

Требования к курсовому проекту по дисциплине «Моделирование АСОИУ»

Введение

Модель – это физический или абстрактный образ моделируемого объекта, удобный для проведения исследований и позволяющий адекватно отражать интересующие исследователя физические свойства и характеристики объекта.

Моделирование – наиболее мощный универсальный метод исследования и оценки эффективности систем, поведение которых зависит от воздействия случайных факторов. Моделирование представляет собой процесс замещения объекта исследования некоторой его моделью и проведение исследований на этой модели с целью получения необходимой информации об объекте.

Компьютерное моделирование нашло практическое применение во всех сферах деятельности человека, начиная от моделей технических, технологических и организационных систем и заканчивая проблемами развития человечества и вселенной. Для компьютерного моделирования характерно, что математическая модель системы представлена в виде программы на ЭВМ или компьютерной модели, позволяющей производить с ней вычислительные эксперименты.

Математическая модель – это абстрактный, формально описанный объект, изучение которого возможно математическими методами.

Имитационная модель – это программное описание временных и причинно-следственных отношений между элементами исследуемой системы.

Имитационное моделирование – это вид моделирования не требующий аналитического задания функций переходов и выходов.

Системы массового обслуживания (СМО) – это особый класс математических схем, непрерывно-стохастические, разработанные в теории массового обслуживания и различных приложениях для формализации процессов функционирования систем, которые по сути являются процессами обслуживания.

Имитационная модель СМО представляет собой алгоритм, отражающий поведение СМО, т.е. отражающий изменения состояния СМО во времени при заданных потоках заявок/транзактов, поступающих на входы системы. Параметры входных потоков заявок – это внешние параметры СМО. Выходными параметрами являются величины, характеризующие свойства системы - качество ее функционирования.

Имитационное моделирование позволяет исследовать СМО при различных типах входных потоков и интенсивностях поступления заявок/транзактов на входы, при вариациях параметров в *обслуживающем аппарате (ОА)* при различных дисциплинах обслуживания заявок. **Дисциплина обслуживания** - правило, по которому заявки поступают из очередей на обслуживание. Величина, характеризующее право на первоочередное обслуживание, называется **приоритетом**. В моделях СМО заявки, приходящие на вход занятого ОА, образуют очереди, отдельные для заявок каждого приоритета. При освобождении ОА на обслуживание принимается заявка из непустой очереди с наиболее высоким приоритетом.

Имитационное моделирование разрешает осуществлять исследование анализируемой или проектируемой системы по схеме операционного исследования, которое содержит взаимосвязанные этапы:

- содержательная постановка задачи;
- разработка концептуальной модели;
- разработка и программная реализация имитационной модели;
- проверка правильности, достоверности модели и оценка точности результатов моделирования;
- планирование и проведение экспериментов;
- принятие решений.

Цель курсового проекта (КП): научиться использовать язык моделирования GPSS World для исследования процедур и разработки имитационных проектов сложных технических объектов, представленных как системы массового обслуживания (СМО), и применять технологии имитационного моделирования от постановки задачи до принятия решений по результатам моделирования. Подготовить подробный отчет о результатах моделирования.

Постановка задачи: Необходимо рассмотреть и проанализировать функционирование предлагаемой системы, согласно варианту задания на КП, разработать ее блочную структурную схему, с подробным описанием объектов системы и их взаимодействия, схему в виде Q-схем, также с описанием каналов, связей и т.п., реализовать блок-диаграмму (блок-схему) алгоритма разрабатываемой модели, написать программный код модели на языке моделирования GPSS World, запустить модель и получить отчет содержащий результаты моделирования, построить гистограммы/графики, сделать вывод по результатам моделирования, провести эксперименты с моделью, выбрать адекватную модель.

Отчет по курсовому проекту должен содержать следующее:

1. **Титульный лист**, где обязательно должна быть указана тема КП.
2. **Оглавление.** В оглавлении приводят названия всех разделов, подразделов и пунктов в полном соответствии с их названиями, приведенными в КП, указывают страницы, на которых эти названия размещены.
3. **Введение.** Введение представляет собой наиболее ответственную часть КП, поскольку содержит в сжатой форме все фундаментальные положения, обоснованию которых посвящен КП.
4. **Постановка задачи.** Приводится постановка задачи имитационного моделирования в соответствии с выбранным вариантом задания на КП.
5. **Главы основной части.** В главах основной части КП подробно рассматриваются теория, методология, методика и техника имитационного моделирования; обобщаются полученные результаты. Главы основной части должны быть сформулированы примерно следующим образом:
 - a. **Анализ и выбор метода моделирования.** Необходимо привести анализ и последующий выбор метода моделирования. А также более подробную характеристику моделей систем массового обслуживания.
 - b. **Анализ моделируемой системы.** Дается подробный анализ моделируемой системы в соответствии с постановкой задачи.
 - c. **Реализация имитационной модели.** Приводится блочная структурная схема взаимодействия объектов системы, с описанием объектов, свойств, взаимодействий, в соответствии с постановкой задачи. Q-схема общего вида реализуемой модели, с ее характеристикой и подробным описанием, входов, выходов, переменных и т.п. Укрупненная блок-схема моделирующего алгоритма разрабатываемой модели. Программная реализация, в виде листинга программы, разрабатываемой модели на языке GPSS. Отчет, по результатам моделирования реализованный в среде GPSS World. При необходимости или в соответствии с постановкой задачи гистограммы/графики по результатам моделирования. Обоснованный вывод по результатам моделирования.
 - d. **Организация экспериментов.** На основе предыдущего анализа и вывода по результатам моделирования с исходной моделью, приводится обоснование необходимости по проведению экспериментов. Далее приводятся результаты экспериментов (необходимо спланировать 3 и более экспериментов над исходной моделью), где обязательно должно быть сформулировано, что было изменено в исходной модели (какие характеристики), программный код, отчеты, гистограммы/графики и обоснованные выводы по каждому результату эксперимента.
 - e. **Оценка адекватности модели.** Привести характеристику того, что понимается под адекватностью модели и как ее можно оценить. На основе ранее полученных данных провести оценку адекватности модели и выбрать наилучший результат.

