могут использоваться самолеты двух типов: DC-3 и А-28. Имеется пять самолетов DC-3 и восемь самолетов А-28. В течение года каждый самолет совершает ровно 100 рейсов. За один рейс самолет DC-3 перевозит 30 пассажиров, А-28 – 40 пассажиров. Прибыль от одного рейса самолёта каждого типа по каждой авиалинии (тыс. ден. ед.) приведена в таблице 4.

Таблица 4

Тип самолёта	Авиакомпания		
	L1	L2	L3
DC-3	2	1,5	1,2

A-28	2,2	2	1,5
------	-----	---	-----

Каждый самолёт на весь год закрепляется за какой-либо одной авиалинией. В течение года требуется перевезти по линии L1 не менее 12 тыс. пассажиров, по линии L3 – не менее 10 тыс.

Требуется распределить самолеты по авиалиниям на год таким образом, чтобы прибыль от авиаперевозок была максимальной.

ВАРИАНТ 5

Для выращивания зерновых культур (озимых и яровых) может использоваться 0,8 млн. га земли в климатической зоне А, и 0,6 млн. га, в климатической зоне В. Урожайность земель приведена в таблице 5.

Таблица 5

Зерновые культуры	Урожайность, ц/га	
	зона А	зона В
Озимые	20	25
Яровые	24	15

Необходимо получить не менее 20 млн. центнеров озимых и не менее 6 млн. центнеров яровых. Прибыль от продажи одного центнера озимых составляет 10 ден. ед., одного центнера яровых – 8 ден. ед.

Требуется составить план использования земель, обеспечивающий максимальную прибыль от продажи урожая.

ВАРИАНТ 6

Имеется 10 единиц груза ГР1, 8 единиц груза ГР2, 5 единиц груза ГР3, 10 единиц груза ГР4. Вес единицы груза следующий: ГР1 – 2 т, ГР2 – 4 т, ГР3 – 6 т, ГР4 – 1,5 т. Имеется транспортное средство грузоподъемностью 80 т.

Требуется определить, сколько единиц груза каждого типа требуется поместить в транспортное средство, чтобы перевезти груз максимального веса.

ВАРИАНТ 7

Фирма, владеющая двумя предприятиями, имеет возможность выполнить четыре заказа. Каждый заказ должен выполняться только одним предприятием (совместная работа предприятий над одним заказом невозможна). Каждое из предприятий может выполнять несколько заказов. Если предприятие имеет несколько заказов, то они выполняются им последовательно (одновременно предприятие не может работать над несколькими заказами). Время, необходимое каждому из предприятий для выполнения каждого заказа, приведено в таблице 6.

Таблица 6

Характеристики	Заказ
----------------	-------

заказа	Z1	Z2	Z3	Z4
Затраты времени 1-го предприятия, дней	4	2	6	3
Затраты времени 2-го предприятия, дней	7	1	2	5

Это означает, например, что если заказы Z1 и Z2 поручены первому предприятию, а Z3 и Z4 - второму, то затраты времени первого предприятия составят $4+2=6$ дней, а второго - $2+5=7$ дней. Таким образом, все заказы будут выполнены за 7 дней.

Требуется распределить заказы между предприятиями таким образом, чтобы общий срок выполнения всех заказов был минимальным.

Практическая работа №5

ОСНОВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СИСТЕМЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ GPSS WORLD

Порядок выполнения работы

1 Изучить назначение и принцип работы системы моделирования GPSS World, основные этапы решения задач моделирования с использованием этой системы и интерпретацию получаемых результатов (раздел 1).

2 Разработать GPSS-модель согласно варианту задания (1.2, 2.1-2.8). Выполнить сеанс моделирования и получить файл-отчёт с результатами моделирования (1.2).

3 Выполнить анализ полученных результатов. Выявить недостатки объекта моделирования и привести предложения по их устранению (1.2, 2.3, 2.7).

4 По результатам моделирования найти среднее время технологического цикла, т.е. среднее время от поступления заявки (изделия для обработки, задачи для решения и т.д.) до окончания всех операций с данной заявкой (1.2, 2.7).

Варианты заданий

ВАРИАНТ 1

Пластмассовые изделия, выпускаемые двумя цехами, поступают для проверки к трём контролерам. Изделия из 1-го цеха (изделия А) поступают в среднем через каждые 5 ± 2 минуты, изделия из 2-го цеха (изделия В) – примерно через каждые 7 минут. Контроль каждого изделия заключается в выполнении двух измерений, каждое из которых занимает 4 ± 2 минуты; при каждом измерении брак обнаруживается у 3% изделий. Если брак обнаруживается при первом измерении, то второе измерение не выполняется. После контроля годные изделия подаются на упаковочную машину. Упаковка

одного изделия типа А занимает ровно 3 минуты, типа В – от 3 до 5 минут. Бракованные изделия направляются на установку для измельчения. Измельчение одного бракованного изделия занимает от 1 до 4 минут (независимо от типа изделия).

Выпуск годного изделия типа А приносит прибыль в размере 6 д.е., изделия типа В – 8 д.е. Выпуск бракованного изделия (любого типа) приносит убыток в 3 д.е.

Требуется разработать GPSS-модель, имитирующую работу участка контроля и упаковки в течение 10 часов. Предусмотреть подсчёт количества годных и бракованных изделий каждого вида, а также общей прибыли.

ВАРИАНТ 2

На вычислительный центр, имеющий две ЭВМ, поступают два потока задач. Задачи типа А поступают примерно с интервалом 40 ± 10 минут, задачи типа В – примерно через 30 ± 20 минут. Обработка каждой задачи на ЭВМ состоит из двух этапов: контроль данных и непосредственно решение. В ходе контроля обнаруживаются ошибки в данных примерно для 5% задач; при обнаружении ошибки задача не решается. Контроль занимает ровно 2 минуты. Решение одной задачи типа А занимает 20 ± 10 минут, типа В – 25 ± 5 минут.

Примерно для 60% всех задач, решаемых на ВЦ, требуется передача результатов заказчикам через аппаратуру передачи данных. Для задач, которые не были решены из-за ошибок, передача результатов не требуется. Действия, связанные с передачей, занимают ровно 5 минут. На ВЦ имеется один комплект аппаратуры передачи данных.

Плата заказчика в случае, если в задаче была обнаружена ошибка, составляет 10 ден. ед. Плата за решение одной задачи типа А – 30 ден. ед., задачи типа В – 40 ден. ед. Плата за передачу результатов через аппаратуру передачи данных составляет 15 ден. ед.

Требуется разработать GPSS-модель, имитирующую работу ВЦ в течение 240 часов. Предусмотреть подсчёт решённых и нерешённых задач каждого типа, а также общий размер выручки, полученной от решения задач.

ВАРИАНТ 3

В ремонтную службу предприятия поступают инструменты для наладки. Интервалы между моментами поступления инструментов составляют от 10 до 20 минут.

Сначала все инструменты поступают к одному из трех наладчиков. Наладчик выполняет их мелкую наладку и (при необходимости) полную наладку. Мелкая наладка требуется для всех инструментов и занимает ровно 10 минут. Полная наладка требуется примерно для 60% инструментов; она занимает от 20 до 40 минут.

Для всех инструментов требуется проверка на стенде автоматического контроля. Для инструментов, для которых выполнялась только мелкая наладка,

такая проверка занимает от 5 до 10 минут. Для инструментов, для которых выполнялась полная наладка, проверка занимает 15 минут.

Затраты, связанные с мелкой наладкой инструмента, составляют 3 ден. ед., затраты на полную наладку – 8 ден. ед., на проверку на стенде – 5 ден. ед.

Требуется разработать GPSS-модель, имитирующую работу ремонтной службы в течение 100 часов. Программа должна сообщать: количество инструментов, для которых потребовалась только мелкая наладка; количество инструментов, для которых потребовалась полная наладка; общие затраты на наладку всех инструментов.

ВАРИАНТ 4

Изделия, выпускаемые в двух цехах, поступают к одному из трех контролеров. Интервал времени между поступлениями изделий из цеха 1 составляет 20 ± 5 минут, из цеха 2 – 15 ± 5 минут. Контроль каждого изделия состоит в выполнении двух операций: первая операция занимает от 3 до 7 минут, вторая – от 8 до 12 минут. При выполнении каждой из операций примерно для 2% изделий обнаруживается брак. Если брак обнаруживается при выполнении первой операции контроля, то вторая операция не выполняется.

После контроля годные изделия подаются на упаковочную машину, выполняющую упаковку и маркировку изделий. Упаковка одного изделия занимает ровно 5 минут. Нанесение маркировки на изделие, поступившее из цеха 1, занимает ровно 2,5 минуты, для изделия из цеха 2 – ровно 1,5 минуты.