Привести обобщенный вывод по результатам экспериментов и оценки адекватности.

6. **Заключение.** Заключение КП представляет собой не простой перечень полученных результатов проведенного исследования, а их итоговый синтез, т. е. формулирование того нового, что внесено автором в изучение и решение проблемы. Это последовательное, логически стройное изложение полученных итогов и их соотношение с целью и задачами, гипотезой, научной новизной, теоретической значимостью и практической ценностью.
7. **Библиографический список.** Список должен содержать сведения об источниках, использованных при написании КП. В него необходимо включать источники, на которые были сделаны автором ссылки в тексте работы.

Примечание: необходимо помнить, что «Введение», «Заключение» и «Библиографический список» включаются в оглавление, но не нумеруются.

Рекомендации по оцениванию курсового проекта:

Подготовка и написание КП предполагает глубокое изучение обозначенной проблемы и предметной области. Процедура защиты КП предполагает его представление в печатной форме – отчет, в соответствии с требованиями стандарта (25–30 страниц), по требованию преподавателя в электронной форме – разработанные модели систем, ответы на вопросы преподавателем.

Перечень заданий и тем курсовых проектов по вариантам представлен в методических указаниях. Требования к оформлению и представлению варианта курсового проекта приведены ниже.

1. Наличие в отчетном документе обязательных глав (введение, описание предметной области, постановка задачи, обобщенная схема моделируемой системы, Q-схема моделируемой системы, блок-схема моделирующего алгоритма программы, программная реализация, отчет, гистограммы/графики, обоснование результатов, эксперимент с моделью, оценка адекватности модели, обобщенный вывод по результатам экспериментов и оценки адекватности, заключение, список использованных источников, приложений).
2. Соблюдение методических указаний и требований стандарта по оформлению отчета.
3. Наличие своего текста (более 50 % от общего объема).
4. Грамотность.
5. Использование моделей-схем (блок-схем, графиков, формул и др.).
6. Наличие электронного варианта исходного модели и ее вариантов полученных в результате экспериментов.

КП оценивается по четырехбалльной шкале: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» – выполнены все требования к курсовому проекту, исчерпывающе изложен алгоритм построения, даны правильные ответы на все поставленные вопросы в постановке задачи и при защите курсового проекта.

Оценка «хорошо» – основные требования к курсовому проекту и его защите выполнены, но при этом допущены недочеты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.

Оценка «удовлетворительно» – имеются существенные отступления от требований к курсовому проекту. В частности, тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании при выполнении экспериментов с моделью, оценке адекватности модели, выводах по результатам моделирования, а также при ответе на дополнительные вопросы во время защиты.

Оценка «неудовлетворительно» – курсовой проект выполнен не самостоятельно или неверно, обнаруживается существенное непонимание рассматриваемой темы. На дополнительные вопросы отсутствуют ответы.

Задания на выполнение курсовой работы по дисциплине «Моделирование»

Задание 1

На сборочный участок цеха предприятия через интервалы времени, распределенные экспоненциально со средним значением 10 мин, поступают партии, каждая из которых состоит из трех деталей. Половина всех поступающих деталей перед сборкой должна пройти предварительную обработку в течение 7 мин. На сборку подаются обработанная и необработанная детали. Процесс сборки занимает всего 6 мин. Затем изделие поступает на регулировку, продолжающуюся в среднем 8 мин (время выполнения распределено экспоненциально). В результате сборки возможно появление 4% бракованных изделий, которые не поступают на регулировку, а направляются снова на предварительную обработку.

Смоделировать работу участка в течение 24 ч. Определить возможные места появления очередей и их характеристики. Выявить причины их возникновения, предложить меры по их устранению и смоделировать скорректированную систему.

Задание 2

На обрабатывающий участок цеха поступают детали в среднем через 50 мин. Первичная обработка деталей производится на одном из двух станков. Первый станок обрабатывает деталь в среднем 40 мин и имеет до 4% брака, второй - соответственно 60 мин и 8% брака. Все бракованные детали возвращаются на повторную обработку на второй станок. Детали, попавшие в разряд бракованных дважды, считаются отходами. Вторичную обработку проводят также два станка в среднем 100 мин каждый. Причем первый станок обрабатывает имеющиеся в накопителе после первичной обработки детали, а второй станок подключается при образовании в накопителе задела больше трех деталей. Все интервалы времени распределены по экспоненциальному закону.

Смоделировать обработку на участке 500 деталей. Определить нагрузку второго станка на вторичной обработке и вероятность появления отходов. Определить возможность снижения задела в накопителе и повышения нагрузки второго станка на вторичной обработке.

Задание 3

На регулировочный участок цеха через случайные интервалы времени поступают по два агрегата в среднем через каждые 30 мин. Первичная регулировка осуществляется для двух агрегатов одновременно и занимает около 30 мин. Если в момент прихода агрегатов предыдущая партия не была обработана, поступившие агрегаты на регулировку не принимаются. Агрегаты после первичной регулировки, получившие отказ, поступают в промежуточный накопитель. Из накопителя агрегаты, прошедшие первичную регулировку, поступают попарно на вторичную регулировку, которая выполняется в среднем за 30 мин, а не прошедшие первичную регулировку поступают на полную, которая занимает 100 мин для одного агрегата. Все величины, заданные средними значениями, распределены экспоненциально.

Смоделировать работу участка в течении 100 ч. Определить вероятность отказа в первичной регулировке и загрузку накопителя агрегатами, нуждающимися в полной регулировке. Определить параметры и ввести в систему накопитель, обеспечивающий безотказное обслуживание поступающих агрегатов.