Каждое годное изделие, выпущенное цехом 1, приносит прибыль в размере 4 ден. ед., бракованное – убыток 1 ден. ед. Выпуск годного изделия цехом 2 приносит прибыль в 2,5 ден. ед., выпуск бракованного изделия – убыток в 1,5 ден. ед.

Требуется разработать GPSS-модель, имитирующую работу участка контроля и упаковки в течение 48 часов. Предусмотреть подсчёт количества годных и забракованных изделий (отдельно для изделий из каждого цеха), а также общей прибыли.

ВАРИАНТ 5

В информационно-справочную систему (ИСС) поступают запросы. Интервалы между запросами составляют от 5 до 15 секунд.

Запросы поступают на один из двух компьютеров, обслуживающих ИСС. Для каждого запроса выполняется одна или две операции поиска данных. Первая операция поиска выполняется для всех запросов. В 60% случаев информация, найденная в результате этой операции, является достаточной для ответа на запрос. В остальных случаях выполняется еще одна операция поиска данных. Каждая операция поиска данных занимает от 2 до 8 секунд.

Найденная информация передается на терминал пользователя через аппаратуру передачи данных (АПД). Если передается информация, найденная только в результате одной операции поиска (первой), то передача занимает от 3

до 7 секунд. Если передается информация по результатам двух операций поиска данных, то передача занимает от 6 до 12 секунд.

Прибыль организации, владеющей ИСС, от обработки одного запроса, составляет 2,5 ден. ед., если пользователю передавалась информация по результатам одного запроса, и 3,5 ден. ед. – если передавалась информация по результатам двух запросов.

Требуется разработать GPSS-модель, имитирующую работу ИСС в течение одного часа. Предусмотреть подсчет общей прибыли.

ВАРИАНТ 6

На вычислительном центре (ВЦ), в котором имеются две ЭВМ, поступают задачи для решения от двух заказчиков. Интервалы времени между поступлениями задач составляют 2 ± 1 час.

Среди всех задач, поступающих на ВЦ, имеются задачи двух типов: типа А (примерно 70% задач) и типа В (30%). Решение задачи типа А состоит в обработке одного набора данных, решение задачи типа В – в обработке двух наборов данных. Время обработки одного набора данных составляет от 0,5 часа до 2 часов.

По окончании решения примерно для 80% всех задач требуется вывод результатов на принтер. Вывод занимает от 10 до 30 минут. На ВЦ имеется один принтер. Во время печати результатов задачи ЭВМ может решать другую задачу.

Плата заказчика за обработку одного набора данных составляет 30 ден. ед. Плата за печать результатов составляет 20 ден. ед.

Требуется разработать GPSS-модель, имитирующую работу ВЦ за 500 часов. Предусмотреть подсчет количества решенных задач каждого типа, а также общей прибыли.

Практическая работа №6

МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СРЕДСТВАМИ СИСТЕМЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ GPSS WORLD

Порядок выполнения работы

1 Изучить возможности моделирования случайных событий и величин (раздел 3, приложение 4) и использования стандартных числовых атрибутов (раздел 4, приложение 5) в системе моделирования GPSS World.

2 Разработать GPSS-модель согласно варианту задания. Выполнить сеанс моделирования и получить файл-отчет с результатами моделирования.

3 Выполнить анализ полученных результатов. Выявить недостатки объекта моделирования и привести предложения по их устранению.

4 По результатам моделирования найти среднее время технологического цикла, т.е. среднее время от поступления заявки (изделия для обработки, задачи для решения и т.д.) до окончания всех операций с данной заявкой (4.3).

Варианты заданий

ВАРИАНТ 1

На вычислительный комплекс, входящий в состав сети, поступают для решения задачи трёх типов: типа А (40%), типа В (25%) и типа С (35%). Поток задач, поступающих на решение, можно считать пуассоновским; средний интервал времени между задачами составляет 20 минут. Вычислительный комплекс состоит из двух компьютеров; к каждому из них образуется своя очередь задач. Задача, поступившая на решение, направляется на свободный компьютер, а если оба компьютера заняты – на тот, у которого меньше очередь.

Время решения задач на компьютере представляет собой гауссовскую случайную величину. Среднее время решения задачи типа А составляет 10 мин, задачи типа В – 20 мин, типа С – 15 мин. Стандартное отклонение для времени решения задач всех типов составляет 1,5 минуты.

По окончании решения задачи результаты передаются пользователю по одному из двух каналов связи. Результаты передаются по каналу К1, а если он занят – то по каналу К2 (если канал К2 также оказывается занятым, то сообщение ожидает, пока этот канал освободится, и передается по нему). Передача результатов занимает в среднем 3,5 минуты (экспоненциальная случайная величина).

Требуется разработать GPSS-модель, имитирующую работу узла вычислительной сети за 100 часов. Предусмотреть подсчёт количества решённых задач каждого типа.

ВАРИАНТ 2

На компьютер, управляющий технологическим процессом, поступают от управляемого оборудования сигналы трех типов: А (20%), В (70%), С (10%). Поток сигналов представляет собой поток Эрланга 2-го порядка; средний интервал между сигналами составляет 16 мс. При поступлении сигнала компьютер выполняет поиск необходимой информации, её считывание и передачу ответа.

Поиск информации для ответа на сигнал занимает от 2 до 6 мс (независимо от типа сигнала). Объём информации, считываемый по сигналу, представляет собой экспоненциальную случайную величину. Для сигналов типа А средний объём информации составляет 40 Кбит, для В – 60 Кбит, С – 20 Кбит. Скорость считывания информации – 10 Кбит/мс.

После обработки сигнала от оборудования компьютер выдаёт управляющий сигнал; по этому сигналу выполняет заданное действие одно из двух устройств управления. Компьютер направляет свой сигнал на свободное

устройство управления; если оба устройства заняты, то сигнал направляется на то устройство управления, где меньше сигналов, ожидающих обработки. Время обработки сигнала на устройстве управления – гауссовская случайная величина со средним значением 10 мс и стандартным отклонением 1 мс.

Требуется разработать GPSS-модель для анализа работы системы управления в течение одной мин. Предусмотреть подсчёт количества обработанных сигналов каждого типа, а также общего объёма считанной информации.

ВАРИАНТ 3

Некоторые изделия проходят контроль качества. Поток изделий можно считать пуассоновским; средний интервал времени между изделиями составляет 20 минут. Примерно 20% от общего количества изделий составляют изделия типа И1, 50% – И2, 30% – И3. На участке работают два контролёра. Изделие направляется к свободному контролёру, а если оба контролёра заняты – то к тому, у которого меньше изделий, ожидающих обработки. Контроль одного изделия занимает в среднем 15 минут (экспоненциальная случайная величина).

По результатам контроля в среднем 5% изделий бракуются. После контроля годные изделия подаются на упаковочную машину. Длительность упаковки одного изделия распределена по гауссовскому закону; характеристики времени упаковки следующие указаны в таблице 7.

Таблица 7

Тип изделия	Среднее время упаковки, мин	Среднеквадратическое отклонение, мин
И1	5	0,5
И2	10	1
И3	15	1

Требуется разработать GPSS-модель, имитирующую работу участка контроля и упаковки в течение 48 часов. Предусмотреть подсчёт количества годных и бракованных изделий каждого типа.

ВАРИАНТ 4

В информационно-справочную систему (ИСС) поступают запросы. Поток запросов можно приближенно считать пуассоновским; средняя интенсивность потока запросов – 5 запросов в секунду.

Для поиска информации используется один компьютер. Известно, что примерно для 20% запросов требуется выполнить одну операцию поиска, для 50% – две операции поиска, для 30% – три операции поиска. Одна операция поиска занимает от 4 до 10 мс. Объём информации, считываемой по запросу,

составляет в среднем 50000 символов (экспоненциальная случайная величина). Скорость считывания информации и формирования ответа – 400 символов/мс. Считывание информации и формирование ответа для каждого запроса выполняется один раз (после выполнения всех операций поиска, необходимых для данного запроса).

После формирования ответа выполняется передача результатов. Для передачи используются три канала связи; результаты направляются для передачи на свободный канал связи, а если все каналы заняты – то на тот канал, к которому меньше очередь. Время передачи результатов – гауссовская случайная величина со средним значением 6 мс и среднеквадратическим отклонением 0,5 мс.

Требуется разработать GPSS-модель, имитирующую работу ИСС за 10 с. Предусмотреть подсчёт количества ответов, переданных по каждому из каналов связи.

ВАРИАНТ 5

На станок поступают детали для обработки. Поток деталей можно считать пуассоновским; средний интервал времени между деталями составляет 10 минут.

Сначала детали обрабатываются на станке А. Время обработки детали на станке А – гауссовская случайная величина; обработка занимает в среднем 5 минут со среднеквадратическим отклонением 30 секунд.

При обработке на станке А в 2% случаев допускается брак; бракованные детали не поступают на дальнейшую обработку. Кроме того, в 5% случаев допускается дефект типа Д1, в 3% – дефект типа Д2 (одновременно два дефекта невозможны); эти дефекты полностью устраняются на следующем этапе обработки.

По окончании обработки на станке А детали поступают на один из двух одинаковых станков В. Детали подаются на свободный станок, а если оба станка заняты – то на тот станок, у которого меньше деталей, ожидающих обработки. Время обработки на станке В – экспоненциальная случайная величина; среднее время обработки детали без дефектов – 8 минут, с дефектом Д1 – 12 минут, с дефектом Д2 – 10 минут.

Требуется разработать GPSS-модель, имитирующую работу участка в течение 48 часов. Предусмотреть подсчёт общего количества выпущенных годных деталей, количества деталей с дефектом каждого типа, количества забракованных деталей.

ВАРИАНТ 6

Некоторые изделия по окончании их обработки поступают к одному из трёх контролеров. Поток изделий можно считать пуассоновским; средний интервал времени между изделиями составляет 10 минут. Контроль одного изделия занимает в среднем 20 минут (экспоненциальная случайная величина).

Изделия направляются к свободному контролеру, а если все три контролера заняты – то к тому, у которого меньше изделий, ожидающих обработки.

По результатам контроля в среднем 3% изделий бракуются. Кроме того, у 10% изделий обнаруживается дефект 1-го типа, у 8% – дефект 2-го типа, не представляющие собой брак. Одновременное возникновение обоих дефектов (или дефекта и брака) невозможно.

Дефектные изделия направляются на специальный станок. Устранение дефекта 1-го типа занимает от 10 до 20 минут, 2-го типа – от 5 до 15 минут.

После контроля (или после устранения дефекта) изделия подаются на упаковочную машину. Длительность упаковки одного изделия распределена по гауссовскому закону. Упаковка одного изделия занимает в среднем 10 минут; среднеквадратическое отклонение – 1 минута.

Требуется разработать GPSS-модель, имитирующую работу участка контроля и упаковки в течение 48 часов. Предусмотреть подсчёт общего количества выпущенных (годных) изделий, количества бракованных изделий, а также изделий, у которых потребовалось устранять дефект.

ВАРИАНТ 7

На станок поступают детали для обработки. Поток деталей можно считать потоком Эрланга 2-го порядка; средний интервал времени между деталями составляет 10 минут.

Сначала детали обрабатываются на одном из двух одинаковых станков А. Перед каждым из станков А имеется накопитель для деталей, ожидающих обработки. Деталь направляется на свободный станок А, а если оба станка заняты – то на тот из них, у которого в накопителе меньше деталей, ожидающих обработки. Время обработки детали на станке А – гауссовская случайная величина; обработка занимает в среднем 15 минут со среднеквадратическим отклонением 1,5 минуты.

При обработке на станках А в 3% случаев допускается брак; бракованные детали не поступают на дальнейшую обработку. Кроме того, в 8% случаев допускается дефект, который полностью устраняется на следующем этапе обработки.

По окончании обработки на станках А детали поступают на станок В. Перед станком В имеется накопитель на 5 деталей; если он заполнен, то детали направляются на станок С. Время обработки на станке В – экспоненциальная случайная величина; среднее время обработки детали без дефектов – 10 минут, с дефектом – 15 минут. Время обработки на станке С – также экспоненциальная случайная величина; среднее время обработки детали без дефектов – 20 минут, с дефектом – 25 минут.

Требуется разработать GPSS-модель, имитирующую работу станков в течение 48 часов. Предусмотреть подсчет общего количества выпущенных годных деталей с устраненными дефектами и забракованных деталей.

ВАРИАНТ 8

На вычислительный комплекс, входящий в состав сети, поступают для решения задачи трёх типов: типа А (70%), типа В (20%), типа С (10%). Поток задач, поступающих на решение, можно считать пуассоновским; средний интервал времени между задачами составляет 20 минут. Вычислительный комплекс состоит из двух компьютеров. Задача направляется на свободный компьютер, а если оба компьютера заняты – на тот, у которого меньше очередь.

Время решения задач на компьютере представляет собой гауссовскую случайную величину. Среднее время решения задачи на первом компьютере – 10 минут, на втором – 15 минут; среднеквадратическое отклонение – 2 минуты (для обоих компьютеров). По окончании решения задачи результаты передаются на главный компьютер сети по одному из двух каналов связи (К1 и К2). Сначала сообщение направляется на канал К1; если количество сообщений, ожидающих передачи по этому каналу, превышает четыре, то сообщение передается по каналу К2. Передача результатов по любому из каналов занимает в среднем 5 минут (экспоненциальная случайная величина).

Требуется разработать GPSS-модель, имитирующую работу узла вычислительной сети за 100 часов. Предусмотреть подсчёт общего количества решённых задач каждого типа.

Практическая работа №7

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗАННЫХ ПРОЦЕССОВ СРЕДСТВАМИ СИСТЕМЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ GPSS WORLD

Порядок выполнения работы

1 Изучить возможности моделирования взаимосвязанных процессов в системе моделирования GPSS World и используемые для этого специальные операторы (раздел 5).

2 Разработать GPSS-модель согласно варианту задания. Выполнить сеанс моделирования и получить файл-отчёт с результатами моделирования.

3 Выполнить анализ полученных результатов. Выявить недостатки объекта моделирования и привести предложения по их устранению.

Варианты заданий

ВАРИАНТ 1

В цехе, выпускающем безалкогольные напитки, выполняется заполнение бутылок напитком, закупоривание, наклеивание этикеток и установка бутылок в ящики.

Бутылки поступают в цех в среднем через каждые 20 с (поток бутылок - пуассоновский). Бутылки накапливаются по 10 штук и поступают в машину для заполнения и закупоривания; эти операции (вместе) занимают от 40 с до 1 мин на 10 бутылок. Затем бутылки поступают на рабочее место для установки в ящики. Установка одной бутылки в ящик занимает от 4 до 8 с. Вместимость ящика – 30 бутылок. Установка бутылок в ящик начинается только тогда, когда на рабочем месте имеется 30 бутылок и ящик. Интервалы между моментами поступления ящиков составляют в среднем 10 мин (поток ящиков – пуассоновский).

Ровно через каждый час подача бутылок прекращается на 5 мин. Обработка бутылок, уже находящихся в этот момент в цехе, не прерывается.

Требуется разработать GPSS-модель для анализа работы цеха в течение 10 часов. Предусмотреть подсчёт количества выпущенных ящиков с бутылками.

ВАРИАНТ 2

При выпуске пищевой соли выполняется ее очистка и расфасовка в коробки весом 1 кг. В цехе имеется одна установка для очистки соли и одна фасовочная машина.

На установку для очистки в среднем через каждый час поступает партия соли весом 30 кг соли (поток партий соли - пуассоновский). Время очистки партии соли – случайная величина, распределенная по экспоненциальному закону, со средним значением 40 мин. Очищенная соль поступает на фасовочную машину. На эту машину поступают также коробки для расфасовки соли. Коробки поступают партиями по 30 шт. Интервалы между моментами поступления партий коробок составляют от 30 до 40 мин, заполнение одной коробки солью – от 1 до 2 мин.

Через каждые 20 часов поступление соли и коробок в цех прекращается на 4 часа. Обработка соли, уже находящейся в это время в цехе (на очистке или на расфасовке), при этом не прекращается.

Требуется разработать GPSS-модель для анализа работы цеха в течение 1000 часов. Предусмотреть подсчёт количества выпущенных коробок с солью.

ВАРИАНТ 3

Изготовление некоторых изделий включает сборку (закрепление восьми деталей на плате) и установку платы в корпус.

Детали поступают на рабочее место для сборки партиями по 40 шт. Интервалы между моментами поступления партий – случайные величины, распределенные по экспоненциальному закону, со средним значением 1 час.

Платы поступают по одной; интервалы между моментами поступления плат – случайные величины, распределенные по экспоненциальному закону, со средним значением 10 мин.

Время закрепления одной детали на плате – случайная величина, распределенная по гауссовскому закону, со средним значением 3 мин и стандартным отклонением 30 с. Закрепление деталей на плате начинается только тогда, когда на рабочем месте для сборки имеется восемь деталей и плата.

Собранные платы направляются на рабочее место для установки в корпуса. Корпуса поступают на это место партиями по 10 штук; интервалы между моментами поступления корпусов – случайные величины, распределенные по экспоненциальному закону, со средним значением 10 мин.

Установка платы в корпус занимает от 2 до 5 мин.

Требуется разработать GPSS-модель для анализа процесса выпуска изделий в течение 100 часов. Предусмотреть подсчёт количества выпущенных готовых изделий.