Задание 4

Система передачи данных обеспечивает передачу пакетов данных из пункта А в пункт С через транзитный пункт В. В пункт А пакеты поступают через 5-15 мс. Здесь они буферизуются в накопителе емкостью 20 пакетов и передаются по любой из двух линий АВ1 - за время 20 мс или АВ2 - за время 15-25 мс. В пункте В они снова буферизуются в накопителе емкостью 25 пакетов и далее передаются по линиях ВС1 (за 22-28 мс) и ВС2 (за 25 мс). Причем пакеты из АВ1 поступают в ВС1, а из АВ2 - в ВС2. Чтобы не было переполнения накопителя, в пункте В вводится пороговое значение его емкости - 20 пакетов. При достижении очередью порогового значения происходит подключение резервной аппаратуры и время передачи снижается для линий ВС1 и ВС2 до 15 мс.

Смоделировать прохождение через систему передачи данных 500 пакетов. Определить вероятность подключения резервной аппаратуры и характеристики очереди пакетов в пункте В. В случае возможности его переполнения определить необходимое для нормальной работы пороговое значение емкости накопителя.

Задание 5

Система обработки информации содержит мультиплексный канал и три миниЭВМ. Сигналы от датчиков поступают на вход канала через интервалы времени 5-15 мкс. В канале они буферизуются и предварительно обрабатываются в течении 7-13 мкс. Затем они поступают на обработку в ту миниЭВМ, где имеется

наименьшая по длине входная очередь. Емкости входных накопителей во всех миниЭВМ рассчитаны на хранение величин 10 сигналов. Время обработки сигнала в любой миниЭВМ равно 33 мкс. Смоделировать процесс обработки 500 сигналов, поступающих с датчиков. Определить средние времена задержки сигналов в канале и миниЭВМ и вероятности переполнения входных накопителей. Обеспечить ускорение обработки сигнала в ЭВМ до 25 мкс при достижении суммарной очереди сигналов значения 25 единиц.

Задание 6

На участке термической обработки выполняются цементация и закаливание шестерен, поступающих через 5-15 мин. Цементация занимает 3-17 мин, а закаливание - 4-16 мин. Качество определяется суммарным временем обработки. Шестерни с временем обработки больше 25 мин покидают участок, с временем обработки от 20 до 25 мин передаются на повторную закалку и при времени обработки меньше 20 мин должны пройти повторную полную обработку. Детали с суммарным временем обработки меньше 20 мин считаются вторым сортом.

Смоделировать процесс обработки на участке 400 шестерен. Определить функцию распределения времени обработки и вероятности повторения полной и частичной обработки. При выходе продукции без повторной обработки менее 90% обеспечить на участке мероприятия, дающие гарантированный выход продукции первого сорта 90%.

Задание 7

Магистраль передачи данных состоит из двух каналов (основного и резервного) и общего накопителя. При нормальной работе сообщения передаются по основному каналу за 4-10 с. В основном канале происходят сбои через интервалы времени 165-235 с. Если сбой происходит за время передачи, то за 2 с запускается запасной канал, который передает прерванное сообщение с самого начала. Восстановление основного канала занимает 16-30 с. После восстановления резервный канал выключается и основной канал продолжает работу с очередного сообщения. Сообщения поступают через 5-13 с и остаются в накопителе до окончания передачи. В случае сбоя передаваемое сообщение передается повторно по запасному каналу.

Смоделировать работу магистрали в течение одного часа. Определить загрузку запасного канала, частоту отказов канала и число прерванных сообщений. Определить функцию распределения времени передачи сообщений по магистрали передачи данных для сообщений, переданных без сбоев и со сбоями (построить гистограмму).

Задание 8

На заправке есть три вида топлива для автомобилей: низкооктановый, высокооктановый бензины и дизельное топливо. Для каждого вида топлива есть свои колонки. Характеристики заправки приведены в таблице. Прибытие автомобилей на заправку распределено согласно закону Эрланга второго порядка со средним значением 2,2 мин. В 10 % автомобилей после заправки доливают от 0,5 до 2 л масла. Доливание 0,5 л масла занимает 2 мин. Стоимость одного литра масла – 40 руб.

Оценить среднее время обслуживания автомобилей на заправке и выручку за пять дней работы.

Вид топлива	Количество колонок	Часть автомобилей, которые заправляются, %	Количество топлива, которым заправляют автомобиль, л	Скорость заправки, л/мин	Стоимость топлива за литр, Руб
Низко-октановый бензин	1	30	Равномерно распределено в интервале 5–60 л (через 5 л)	12	17,0
Высоко-октановый бензин	2	50	Равномерно распределено в интервале 5–40 л (через 5 л)	15	21,5
Дизельное топливо	1	20	Равномерно распределено в интервале 10–60 л (через 5 л)	18	15,0

Задание 9

В системе передачи данных осуществляется обмен пакетами данных между пунктами А и В по дуплексному каналу связи. Пакеты поступают в пункты системы от абонентов с интервалами времени между ними 7-13 мс. Передача пакета занимает 10 мс. В пунктах имеются буферные регистры, которые могут хранить два пакета (включая передаваемый). В случае прихода пакета в момент занятости регистров пунктам системы

предоставляется выход на спутниковую полудуплексную линию связи, которая осуществляет передачу пакетов данных за 5-15 мс. При занятости спутниковой линии пакет получает отказ.

Смоделировать обмен информацией в системе передачи данных в течение 1 мин. Определить частоту вызовов спутниковой линии и ее загрузку. В случае возможности отказов определить необходимый для безотказной работы системы объем буферных регистров.