ВАРИАНТ 4

Для изготовления некоторого изделия требуется по три детали типа Д1 и Д2. Детали типа Д1 поступают на станок СТ1 партиями по пять штук, детали типа Д2 – на станок СТ2 партиями по 10 штук. Поток партий деталей – пуассоновские; средний интервал времени между моментами поступления партий деталей Д1 составляет 15 мин, Д2 – 30 мин.

Обработка одной детали Д1 на станке СТ1 занимает от 1 до 3 мин, одной детали Д2 на станке СТ2 – от 1 до 4 мин.

Обработанные детали типа Д1 и Д2 собираются в комплекты по 30 деталей Д1 и 30 деталей Д2 (таким образом, всего в комплекте – 60 деталей). Комплект доставляется транспортным средством на рабочее место сборки готовых изделий. Доставка комплекта транспортным средством занимает от 5 до 10 мин.

Длительность сборки готового изделия – случайная величина, распределенная по экспоненциальному закону; в среднем сборка изделия занимает 20 мин.

Детали поступают на обработку только в течение 16 часов в сутки. Цех работает круглосуточно.

Требуется разработать GPSS-модель для анализа процесса выпуска изделий в течение 100 суток. Предусмотреть подсчёт количества выпущенных изделий.

ВАРИАНТ 5

На производственном участке выпускаются некоторые приборы. Прибор представляет собой электрическую схему, заключенную в корпус. Готовые приборы упаковываются в коробки по 40 штук. На участке работают три сборщика электрических схем, один рабочий, устанавливающий схемы в корпуса, и один рабочий, выполняющий упаковку готовых приборов в коробки.

Комплекты деталей для сборки электрических схем поступают на участок сборки партиями по 20 комплектов (один комплект требуется для сборки одной схемы). Интервалы времени между моментами поступления партий – случайные величины, распределенные по экспоненциальному закону, со средним значением 2 часа. Сборка одной электрической схемы занимает от 10 до 15 мин.

Собранные электрические схемы поступают на рабочее место для установки в корпуса. Корпуса подаются на это рабочее место партиями по 40 штук. Интервалы между моментами поступления партий корпусов – случайные величины, распределённые по экспоненциальному закону, со средним значением 4 часа. Время установки электрической схемы в корпус – случайная величина, распределенная по гауссовскому закону, со средним значением 4 мин и среднеквадратическим отклонением 0,5 мин.

Готовые приборы направляются на рабочее место для упаковки в коробки. Коробки поступают по шесть штук ровно через каждые 24 часа. Упаковка приборов в коробку начинается только тогда, когда имеется необходимое количество приборов (40 штук). Заполнение коробки приборами занимает от 30 мин до одного часа.

Требуется разработать GPSS-модель для анализа работы производственного участка в течение 100 суток. Предусмотреть подсчёт количества выпущенных коробок с приборами.

ВАРИАНТ 6

Для изготовления некоторого изделия требуется по шесть деталей типа Д1 и Д2, а также корпус, в который устанавливаются детали.

Детали типа Д1 поступают на станок СТ1 партиями по шесть штук, детали типа Д2 – на станок СТ2 партиями по 12 штук. Потoki партий деталей – пуассоновские; средний интервал времени между моментами поступления партий деталей Д1 составляет 20 мин, Д2 – 40 мин.

Обработка одной детали Д1 на станке СТ1 занимает от 1 до 3 мин, одной детали Д2 на станке СТ2 – от 1 до 4 мин.

Обработанные детали типа Д1 и Д2 собираются в комплекты по 30 деталей Д1 и 30 деталей Д2. Комплект из 60 деталей доставляется транспортным средством на рабочее место сборки готовых изделий, расположенное в другом цехе. Доставка комплекта транспортным средством занимает от 5 до 10 мин.

На рабочее место сборки готовых изделий доставляются также корпуса. Корпуса доставляются партиями по 10 штук. Поток партий корпусов – пуассоновский; в среднем интервал между партиями корпусов составляет 3 часа.

Установка одной детали в корпус при сборке готового изделия занимает от 1 до 2 мин, независимо от типа детали.

Требуется разработать GPSS-модель для анализа процесса выпуска изделий в течение 100 суток. Предусмотреть подсчёт количества выпущенных изделий.

Практическая работа №8

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАМКНУТЫХ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И АНАЛИЗ ВРЕМЕНИ ОБРАБОТКИ ЗАЯВОК СРЕДСТВАМИ СИСТЕМЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ GPSS WORLD

Порядок выполнения работы

1 Изучить возможности анализа времени обработки заявки в GPSS-моделях с помощью стандартного числового атрибута M1 (6.1), возможности и примеры моделирования замкнутых систем массового обслуживания (раздел 7), возможности представления результатов моделирования в форме таблиц и гистограмм (8.1).

2 Разработать GPSS-модель согласно варианту задания. Выполнить сеанс моделирования и получить файл-отчёт с результатами моделирования.

3 Построить гистограммы, отражающие распределение величин, полученных в табличной форме.

4 Выполнить анализ полученных результатов, в том числе представленных в виде таблиц и гистограмм. Выявить недостатки объекта моделирования и привести предложения по их устранению.

Варианты заданий

ВАРИАНТ 1

В состав автоматизированной производственной линии входят семь технологических модулей (из них три модуля типа А и четыре модуля типа В) и управляющая ЭВМ. Управляющая ЭВМ направляет сигналы управления на технологические модули. Каждый модуль работает под управлением полученного сигнала в течение интервала времени, представляющего собой случайную величину, распределённую по экспоненциальному закону со средним значением 2 мин. По истечении этого времени модуль направляет на управляющую ЭВМ запрос о новом управляющем сигнале. Получив запрос от модуля, ЭВМ вырабатывает новый управляющий сигнал и направляет его на соответствующий модуль. Время выработки управляющего сигнала – случайная величина, распределённая по гауссовскому закону; для модуля типа А выработка управляющего сигнала занимает в среднем 2 с, для модуля типа В – в среднем 5 с. Стандартное отклонение времени выработки сигнала – 100 мс (независимо от типа модуля).

Требуется разработать GPSS-модель для анализа работы автоматизированной производственной линии в течение одного часа. Предусмотреть получение данных о времени реакции управляющей ЭВМ на запросы (т.е. о времени от момента отправки запроса с модуля до получения модулем управляющего сигнала) в табличной форме, причём требуется получить две таблицы: для модулей типа А и типа В.

По результатам моделирования найти вероятность того, что время реакции ЭВМ на запрос (для модуля любого типа) превысит 10 с.

ВАРИАНТ 2

Транспортная служба обеспечивает доставку продукции предприятия на торговые точки. Транспортная служба имеет 4 автомобиля типа А1 и 6 автомобилей типа А2. Длительность рейса – случайная величина, распределенная по экспоненциальному закону; для автомобилей А1 средняя длительность рейса составляет – 4 часа, для автомобилей А2 – 5 часов.

После каждого рейса автомобиль проходит техническое обслуживание; для автомобилей типа А1 оно занимает от 20 до 30 мин, для автомобилей типа А2 – от 20 до 40 мин. На предприятии работают два механика, выполняющие техническое обслуживание. По окончании технического обслуживания автомобиль отправляется в очередной рейс после перерыва. Длительность перерыва зависит от длительности предыдущего рейса. После рейса длительностью менее 10 часов перерыв составляет от 2 до 4 часов, после рейса длительностью 10 часов и более – от 3 до 6 часов. Требуется разработать GPSS-модель для анализа работы транспортной службы в течение 100 суток. Предусмотреть получение данных об интервале между рейсами (т.е. о времени от окончания рейса до начала следующего рейса) в табличной форме, причем требуется получить две таблицы: для автомобилей типа А1 и типа А2.

По результатам моделирования определить простой автомобилей (т.е. затраты времени на техническое обслуживание и перерывы) в процентах от общего времени.

ВАРИАНТ 3

На производственном участке имеются три автоматических станка: два станка типа СТ1 и один станок типа СТ2. Каждый станок оснащен бункером; у станков СТ1 бункер вмещает 20 заготовок для изготовления деталей, у станка СТ2 – 30 заготовок. Время, необходимое для обработки на станке одной заготовки – случайная величина, распределенная по гауссовскому закону, со средним значением 3 мин и стандартным отклонением 20 с. Станок обрабатывает все заготовки, имеющиеся в бункере. После израсходования заготовок, находящихся в бункере, необходимо заполнение бункера заготовками. После заполнения бункера станок возобновляет работу.

Заполнение бункеров заготовками выполняется оператором, обслуживающим станки. Заполнение бункера станка СТ1 занимает у оператора

от 10 до 20 мин, станка СТ2 – от 15 до 25 мин. Требуется разработать GPSS-модель для анализа работы производственного участка в течение 100 часов. Предусмотреть получение данных о времени простоя станков (т.е. о времени от момента остановки станка из-за израсходования заготовок до момента возобновления его работы) в табличной форме, причем требуется получить две таблицы: для станков типа СТ1 и типа СТ2. Предусмотреть вычисление простоя станков в процентах.

ВАРИАНТ 4

На предприятии используется 30 контрольно-измерительных приборов типа КИП1 и 15 приборов типа КИП2. Периодически требуется мелкая регулировка приборов, а в некоторых случаях – также полная регулировка. Для приборов типа КИП1 мелкая регулировка требуется в среднем через каждые 10 суток работы, для приборов типа КИП2 – в среднем через каждые 20 суток (время работы приборов между операциями регулировки – случайная величина, распределенная по экспоненциальному закону). При выполнении мелкой регулировки примерно в 20% случаев обнаруживается, что для прибора требуется также полная регулировка. Мелкая регулировка занимает от 3 до 5 часов, полная – от 4 до 10 часов. На предприятии работают шесть операторов, выполняющих мелкую регулировку приборов, и имеются три станда для полной регулировки. Требуется разработать GPSS-модель для анализа процессов работы и регулировки контрольно-измерительных приборов в течение 300 суток. Предусмотреть получение данных о времени вывода прибора из эксплуатации (т.е. о времени от момента прекращения эксплуатации прибора из-за необходимости его регулировки до возобновления его эксплуатации по окончании регулировки) в табличной форме, причём требуется получить две таблицы: для приборов КИП1 и КИП2.

По результатам моделирования вычислить потери времени на регулировку приборов в процентах от общего времени.

ВАРИАНТ 5

Из трёх подразделений предприятия (А, В, С) на вычислительный центр поступают задачи для решения. После решения задачи через некоторое время поступает следующая задача. Для подразделения А это время представляет собой случайную величину, распределенную по экспоненциальному закону, со средним значением 3 часа; для подразделений В и С оно составляет от 3 до 5 часов. Каждая задача состоит из трех заданий, выполняемых независимо друг от друга. Задача считается решённой, когда выполнены все три задания. Для решения задач используются два компьютера. Время выполнения одного задания на компьютере – случайная величина, распределенная по экспоненциальному закону, со средним значением 40 мин.

Требуется разработать GPSS-модель для анализа процесса решения задач в течение 240 часов. Предусмотреть получение данных о времени

ожидания результата (от поступления задачи из подразделения до получения результатов), причем требуется получить две таблицы: одну – для времени решения задач из подразделения А, другую – для подразделений В и С. Предусмотреть вычисление среднего времени ожидания результата решения задач для всех подразделений.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО И ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

№ п/п	Компетенция (общекультурная – ОК; профессиональная - ПК)	Форма контроля	семестр
1	ОПК-1. Владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности.	Тестирование (Т) Коллоквиум (КЛ) Экзамен	5
	ОПК-2. Владением культурой научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий	Тестирование (Т) Коллоквиум (КЛ) Экзамен	5
2	ОПК-3. Способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности	Тестирование (Т) Коллоквиум (КЛ) Экзамен	5
3	ОПК-5. Готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования	Тестирование (Т) Коллоквиум (КЛ) Экзамен	5
	ПК-1. Способность проводить физическое, математическое, имитационное и компьютерное моделирование компонентов электротехнических комплексов и систем	Тестирование (Т) Коллоквиум (КЛ) Экзамен	5
	ПК-2. Способность разрабатывать алгоритмы эффективного управления электротехническими комплексами и системами	Тестирование (Т) Коллоквиум (КЛ) Экзамен	5
	ПК-3. Способность исследования работоспособности и качества функционирования электротехнических комплексов и систем в различных режимах, при разнообразных внешних воздействиях	Тестирование (Т) Коллоквиум (КЛ) Экзамен	5
	ПК-4. Готовность к разработке	Тестирование (Т)	5

	безопасной и эффективной эксплуатации на различных этапах жизненного цикла	Коллоквиум (КЛ) Экзамен	
	УК-1. Способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Тестирование (Т) Коллоквиум (КЛ) Экзамен	5
4	УК-4. Готовностью использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках.	Тестирование (Т) Коллоквиум (КЛ) Экзамен	5

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

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Форма контроля				
		КЛ	КР	Т	Зачет с оценкой	Экзамен
Знает	фундаментальные основы моделирования технических систем при управлении качеством, включая моделирование одноканальных и многоканальных систем массового обслуживания, технологии имитационного моделирования, способы анализа данных и корректировок регламентов на основе результатов экспериментов (ОПК-1, 2, 3, 5; ПК-1, 4; УК-1, 4)	+		+		+
Умеет	самостоятельно прогнозировать динамику, тенденции развития объекта, процесса, задач, проблем, их систем, пользоваться для этого формализованными моделями, методами. (ОПК-4; ПК-2, 6, 10, 23, 24, 29, 31, 32, 34)	+		+		+
Владеет	программными продуктами для проведения моделирования, инструментами по разработке	+		+		+

	планов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, способами управления ходом их выполнения способностью разрабатывать рекомендации по практическому использованию полученных результатов исследований (ОПК-1, 2, 3, 5; ПК-1, 4; УК-1, 4)					
--	--	--	--	--	--	--

7.2.1. Этап текущего контроля знаний

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по пятибальной шкале с оценками:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно».

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Знает	фундаментальные основы моделирования технических систем при управлении качеством, включая моделирование одноканальных и многоканальных систем массового обслуживания, технологии имитационного моделирования, способы анализа данных и корректировок регламентов на основе результатов экспериментов (ОПК-1, 2, 3, 5; ПК-1, 4; УК-1, 4)	отлично	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Выполненные КР, КЛ, на оценки «отлично».
Умеет	самостоятельно прогнозировать динамику, тенденции развития объекта, процесса, задач, проблем, их систем, пользоваться для этого формализованными моделями, методами. (ОПК-1, 2, 3, 5; ПК-1, 4; УК-1, 4)		
Владеет	программными продуктами для проведения моделирования, инструментами по разработке планов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, способами управления ходом их выполнения способностью разрабатывать рекомендации по практическому использованию полученных результатов исследований		

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	(ОПК-1, 2, 3, 5; ПК-1, 4; УК-1, 4)		
Знает	фундаментальные основы моделирования технических систем при управлении качеством, включая моделирование одноканальных и многоканальных систем массового обслуживания, технологии имитационного моделирования, способы анализа данных и корректировок регламентов на основе результатов экспериментов (ОПК-1, 2, 3, 5; ПК-1, 4; УК-1, 4)	хорошо	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Выполненные КР, КЛ, на оценки «хорошо».
Умеет	самостоятельно прогнозировать динамику, тенденции развития объекта, процесса, задач, проблем, их систем, пользоваться для этого формализованными моделями, методами. (ОПК-1, 2, 3, 5; ПК-1, 4; УК-1, 4)		
Владеет	программными продуктами для проведения моделирования, инструментами по разработке планов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, способами управления ходом их выполнения способностью разрабатывать рекомендации по практическому использованию полученных результатов исследований (ОПК-1, 2, 3, 5; ПК-1, 4; УК-1, 4)		
Знает	фундаментальные основы моделирования технических систем при управлении качеством, включая моделирование одноканальных и многоканальных систем массового обслуживания, технологии имитационного моделирования, способы анализа данных и корректировок регламентов на основе результатов экспериментов (ОПК-1, 2, 3, 5; ПК-1, 4; УК-1, 4)	удовлетворительно	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Удовлетворительное выполнение КР, КЛ.
Умеет	самостоятельно прогнозировать динамику, тенденции развития объекта, процесса, задач, проблем, их систем, пользоваться для этого формализованными моделями, методами. (ОПК-1, 2, 3, 5; ПК-1, 4; УК-1, 4)		
Владеет	программными продуктами для проведения моделирования, инструментами по разработке планов научно-исследовательских и опытно-		

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	конструкторских работ, способами управления ходом их выполнения способностью разрабатывать рекомендации по практическому использованию полученных результатов исследований (ОПК-1, 2, 3, 5; ПК-1, 4; УК-1, 4)		
Знает	фундаментальные основы моделирования технических систем при управлении качеством, включая моделирование одноканальных и многоканальных систем массового обслуживания, технологии имитационного моделирования, способы анализа данных и корректировок регламентов на основе результатов экспериментов (ОПК-1, 2, 3, 5; ПК-1, 4; УК-1, 4)	неудовлетворительно	Частичное посещение лекционных и практических занятий. Неудовлетворительно выполненные КР, КЛ.
Умеет	самостоятельно прогнозировать динамику, тенденции развития объекта, процесса, задач, проблем, их систем, пользоваться для этого формализованными моделями, методами. (ОПК-1, 2, 3, 5; ПК-1, 4; УК-1, 4)		
Владеет	программными продуктами для проведения моделирования, инструментами по разработке планов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, способами управления ходом их выполнения способностью разрабатывать рекомендации по практическому использованию полученных результатов исследований (ОПК-1, 2, 3, 5; ПК-1, 4; УК-1, 4)		
Знает	фундаментальные основы моделирования технических систем при управлении качеством, включая моделирование одноканальных и многоканальных систем массового обслуживания, технологии имитационного моделирования, способы анализа данных и корректировок регламентов на основе результатов экспериментов (ОПК-1, 2, 3, 5; ПК-1, 4; УК-1, 4)	не аттестован	Непосещение лекционных и практических занятий. Не выполненные КР, КЛ.
Умеет	самостоятельно прогнозировать динамику, тенденции развития объекта, процесса, задач, проблем, их систем, пользоваться для этого формализованными моделями, методами. (ОПК-1, 2, 3, 5; ПК-1, 4; УК-1, 4)		