Задание 10

Транспортный цех объединения обслуживает три филиала А, В и С. Грузовики перевозят изделия из А в В и из В в С, возвращаясь затем в А без груза. Погрузка в А занимает 20 мин, переезд из А в В длится 30 мин, разгрузка и погрузка в В - 40 мин, переезд в С - 30 мин, разгрузка в С - 20 мин и переезд в А - 20 мин. Если к моменту погрузки в А и В отсутствуют изделия, грузовики уходят дальше по маршруту. Изделия в А выпускаются партиями по 1000 шт. через 17-23 мин, в В - такими же партиями через 15-25 мин. На линии работает 8 грузовиков, каждый перевозит 1000 изделий. В начальный момент все грузовики находятся в А.

Смоделировать работу транспортного цеха объединения в течение 1000 ч. Определить частоту пустых перегонов грузовиков между А и В, В и С и сравнить с характеристиками, полученными при равномерном начальном распределении грузовиков между филиалами и операциями.

Задание 11

Специализированная вычислительная система состоит из трех процессоров и общей оперативной памяти. Задания, поступающие на обработку через интервалы времени 3-7 мин, занимают объем оперативной памяти размером в страницу. После трансляции первым процессором в течение 4-6 мин их объем увеличивается до двух страниц и они поступают в оперативную память. Затем после редактирования во втором процессоре, которое занимает 2,0-3,0 мин на страницу, объем возрастает до трех страниц. Отредактированные задания через оперативную память поступают в третий процессор на решение, требующее 1,1-1,9 мин на страницу, и покидают систему, минуя оперативную память.

Смоделировать работу вычислительной системы в течение 50 ч. Определить характеристики занятия оперативной памяти по всем трем видам заданий.

Задание 12

На вычислительном центре в обработку принимаются три класса заданий А, В и С. Исходя из наличия оперативной памяти ЭВМ задания классов А и В могут решаться одновременно, а задания класса С монополизировать ЭВМ. Задания класса А поступают через 15-25 мин, класса В - через 10-30 мин и класса С - через 20-40 мин и требуют для выполнения: класс А - 15-25 мин, класс В - 18-24 мин и класс С - 23-33 мин. Задачи класса С загружаются в ЭВМ, если она полностью свободна. Задачи классов А и В могут дозагружаться к решаемой задаче.

Смоделировать работу ЭВМ за 80 ч. Определить ее загрузку.

Задание 13

В студенческом машинном зале расположены две миниЭВМ и одно устройство подготовки данных (УПД). Студенты приходят с интервалом в 6-10 мин и треть из них хочет использовать УПД и ЭВМ, а остальные только ЭВМ. Допустимая очередь в машинном зале составляет четыре человека, включая работающего на УПД. Работа на УПД занимает 7-9 мин, а на ЭВМ - 17 мин. Кроме того, 20% работавших на ЭВМ возвращается для повторного использования УПД и ЭВМ.

Смоделировать работу машинного зала в течение 60 ч. Определить загрузку УПД, ЭВМ и вероятность отказа в обслуживании вследствие переполнения очереди. Определить соотношение желающих работать на ЭВМ и на УПД в очереди.

Задание 14

К миниЭВМ подключено четыре терминала, с которых осуществляется решение задач. По команде с терминала выполняют операции редактирования, трансляции, планирования и решения. Причем, если хоть один терминал выполняет планирование, остальные вынуждены простаивать из-за нехватки оперативной памяти. Если два терминала выдают требование на решение, то оставшиеся два простаивают, и если работают три терминала, выдающих задания на трансляцию, то оставшийся терминал блокируется. Интенсивности поступления задач различных типов равны. Задачи одного типа от одного терминала поступают через экспоненциально распределенные интервалы времени со средним значением 160 с. Выполнение любой операции длится 10 с.

Смоделировать работу миниЭВМ в течение 4 ч. Определить загрузку процессора, вероятности простоя терминалов и частоту одновременного выполнения трансляции с трех терминалов.

Задание 15

В системе передачи цифровой информации передается речь в цифровом виде. Речевые пакеты передаются через два транзитных канала, буферизуясь в накопителях перед каждым каналом. Время передачи пакета по каналу составляет 5 мс. Пакеты поступают через 3-9 мс. Пакеты, передававшиеся более 10 мс, на выходе системы уничтожаются, так как их появление в декодере значительно снизит качество передаваемой речи. Уничтожение более 30% пакетов недопустимо. При достижении такого уровня система за счет ресурсов ускоряет передачу до 4 мс на канал. При снижении уровня до приемлемого происходит отключение ресурсов.

Смоделировать 10 с работы системы. Определить частоту уничтожения пакетов и частоту подключения ресурса.

Задание 16

ЭВМ обслуживает три терминала по круговому циклическому алгоритму, предоставляя каждому терминалу 10 с. Если в течение этого времени **Задание** обрабатывается, то обслуживание завершается; если нет, то остаток задачи становится в специальную очередь, которая использует свободные циклы терминалов, т.е. задача обслуживается, если на каком-либо терминале нет заявок. Заявки на терминалы поступают через 25-35 с и имеют длину 250-350 знаков. Скорость обработки заданий ЭВМ равна 10 знаков/с.

Смоделировать 5 ч работы ЭВМ. Определить загрузку ЭВМ, параметры очереди неоконченных заданий. Определить величину цикла терминала, при которой все заявки будут обслужены без специальной очереди.

Задание 17

В узел коммутации сообщений, состоящий из входного буфера, процессора, двух исходящих буферов и двух выходных линий, поступают сообщения с двух направлений. Сообщения с одного направления поступают во входной буфер, обрабатываются в процессоре, буферизуются в выходном буфере первой линии и передаются по выходной линии. Сообщения со второго направления обрабатываются аналогично, но передаются по второй выходной линии. Применяемый метод контроля потоков требует одновременного присутствия в системе не более трех сообщений на каждом направлении. Сообщения поступают через интервалы 8-22 мс. Время обработки в процессоре равно 7 мс на сообщение, время передачи по выходной линии равно 10-20 мс. Если сообщение поступает при наличии трех сообщений в направлении, то оно получает отказ.