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	4)		
Владеет	программными продуктами для проведения моделирования, инструментами по разработке планов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, способами управления ходом их выполнения способностью разрабатывать рекомендации по практическому использованию полученных результатов исследований (ОПК-1, 2, 3, 5; ПК-1, 4; УК-1, 4)		

7.2.2. Этап промежуточного контроля знаний

Во пятом семестре результаты итогового контроля знаний (экзамен) оцениваются по четырехбалльной шкале с оценками:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «не удовлетворительно».

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Знает	фундаментальные основы моделирования технических систем при управлении качеством, включая моделирование одноканальных и многоканальных систем массового обслуживания, технологии имитационного моделирования, способы анализа данных и корректировок регламентов на основе результатов экспериментов (ОПК-1, 2, 3, 5; ПК-1, 4; УК-1, 4)	отлично	Аспирант демонстрирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.
Умеет	самостоятельно прогнозировать динамику, тенденции развития объекта, процесса, задач, проблем, их систем, пользоваться для этого формализованными моделями, методами. (ОПК-1, 2, 3, 5; ПК-1, 4; УК-1, 4)		
Владеет	программными продуктами для проведения моделирования, инструментами по разработке планов научно-исследовательских и опытно-		

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	конструкторских работ, способами управления ходом их выполнения способностью разрабатывать рекомендации по практическому использованию полученных результатов исследований (ОПК-1, 2, 3, 5; ПК-1, 4; УК-1, 4)		
Знает	фундаментальные основы моделирования технических систем при управлении качеством, включая моделирование одноканальных и многоканальных систем массового обслуживания, технологии имитационного моделирования, способы анализа данных и корректировок регламентов на основе результатов экспериментов (ОПК-1, 2, 3, 5; ПК-1, 4; УК-1, 4)	хорошо	Аспирант демонстрирует значительное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.
Умеет	самостоятельно прогнозировать динамику, тенденции развития объекта, процесса, задач, проблем, их систем, пользоваться для этого формализованными моделями, методами. (ОПК-1, 2, 3, 5; ПК-1, 4; УК-1, 4)		
Владеет	программными продуктами для проведения моделирования, инструментами по разработке планов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, способами управления ходом их выполнения способностью разрабатывать рекомендации по практическому использованию полученных результатов исследований (ОПК-1, 2, 3, 5; ПК-1, 4; УК-1, 4)		
Знает	фундаментальные основы моделирования технических систем при управлении качеством, включая моделирование одноканальных и многоканальных систем массового обслуживания, технологии имитационного моделирования, способы анализа данных и корректировок регламентов на основе результатов экспериментов (ОПК-1, 2, 3, 5; ПК-1, 4; УК-1, 4)	удовлетворительно	Аспирант демонстрирует частичное понимание заданий. Большинство требований, предъявляемых к заданию выполнены.
Умеет	самостоятельно прогнозировать динамику, тенденции развития объекта, процесса, задач, проблем, их систем, пользоваться для этого формализованными моделями, методами. (ОПК-1, 2, 3, 5; ПК-1, 4; УК-1, 4)		

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	4)		
Владеет	программными продуктами для проведения моделирования, инструментами по разработке планов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, способами управления ходом их выполнения способностью разрабатывать рекомендации по практическому использованию полученных результатов исследований (ОПК-1, 2, 3, 5; ПК-1, 4; УК-1, 4)		
Знает	фундаментальные основы моделирования технических систем при управлении качеством, включая моделирование одноканальных и многоканальных систем массового обслуживания, технологии имитационного моделирования, способы анализа данных и корректировок регламентов на основе результатов экспериментов (ОПК-1, 2, 3, 5; ПК-1, 4; УК-1, 4)	неудовлетворительно	1. Аспирант демонстрирует небольшое понимание заданий. Многие требования, предъявляемые к заданию не выполнены. 2. Аспирант демонстрирует непонимание заданий. 3. У аспиранта нет ответа. Не было попытки выполнить задание.
Умеет	самостоятельно прогнозировать динамику, тенденции развития объекта, процесса, задач, проблем, их систем, пользоваться для этого формализованными моделями, методами. (ОПК-1, 2, 3, 5; ПК-1, 4; УК-1, 4)		
Владеет	программными продуктами для проведения моделирования, инструментами по разработке планов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, способами управления ходом их выполнения способностью разрабатывать рекомендации по практическому использованию полученных результатов исследований (ОПК-1, 2, 3, 5; ПК-1, 4; УК-1, 4)		

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

Текущий контроль успеваемости осуществляется на практических занятиях: в виде опроса теоретического материала и умения применять его к

решению задач у доски, в виде проверки домашних заданий, в виде тестирования по отдельным темам.

Промежуточный контроль осуществляется проведением контрольных работ по отдельным разделам дисциплины, тестирования по разделам дисциплины, изученным аспирантом в период между аттестациями, проведением коллоквиумов по теоретическому материалу. Контрольные работы проводятся на практических занятиях в рамках самостоятельной работы под контролем преподавателя.

7.3.3. Пример расчетной работы

5-й семестр

ЗАДАНИЕ

На обрабатывающий участок цеха поступают детали в среднем через 30 мин. Первичная обработка деталей производится на одном из двух станков. Первый станок обрабатывает деталь в среднем 50 мин. и имеет 3% брака, второй – соответственно 60 мин. и 5% брака. Все бракованные детали передаются на повторную обработку на второй станок. Детали, попавшие в брак дважды, уходят в отходы, а годные поступают через накопитель на вторую операцию. На второй операции также используются два станка, причём среднее время обработки у них одинаковое и составляет 65 мин. Первый станок работает постоянно, а второй подключается при образовании в накопителе задела более трёх деталей. Все интервалы времени распределены по экспоненциальному закону.

Требуется провести моделирование обработки на участке 500 деталей. Определить коэффициент загрузки каждого из станков. Найти ёмкость накопителя, сделать вывод об обеспеченности участка оборудованием. Предложить варианты улучшения работы моделируемого участка цеха.

1 СИСТЕМНОЕ ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Для построения формализованной модели обрабатывающего участка необходимо уточнить концептуальную модель, т.е. содержательное (словесное) описание объекта моделирования (см. задание), допускающее в своём первоначальном варианте неоднозначность толкования некоторых моментов. Таким образом, мы должны выдвинуть некоторые предположения (допущения). Будем считать, что входной поток деталей разделяется на два, причём 50% деталей проходит первичную обработку на одном станке, а 50% – на другом, т.е. вероятность попадания детали на первичную обработку к одному из двух станков одинакова. При обработке деталей на второй операции будем считать, что деталь попадёт на второй станок только в том случае, если в накопителе более трёх деталей, первый станок занят, а второй, естественно, свободен. При любом другом варианте деталь будет проходить вторичную обработку на первом станке. Теперь можно приступать к построению формальной модели

обрабатывающего участка цеха с целью выяснения с её помощью выходных характеристик работы участка и их улучшения.

Для этого необходимо решить следующие задачи:

- построить базовую имитационную модель работы обрабатывающего участка цеха согласно условию задания и сделанных в этом разделе допущений;

- получить результаты выполнения базовой имитационной модели и провести их анализ; на основе этого наметить пути улучшения полученных характеристик работы участка;

- построить модифицированную имитационную модель (модели) согласно намеченным улучшениям базовой модели;

- получить результаты выполнения модифицированной имитационной модели (моделей), провести их анализ и удостовериться в правильности выбранного пути улучшения работы исследуемого объекта.

Примечание – Иногда альтернативный(-е) вариант(ы) исследуемого объекта уже задан(ы). В этом случае необходимо промоделировать все варианты объекта и по результатам моделирования выбрать лучший.

Имитационное моделирование исследуемого объекта будем вести с помощью системы GPSS World, являющейся мощной универсальной средой для профессионального моделирования самых разнообразных процессов и систем.