Смоделировать работу узла коммутации в течение 10 с. Определить загрузки устройств и вероятность отказа в обслуживании из-за переполнения буфера направления. Определить изменения в функции распределения времени передачи при снятии ограничений, вносимых методом контроля потоков.

Задание 18

Распределенный банк данных системы сбора информации организован на базе ЭВМ, соединенных дуплексным каналом связи. Поступающий запрос обрабатывается на первой ЭВМ и с вероятностью 50% необходимая информация обнаруживается на месте. В противном случае необходима посылка запроса во вторую ЭВМ. Запросы поступают через 7-13 с, первичная обработка запроса занимает 2 с, выдача ответа требует 16-20 с, передача по каналу связи занимает 3 с. Временные характеристики второй ЭВМ аналогичны первой.

Смоделировать прохождение 400 запросов. Определить необходимую емкость накопителей перед ЭВМ, обеспечивающую безотказную работу системы, и функцию распределения времени обслуживания заявки.

Задание 19

Система автоматизации проектирования состоит из ЭВМ и трех терминалов. Каждый проектировщик формирует **Задание** на расчет в интерактивном режиме. Набор строки задания занимает 5-15 с. Получение ответа на строку требует 3 с работы ЭВМ и 5 с работы терминала. После набора десяти строк **Задание** считается сформированным и поступает на решение, при этом в течение 7-13 с ЭВМ прекращает выработку ответов на вводимые строки. Вывод результата требует 8 с работы терминала. Анализ результата занимает у проектировщика 30 с, после чего цикл повторяется.

Смоделировать работу системы в течение 6 ч. Определить вероятность простоя проектировщика из-за занятости ЭВМ и коэффициент загрузки ЭВМ.

Задание 20

Из литейного цеха на участок обработки и сборки поступают заготовки через 15-25 мин. Треть из них обрабатывается в течение 60 мин и поступает на комплектацию. Две трети заготовок обрабатывается за 30

мин перед комплектацией, которая требует наличия одной детали первого типа и двух деталей второго. После этого все три детали подаются на сборку, которая занимает 58-62 мин для первой детали и 52-68 мин для двух других, причем они участвуют в сборке одновременно. При наличии на выходе одновременно всех трех деталей изделие покидает участок.

Смоделировать работу участка в течение 100 ч. Определить места образования и характеристики возможных очередей.

Задание 21

Детали, необходимые для работы цеха, находятся на цеховом и центральном складах. На цеховом складе хранится 20 комплектов деталей, потребность в которых возникает через 50-70 мин и составляет один комплект. В случае снижения запасов до трех комплектов формируется в течение 60 мин заявка на пополнение запасов цехового склада до полного объема в 20 комплектов, которая посылается на центральный склад, где в течение 40-80 мин происходит комплектование и за 55-65 мин осуществляется доставка деталей в цех.

Смоделировать работу цеха в течение 400 ч. Определить вероятность простоя цеха из-за отсутствия деталей и среднюю загрузку цехового склада. Определить момент пополнения запаса цехового склада, при котором вероятность простоя цеха будет равна 0.

Задание 22

Для обеспечения надежности АСУ ТП в ней используется две ЭВМ. Первая ЭВМ выполняет обработку данных о технологическом процессе и выработку управляющих сигналов, а вторая находится в "горячем резерве". Данные в ЭВМ поступают через 8-12 с, обрабатываются в течение 3 с, а затем посылается управляющий сигнал, поддерживающий заданный темп процесса. Если к моменту отправки следующего набора данных не получен управляющий сигнал, то интенсивность выполнения технологического процесса уменьшается вдвое и данные посылаются через 16-24 с. Основная ЭВМ каждые 30 с посылает резервной ЭВМ сигнал о работоспособности. Отсутствие сигнала означает необходимость включения резервной ЭВМ вместо основной. Характеристики обеих ЭВМ одинаковы. Подключение резервной ЭВМ занимает 5 с, после чего она заменяет основную до восстановления, а процесс возвращается к нормальному темпу. Отказы ЭВМ происходят через 270-330 с. Восстановление занимает 100 с. Резервная ЭВМ абсолютно надежна.

Смоделировать 1 ч работы системы. Определить среднее время нахождения технологического процесса в затороженном состоянии и среднее число пропущенных из-за отказов данных.

Задание 23

На вычислительный центр через 200-400 секунд поступают задания длиной 300-700 байт. Скорость ввода, вывода и обработки заданий - 100 байт/мин. Задания проходят последовательно ввод, обработку и вывод, буферизуясь перед каждой операцией. После вывода 5% заданий оказываются выполненными неправильно вследствие сбоев и возвращаются на ввод. Для ускорения обработки задания в очередях располагаются по возрастанию их длины, т.е. короткие сообщения обслуживают в первую очередь. Задания, выполненные неверно, возвращаются на ввод и во всех очередях обслуживаются первыми.

Смоделировать работу вычислительного центра в течение 30 ч. Определить необходимую емкость буферов и функцию распределения времени обслуживания заданий.

Задание 24

Вычислительная система включает три ЭВМ. В систему в среднем через 30 с поступают задания, которые попадают в очередь на обработку к первой ЭВМ, где они обрабатываются около 30 с. После этого **Задание** поступает одновременно во вторую и третью ЭВМ. Вторая ЭВМ может обработать **Задание** за 9-19 с, а третья - за 15-17 с. Окончание обработки задания на любой ЭВМ означает снятие ее с решения с той и другой машины. В свободное время вторая и третья ЭВМ заняты обработкой фоновых задач.

Смоделировать 4 ч работы системы. Определить необходимую емкость накопителей перед всеми ЭВМ, коэффициенты загрузки ЭВМ и функцию распределения времени обслуживания заданий (построить диаграмму). Определить производительность второй и третьей ЭВМ на решении фоновых задач при условии, что одна фоновая задача решается 2 мин.

Задание 25

В машинный зал с интервалом времени 5-15 мин заходят пользователи, желающие произвести расчеты на ЭВМ. В зале имеется одна ЭВМ, работающая в однопрограммном режиме. Время, необходимое для решения задач, включая вывод результатов на печать, характеризуется интервалом 10-20 мин. Третья часть пользователей после окончания решения своей задачи производит вывод текста программы на перфоленту

(продолжительность перфорации - 1-5 мин). В машинном зале не допускается, чтобы более семи пользователей ожидали своей очереди на доступ к ЭВМ. Вывод программы на перфоленту не мешает проведению расчетов на ЭВМ.

Смоделировать процесс обслуживания 100 пользователей. Подсчитать число пользователей, не нашедших свободного места в очереди. Определить среднее число пользователей в очереди, а также коэффициенты загрузки ЭВМ и ленточного перфоратора.

Задание 26

В машинный зал с интервалом времени 5-15 мин заходят пользователи, желающие произвести расчеты на ЭВМ. В студенческом вычислительном зале имеется одна ЭВМ, работающая в однопрограммном режиме. Время, необходимое для решения задач, включая вывод результатов на печать, характеризуется интервалом 10-20 мин. Третья часть пользователей после окончания решения своей задачи производит вывод текста программы на перфоленту (продолжительность перфорации - 1-5 мин). В машинном зале не допускается, чтобы более семи пользователей ожидали своей очереди на доступ к ЭВМ. Вывод программы на перфоленту не мешает проведению расчетов на ЭВМ.

Смоделировать процесс обслуживания ста пользователей. Подсчитать число пользователей, не нашедших свободного места в очереди. Определить среднее число пользователей в очереди, а также коэффициенты загрузки ЭВМ и ленточного перфоратора.

Задание 27

В вычислительную машину, работающую в системе управления технологическим процессом, через каждые 2-4 секунды поступает информация от датчиков и измерительных устройств. До обработки на ЭВМ информационные сообщения накапливаются в буферной памяти емкостью в одно сообщение. Продолжительность обработки сообщений на ЭВМ - 3-7 секунды. Динамика технологического процесса такова, что имеет смысл обрабатывать сообщения, ожидавшие в буферной памяти не более 12 секунд. Остальные сообщения считаются потерянными.

Смоделировать процесс поступления в ЭВМ 200 сообщений. Подсчитать число потерянных сообщений и определить коэффициент загрузки ЭВМ.

Задание 28

Вычислительная система состоит из трех ЭВМ. С интервалом 2-4 минуты в систему поступают задания, которые с вероятностями $P_1=0.4$, $P_2=P_3=0.3$ адресуются одной из трех ЭВМ. Перед каждой ЭВМ имеется очередь заданий, длина которой не ограничена. После обработки задания на первой ЭВМ оно с вероятностью $P_{12}=0.3$ поступает в очередь ко второй ЭВМ и с вероятностью $P_{13}=0.7$ - в очередь к третьей ЭВМ. После обработки на второй или третьей ЭВМ **Задание** считается выполненным. Продолжительность обработки заданий на разных ЭВМ характеризуется интервалами времени: $t_1=3-11$ минуты, $t_2=2-4$ минуты, $t_3=3-7$ минуты.

Смоделировать процесс обработки 200 заданий. Определить максимальную длину каждой очереди и коэффициенты загрузки ЭВМ.

Задание 29

Информационно-поисковая библиографическая система построена на базе двух ЭВМ и имеет один терминал для ввода и вывода информации. Первая ЭВМ обеспечивает поиск литературы по научно-техническим проблемам (вероятность обращения к ней - 0.7), а вторая - по медицинским (вероятность обращения к ней - 0.3). Пользователи обращаются к услугам системы каждые 3-7 минуты. Если в очереди к терминалу ожидают 10 пользователей, то вновь прибывшие пользователи получают отказ в обслуживании. Поиск информации на первой ЭВМ продолжается от 2-10 минуты, а на второй 1-5 минуты. Для установления связи с нужной ЭВМ и передачи текста

запроса пользователи тратят 1-3 минуты. Вывод результатов поиска происходит за 1 минуту.

Смоделировать процесс работы системы за 8 часов. Определить среднюю и максимальную длину очереди к терминалу, а также коэффициенты загрузки технических средств системы. Как изменятся параметры очереди к терминалу, если будет установлен еще один терминал?

Задание 30

В специализированной вычислительной системе периодически выполняется три вида заданий, которые характеризуются уровнями приоритета: нулевым, первым и вторым. Каждый новый запуск задания оператор производит при помощи дисплея, работая на нем 20-80 секунд. После запуска задания оно требует для своего выполнения 50-150 секунд времени работы процессора, причем задания более высокого

приоритета прерывают выполнение задач более низкого приоритета. Результаты обработки задания выводятся на печать без прерываний в течение 20-40 секунд, после чего производится их анализ в течение 40-80 секунд, и **Задание** запускается снова. Можно считать, что при работе дисплея и при выводе результатов на печать процессор не используется.

Смоделировать процесс работы системы при условии, что **Задание** второго уровня приоритета выполняется 100 раз. Подсчитать число циклов выполнения остальных заданий и определить коэффициенты загрузки технических средств системы.

Задание 31

Задания на обработку данных, поступающие на ЭВМ, характеризуются известным требуемым временем работы процессора и условно подразделяются на короткие и длинные. Короткие задания требуют менее 6 минут времени работы процессора. Задания поступают на ЭВМ через каждые 5-11 минуты и требуют для своей обработки 1-7 минут времени работы процессора. Короткие задания вводятся в ЭВМ с помощью дисплея за 1-5 минуты. Дисплей остается занятым коротким **Заданием** до момента окончания выдачи результатов на печать. Короткие задания имеют абсолютный приоритет над длинными при использовании процессора, то есть они прерывают выполнение длинных заданий. Длинные задания перфорируются за 3-13 минут и вводятся в ЭВМ с помощью перфокарточного ввода за 1-5 минуты. После обработки на процессоре как коротких, так и длинных заданий производится вывод результатов на печать в течение 1-3 минут. Одновременно на ЭВМ обрабатывается только одно **Задание**.