2 ПОСТРОЕНИЕ БАЗОВОЙ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

За единицу модельного времени примем 1 мин. Предусмотрим в модели четыре сегмента. Первый сегмент имитирует поступление на обрабатывающий участок цеха деталей: блок GENERATE генерирует транзакты-детали через экспоненциально распределённые интервалы времени со средним значением 30 ед. модельного времени [операнд А этого блока – (EXPONENTIAL(1,0,30))]. В блоке ASSIGN первому параметру транзакта-детали присваивается нулевое значение и этот параметр является признаком брака после первичной обработки. Далее транзакты-детали входят в блок TRANSFER, который разделяет поток деталей на две приблизительно равные части: одна из них поступает в блок с меткой MET2 (сегмент 3), другая – в первый блок QUEUE сегмента 2 (блок с меткой MET1).

Сегмент 2 имитирует первичную обработку деталей с помощью первого станка. Детали перед обработкой образуют очередь QPER1 (блок QUEUE с меткой MET1). Если первый станок свободен, то деталь занимает его (блок SEIZE PER1, где PER1 – имя первого станка, одновременно уменьшая длину очереди QPER1 (блок DEPART). По истечении случайного времени обработки детали первым станком (блок ADVANCE) транзакт-деталь освобождает его (блок RELEASE). Далее поток деталей с первого станка расщепляется на два: 97% считаются обработанными после первой операции без брака и направляются на вторую операцию в сегмент 4 по метке MET3, оставшиеся 3% считаются бракованными (блок TRANSFER). Бракованные детали отмечаются с помощью блока ASSIGN, который увеличивает значение первого признака на

1. Поскольку все детали перед обработкой имели нулевое значение первого параметра, то у бракованных изделий оно уже больше нуля. Далее бракованная деталь идёт на повторную обработку на втором станке (сегмент 3), параллельно работающем с первым станком PER1.

Сегмент 3 имитирует первичную обработку деталей на втором станке, на котором происходит и повторная обработка брака, допущенного при обработке на обоих станках. Работа сегмента 3 модели идентична работе сегмента 2 с той лишь разницей, что здесь допускается 5% брака, а также идёт проверка бракованных деталей на предмет того, сколько раз допускался брак после первой операции (блок TEST). Если он допускался дважды, то значение счётчика OTHOD числа деталей, поступивших в отходы, увеличивается на 1 (блок SAVEVALUE), и далее транзакт-деталь выводится из модели через блок TERMINATE без операнда A, т.е. не влияя на значение счётчика завершения процесса моделирования. Если брак допущен впервые, то транзакт-деталь пересылается на повторную обработку на этом же станке (к оператору с меткой MET2).

Последний, четвёртый сегмент модели имитирует вторую операцию обработки деталей, успешно прошедших первичную обработку на первых двух станках. Итак, транзакты-детали поступают в блок с меткой MET3, образуя очередь QVTOR деталей перед второй операцией их обработки (блок QUEUE). Если длина очереди QVTOR не более трёх (блок TEST), то далее деталь поступает к станку VTOR1 и занимает (захватывает) его, если он свободен (блок SEIZE с меткой MET4), уменьшая длину очереди QVTOR на единицу (блок DEPART). С помощью блока ADVANCE имитируется случайное время обработки с заданными параметрами (средним значением обработки и законом распределения времени обработки), по истечении которого транзакт-деталь освобождает станок VTOR1 (блок RELEASE) и покидает модель с помощью блока TERMINATE с операндом A, равным единице, тем самым уменьшая значение счётчика завершения процесса моделирования на единицу. Если же длина очереди QVTOR больше трёх, то транзакт-деталь сначала пытается занять станок VTOR1 (войти в блок с меткой MET4), и лишь при условии его занятости пытается занять второй станок – VTOR2 (войти в блок с меткой MET5) (все эти попытки занять сначала станок VTOR1, и в случае неудачи – станок VTOR2, имитируются блоком TRANSFER в режиме BOTH). Обработка детали на станке VTOR2 полностью идентична её обработке на станке VTOR1.

Примечание – Комментарий к каждому оператору GPSS-модели писать вовсе не обязательно. В данном случае это сделано в учебных целях для лучшего понимания текста модели, отражающего объект исследования.

3 АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ БАЗОВОЙ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Запуск модели на счёт (после компиляции) производится командой START 500, устанавливающей начальное значение счётчика завершения (эту команду можно располагать в конце исходного текста модели и модель автоматически начнёт выполняться сразу же после компиляции, кстати, эта

команда будет располагаться в исходном тексте модифицированной модели). После прохождения (обработки) на выход обрабатывающего участка цеха 500 транзактов-деталей процесс моделирования закончится, т.е. таким образом неявно задаётся время моделирования. Файл статистики представлен в приложении А (рисунок А.2).

Интересующие нас результаты моделирования сведём в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты базовой имитационной модели

Коэффициент загрузки станка				Необходимая ёмкость накопителя для деталей перед второй операцией их обработки (графа MAX очереди QVTOR)
на первой операции		на второй операции		
Станок 1 (графа UTIL. устройства PER1)	Станок 2 (графа UTIL. устройства PER2)	Станок 1 (графа UTIL. устройства VTOR1)	Станок 2 (графа UTIL. устройства VTOR2)	
0.809	0.871	0.985	0.896	

Из результатов моделирования, представленных в таблице 1, видно, что всё оборудование обрабатывающего участка цеха работает с перегрузкой, почти на пределе: нормальным считается коэффициент загрузки 0,75. Коэффициент загрузки на втором станке, осуществляющем первую операцию обработки деталей, несколько выше коэффициента загрузки у аналогичного первого станка; это объясняется тем, что второй станок в среднем работает медленнее и обрабатывает бракованные детали (сверх того, что он обрабатывает и нормальные детали). Необходимая ёмкость накопителя перед вторичной обработкой деталей определяется максимальной длиной очереди QVTOR: она равна 21 (т.е. за время моделирования был такой момент, когда в очереди QVTOR находилась 21 деталь, хотя средняя длина очереди составляет примерно 9 деталей). Таким образом, дополнительный (второй) станок на второй операции работал в данных условиях практически без простоев. Резюмируя, можно сделать вывод о недостаточном обеспечении участка цеха оборудованием и порекомендовать увеличить число станков как на первой, так и на второй операции как минимум до трёх, либо увеличить производительность станков при прежнем их количественном составе; можно изменять при этом также условия подключения для обработки деталей на второй операции резервного станка. Заметим, что за время обработки 500 деталей в отходы ушла всего одна деталь (значение сохраняемой величины OTHOD равно 1).

4 ПОСТРОЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Вариант с увеличением количества станков как на первой, так и на второй операциях обработки деталей требует уточнения концептуальной

модели моделируемого обрабатывающего участка цеха. Добавим на первой операции ещё один станок с характеристиками первого станка из задания, т.е. уже оба станка будут обрабатывать деталь в среднем по 50 мин. и иметь 3% брака каждый, а третий (второй по заданию) останется с теми же характеристиками. Будем считать, что входной поток деталей разделяется на два, причём 80% деталей проходит первичную обработку на двух одинаковых станках (это логично допустить), а 20% – на уже третьем по счёту станке, на котором происходит исправление допущенного брака на всех станках первичной обработки (дальнейшая имитация подтвердит правильность наших предложений!). На второй операции будем считать, что уже два (а не один!) станка работают постоянно с прежними характеристиками, а третий подключается при тех же условиях (см. задание). Подчеркнём, что мы не изменяем интенсивность и характер потока поступающих в цех деталей, поскольку мы не в силах влиять на него и должны добиваться улучшения работы участка цеха за счёт изменения его внутренних характеристик.

Эти изменения вызовут следующие отличия модифицированной модели от базовой:

- появятся два многоканальных устройства с ёмкостью 2 (операторы PER1 STORAGE 2 и VTOR1 STORAGE 2, а также появятся блоки ENTER и LEAVE, связанные с этими устройствами);
- блок TRANSFER для разделения входного потока деталей на участок примет вид TRANSFER .2,MET1,MET2;
- вместо блока TRANSFER BOTH,MET4,MET5 появится блок GATE SNF VTOR1,MET5.

Здесь перечислены не все, а наиболее значимые отличия (так, введение многоканальных устройств влечёт за собой обязательное задание их ёмкости операторами STORAGE и т.д.).

5 АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Исходный текст модифицированной GPSS-модели представлен на рисунке Б.1 приложения Б. Запуск модели на счёт (после компиляции) произойдёт автоматически, поскольку команда START 500 располагается в конце исходного текста модели. После прохождения (обработки) на выход обрабатывающего участка цеха 500 транзактов-деталей процесс моделирования закончится, т.е. таким образом неявно задаётся время моделирования. Файл статистики представлен в приложении Б (рисунок Б.2). Интересующие нас результаты моделирования (см. рисунок Б.2) сведём в таблицу 2.