Смоделировать процесс функционирования ВЦ при условии, что обработать необходимо 100 заданий. Определить число коротких и длинных заданий, ожидающих обработки, а также число обработанных коротких заданий и коэффициент загрузки процессора.

Задание 32

В ВЦ имеются три ЭВМ. Задания на обработку поступают с интервалом 15-25 минут в пункт приема. Здесь в течение 9-15 минут они регистрируются и сортируются оператором, после чего каждое **Задание** поступает на одну из свободных ЭВМ. Примерно в 70% заданий в результате их первой обработки на ЭВМ обнаруживаются ошибки перфорации, которые сразу же в течение 1-5 минут исправляются пользователями. На время корректировки перфорации **Задание** не освобождает соответствующий ЭВМ, и после корректировки начинается его повторная обработка. Возможность ошибки при повторной обработке исключается, то есть повторная обработка всегда является окончательной. Продолжительность работы ЭВМ при обработке задания в каждом случае составляет 5-15 минут. В центре имеется лишь одно рабочее место для корректировки перфорации.

Смоделировать процесс функционирования ВЦ при условии, что обработать необходимо 100 заданий. Определить среднее время ожидания в очереди на обработку, а также коэффициенты загрузки технических средств ВЦ.

Задание 33

Информационная система реального времени состоит из центрального процессора (ЦП), основной памяти (ОП) емкостью 10000 байтов и накопителя на магнитных дисках (МД). Запросы от большого числа удаленных терминалов поступают каждые 50-90 мс и обрабатываются на ЦП за время 1 мс. После этого каждый запрос помещается в ОП либо получает отказ в обслуживании, если ОП заполнена (каждый запрос занимает 200 байтов памяти). Для обслуживаемых запросов производится поиск информации на МД за время 95-145 мс и ее считывание за время 5-15 мс. Работа с МД не требует вмешательства ЦП. Для подготовки ответа необходима работа ЦП в течение 5 мс. После этого запрос считается обслуженным и освобождает место в ОП.

Смоделировать процесс обслуживания ста запросов. Подсчитать число запросов, получивших отказ в обслуживании. Определить среднее и максимальное содержимое ОП, а также коэффициент загрузки МД.

Задание 34

Для ускорения прохождения "коротких" заданий на ЭВМ выбран пакетный режим работы с квантованием времени процессора. Это значит, что всем заданиям пакета по очереди предоставляется процессор на одинаковое время 10 секунд (круговой циклический алгоритм разделения времени). Если в течение этого времени заканчивается выполнение задания, оно покидает систему и освобождает процессор. Если же очередного кванта времени не хватает для завершения задания, оно помещается в конец очереди - пакета. Последнее **Задание** пакета выполняется без прерываний. Пакет считается готовым к вводу в ЭВМ, если в нем содержится 5 заданий. Новый пакет вводится в ЭВМ после окончания обработки предыдущего. Задания поступают в систему с интервалом времени 30-90 секунд и характеризуются временем работы процессора 5-95 секунд.

Смоделировать процесс обработки 200 заданий. Определить максимальную длину очереди готовых к обработке пакетов и коэффициент загрузки ЭВМ. Сравнить время прохождения "коротких" заданий, требующих до 10 секунд времени работы процессора, с временем прохождения "длинных" заданий, требующих свыше 90 секунд времени работы процессора.

Задание 35

Система автоматизации проектирования (САПР) создана на базе ЭВМ, функционирующей в режиме множественного доступа. Пятеро инженеров-проектировщиков с помощью своих дисплеев одновременно и независимо друг от друга проводят диалог с ЭВМ, определяя очередной вариант расчета. Каждый диалог состоит из 10 циклов ввода/вывода данных. Во время одного цикла происходит следующее: за 5-15 секунд инженер обдумывает и вводит текст строки; в течение 2 секунд работает процессор ЭВМ, подготавливая текст ответа; в течение 5 секунд текст ответа выводится на экран дисплея. После ввода одиннадцатой строки начинается работа процессора по расчету конструкции и продолжается 20-40 секунд. За 5 секунд результат расчета выводится на экран дисплея, после чего инженер в течение 10-20 секунд анализирует его и начинает новый диалог. Операции по подготовки текста ответа имеют абсолютный приоритет над расчетными, то есть прерывают выполнение последних.

Смоделировать процесс работы САПР при условии, что расчет вариантов конструкции повторяется сто раз. Определить среднее время выполнения диалога и расчетных операций, а также коэффициент загрузки процессора.

Задание 36

Распределенный банк данных организован на базе трех удаленных друг от друга вычислительных центров А, Б, В. Все центры связаны между собой каналами передачи информации, работающими в дуплексном режиме независимо друг от друга. В каждый из центров с интервалом времени 30-70 минут поступают заявки на проведение информационного поиска. Если ЭВМ центра, получившего заявку от пользователя, свободна, в течение 1-3 минут производится ее предварительная обработка, в результате которой формируются запросы для центров А, Б и В. В центре, получившем заявку от пользователя, начинается поиск информации по запросу, а на другие центры по соответствующим каналам передаются за 1 минуту тексты запросов, после чего там также может начаться поиск информации, который продолжается: в центре А - 3-7 минут, в центре Б - 8-12 минут, в центре В - 13-17 минут. Тексты ответов передаются за 2 минуты по соответствующим каналам в центр, получивший заявку на поиск. Заявка считается выполненной, если получены ответы от всех трех центров. Каналы при своей работе не используют ресурсы ЭВМ центров.