Таблица 2 – Результаты модифицированной имитационной модели

Коэффициент загрузки станка				Необходимая ёмкость накопителя для деталей перед
на первой операции		на второй операции		
Станки 1 (графа UTIL.	Станок 2 (графа UTIL.	Станки 1 (графа UTIL.	Станок 2 (графа UTIL.	

многоканального устройства PER1)	устройства PER2)	многоканального устройства VTOR1)	устройства VTOR2)	второй операцией их обработки (графа MAX очереди QVTOR)
0.702	0.504	0.714	0.651	34

Из результатов моделирования, представленных в таблице 2, видно, что сейчас уже всё оборудование обрабатывающего участка цеха работает без перегрузки – коэффициенты загрузки не выше 0.75. Необходимая ёмкость накопителя перед вторичной обработкой деталей определяется максимальной длиной очереди QVTOR: она равна 34 (т.е. за время моделирования был такой момент, когда в очереди QVTOR находились 34 деталей, хотя средняя длина очереди составляет примерно 7 деталей). Таким образом, дополнительный (третий в данном случае!) станок на второй операции работал в данных условиях даже с небольшой недогрузкой, так как два станка, работающих постоянно, успешно справлялись (при подключении дополнительного) с очередью деталей, ждущих обработки на второй операции. Резюмируя, можно сделать вывод об улучшении выходных характеристик обрабатывающего участка цеха. Заметим, что за время обработки 500 деталей в отходы не ушла ни одна деталь, а общее время их обработки уменьшилось: в базовой модели участка оно составило 17838 мин., а в модифицированной – 16267 мин.

7.3.5. Примерный перечень вопросов к зачетам и экзамену

5-й семестр (экзамен)

1. История появления моделирования.
2. Основные понятия теории моделирования.
3. Цели и задачи моделирования.
4. Материальные (физические) и идеальные модели.
5. Когнитивные, содержательные, концептуальные, формальные модели.
6. Подходы и программные средства при структурно-функциональном моделировании.
7. Имитационное моделирование как специфический вид компьютерного моделирования.
8. Достоинства и недостатки имитационного моделирования.
9. Инструментарии имитационного моделирования.
10. Этапы построения моделей.
11. Основные модели, используемые в системном анализе.
12. Классификация систем по различным признакам.
13. Сложные системы: определения.
14. Факторы, действующие на функционирование сложных систем.

15. Задачи исследования сложных систем.
16. Этапы при моделировании сложных систем.
17. Понятие о модельном времени.
18. Сетевые методы.
19. Сети Петри, раскрашенные сети Петри.
20. GPSS, SIMAN.
21. Понятие систем массового обслуживания.
22. Классификация систем массового обслуживания.
23. Структурный анализ.
24. Принципы структурного анализа.
25. Методологии моделирования при структурном анализе.
26. Бизнес-процессы.
27. Анализ бизнес-процессов.
28. Оптимизация бизнес-процессов.
29. Математическое моделирование.

7.3.6. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1.	Моделирование на системном уровне Системный подход к решению этих задач	ОПК-1, 2, 3, 5; ПК-1, 4; УК-1, 4	Тестирование (Т) Коллоквиум (КЛ) Экзамен
2.	Построение математических моделей при детерминированном подходе	ОПК-1, 2, 3, 5; ПК-1, 4; УК-1, 4	Тестирование (Т) Коллоквиум (КЛ) Экзамен

7.4. Порядок процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности на этапе промежуточного контроля знаний

Зачет может проводиться по итогам текущей успеваемости и сдачи КР, Т, КЛ и (или) путем организации специального опроса, проводимого в устной и (или) письменной форме.

Во время проведения зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также вычислительной техникой.

**8. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), РАЗРАБОТАННОГО НА КАФЕДРЕ**

№ п/п	Наименование издания	Вид издания (учебник, учебное пособие, методические указания, компьютерная программа)	Автор (авторы)	Год издания	Место хранения и количество
1	Имитационное моделирование технических систем	Учебное пособие	С.А. Баркалов, В.Е. Белоусов, П.А. Головинский	2010.	Библиотека – электр.

**9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Вид учебных занятий	Деятельность аспиранта
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 консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	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.
Контрольная работа	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам.
Коллоквиум	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам.
Подготовка к зачету	При подготовке к экзамену (зачету) необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля):

10.1.1 Основная литература:

1. Белоусов В.Е. Имитационное моделирование технических систем [Текст]/С.А. Баркалов, В.Е.Белоусов, П.А. Головинский//Учебное пособие. ООО Научная книга. - Воронеж, 2010.- 430 с.

2. Аверченков В.И. Основы математического моделирования технических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Аверченков В.И., Федоров В.П., Хейфец М.Л.— Электронно-текстовые данные.— Брянск: Брянский государственный технический университет, 2012.— 271 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7003>.— ЭБС «IPRbooks».

10.1.2. Дополнительная литература:

1. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. Учебник для ВУЗов -М.: Высшая школа, 2001 г. –343 с.

2. Родионов А.С. Управление событиями в системах дискретного имитационного моделирования // Тр. ИВМиМГ СО РАН. Сер. Системное моделирование. – Новосибирск, 1998. – Вып. 5(23). – С.143–160.

3. Родионов А.С. Распределенное моделирование цифровых систем связи // Материалы международного семинара «Перспективы развития современных средств и систем телекоммуникаций-99», Хабаровск, 5-10 июля 1999. – Новосибирск, 1999. – С. 105–109.

4. Родионов А.С. О генерации случайных структур сетей // Труды ИВМиМГ СО РАН. Сер. Информатика. Вып. 4., – 2002. – С. 123-137.

5. Rodionov A.S., Choo H., Youn H.Y., “Process simulation using randomized Markov chain and truncated marginal distribution,” Supercomputing, 2002, No. 1, P. 69-85.

6. Schruben L. Simulation modelling with event graphs. // Communication of the ACM, Vol. 26, N. 11, 1983, P. 957–963.

7. Concepcion A.I., Zeigler B.P. DEVS-formalism: a framework for hierarchical model development. // IEEE trans. on soft. eng. vol.14, n.2, 1987, P. 228–241.

8. Wankis P., Sztipanovits J., Comfort J.C. Simulation model testing. // Proc. of the 20th annual simulation simp. 1987, P. 185–196.

9. Шрайбер Т.Дж. Моделирование на GPSS. – М.: Машиностроение, 1980.

Bulgren W.G. Discrete system simulation. – Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1982.

10.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем: _

1. Консультирование посредством электронной почты.
2. Использование презентаций при проведении лекционных занятий.

10.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля):

Для работы в сети рекомендуется использовать сайты:

1. <http://cmcmsu.no-ip.info/1course/random.generators.algs.htm>.
2. <http://www.intuit.ru>. Курсы Интернет университета информационных технологий.
3. <http://stratum.pstu.ac.ru/> . Моделирование технических систем. Курс лекций.

Для работы с электронными учебниками требуется наличие таких программных средств, как Adobe Reader для Windows и DjVuBrowserPlugin.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА:

Для проведения ряда лекционных занятий по дисциплине необходимы аудитории, оснащенные презентационным оборудованием (компьютер с ОС Windows и программой PowerPoint или Adobe Reader, мультимедийный проектор и экран).

Для обеспечения практических занятий требуется компьютерный класс с комплектом лицензионного программного обеспечения (при использовании электронных изданий – компьютерный класс с выходом в Интернет).

12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (образовательные технологии)

Для повышения интереса к дисциплине и развития культуры моделирования целесообразно сообщать на лекциях сведения из истории прогнозирования и информацию о вкладе российских ученых в развитие имитационного моделирования при управлении качеством.

Важным условием успешного освоения дисциплины «Моделирование технических систем» является самостоятельная работа аспирантов. Для осуществления индивидуального подхода к аспирантам и создания условий ритмичности учебного процесса рекомендуются индивидуальные расчетно-графические работы, коллоквиумы, контрольные работы и тестирование. Коллоквиум, контрольная работа и тестирование являются не только формами промежуточного контроля, но и формами обучения, так как позволяют своевременно определить уровень усвоения аспирантами разделов программы и провести дополнительную работу.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.06.01 «Электро- и теплотехника».

Руководитель основной образовательной программы

Доцент кафедры

Автоматизации технологических процессов и производств,

К. Т. Н., доц.

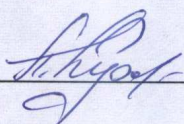
 /А.В. Полуказаков/

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией института экономики, менеджмента и информационных технологий

« 11 » июня 2015 г., протокол № _____.

Председатель

д. т. н., профессор

 /П.Н. Курочка /

Эксперт

ФГБОУ ВПО ВГАСУ

Кафедра

Информатики и графики

д. т. н., доцент

 /А.А. Кононов/