Смоделировать процесс функционирования распределенного банка данных при условии, что всего обслуживается 100 заявок. Подсчитать число заявок, поступивших и обслуженных в каждом центре. Определить коэффициенты загрузки ЭВМ центров.

Задание 37

В системе автоматизации экспериментов (САЭ) на базе мини-ЭВМ данные от измерительных устройств поступают в буферную зону оперативной памяти каждые 400-1200 мс. Объем буфера - 256 байтов, длина одного информационного сообщения - 2 байта. Для записи сообщения в буфер требуется 20 мс времени работы процессора. После заполнения буфера его содержимое переписывается на магнитный диск (МД), для чего сначала необходима работа процессора в течение 30 мс, а потом - совместная работа процессора и накопителя на МД в течение 70-130 мс. Для обработки каждой новой порции информации на МД, объем которой равен 2560 байтов, запускается специальная программа, требующая 80-120 секунд времени работы процессора. Эта программа имеет самый низкий приоритет и прерывается программами сбора и переписи данных на МД.

Смоделировать процесс сбора и обработки данных в САЭ при условии, что обработать необходимо пять порций информации. Зафиксировать длительность выполненной программы обработки и определить, сколько раз ее выполнение было прервано.

Задание 38

Специализированное вычислительное устройство, работающее в режиме реального времени, имеет в своем составе два процессора, соединенные с общей оперативной памятью. В режиме нормальной эксплуатации задания выполняются на первом процессоре, а второй является резервным. Первый процессор характеризуется низкой надежностью и работает безотказно лишь в течение 130-170 минут. Если отказ происходит во время решения задания, в течение двух минут производится включение второго процессора, который продолжает решение прерванного задания, а также решает и последующие задания до восстановления первого процессора. Это восстановление происходит за 10-30 минут, после чего начинается решение очередного задания на первом процессоре, а резервный выключается. Задания поступают на

устройство каждые 5-15 минут и решаются за 3-7 минут. Надежность резервного процессора считается идеальной.

Смоделировать процесс работы устройства в течение 50 часов. Подсчитать число решенных заданий, число отказов процессора и число прерванных заданий. Определить максимальную длину очереди заданий и коэффициент загрузки резервного процессора.

Задание 39

Самолеты прибывают для посадки в район крупного аэропорта каждые 5-15 минут. Если взлетно-посадочная полоса свободна, прибывший самолет получает разрешение на посадку. Если полоса занята, самолет выполняет полет по кругу и возвращается к аэропорту через 4 минуты. Если после пятого круга самолет не получает разрешения на посадку, он отправляется на запасной аэродром. В аэропорту через каждые 8-12 минут к взлетно-посадочной полосе выруливают готовые к взлету машины и получают разрешение на взлет, если полоса свободна. Для взлета и посадки самолеты занимают полосу ровно на 2 минуты. Если при свободной полосе одновременно один самолет прибывает для посадки, а другой - для взлета, полоса предоставляется взлетающей машине.

Смоделировать работу аэропорта в течение суток. Подсчитать количество самолетов, которые взлетели, сели, и были направлены на запасной аэродром. Определить коэффициент загрузки взлетно-посадочной полосы.

Задание 40

На склад готовой продукции предприятия каждые 3-7 минут поступают изделия типа А партиями по 500 штук, а каждые 15-25 минут - изделия типа Б партиями по 2000 штук. С интервалом времени 5-15 минут к складу подъезжают автомашины, в каждую из которых надо погрузить по 1000 штук изделий типа А и Б. Погрузка начинается, если изделия обоих типов имеются на складе в нужном количестве, и продолжается 8-12 минут. У склада одновременно могут находиться не более трех автомашин, включая автомашину, стоящую под погрузкой. Автомашины, не нашедшие место у склада, уезжают с его территории без груза.

Смоделировать работу склада при условии, что загрузиться должны 50 автомашин. Подсчитать число автомашин, уехавших без груза. Определить средние и максимальные количество изделий каждого типа, хранящихся на складе.

Задание 41

Диспетчер управляет внутризаводским транспортом и имеет в своем распоряжении два грузовика. Заявки на перевозки поступают к диспетчеру каждые 1-9 минут. С вероятностью 0.5 диспетчер запрашивает по радио один из грузовиков и передает ему заявку, если тот свободен. В противном случае он запрашивает другой грузовик и таким образом продолжает сеансы связи, пока один из грузовиков не освободится. Каждый сеанс связи длится ровно 1 минуту. Диспетчер допускает накопления у себя до пяти заявок, после чего вновь прибывшие заявки получают отказ. Грузовики выполняют заявки на перевозку за 4-20 минут.

Смоделировать работу внутризаводского транспорта в течение 10 часов. Подсчитать число обслуженных и отклоненных заявок. Определить коэффициенты загрузки грузовиков.

Задание 42

Пять операторов работают в справочной телефонной сети города, сообщая номера телефонов по запросам абонентов, которые обращаются по одному номеру 09. Автоматический коммутатор переключает абонента на того оператора, в очереди которого ожидает наименьшее количество абонентов, причем наибольшая допустимая длина очереди перед оператором - два абонента. Если все очереди имеют максимальную длину, вновь поступивший вызов получает отказ. Обслуживание абонентов операторами длится 10-50 секунд. Вызовы поступают в справочную через каждые 2-8 секунд.

Смоделировать обслуживание 200 вызовов. Подсчитать количество отказов. Определить коэффициенты загрузки операторов справочной.

Задание 43

Улицы, выходящие на четырехсторонний перекресток, имеют обозначения по направлению движения часовой стрелки: А, Б, В и Г. Со стороны улицы А машины подходят к перекрестку каждые 1-5 сек., причем 30% из них поворачивают направо в направлении А-Г, а 20% - налево в направлении А-Б. Поворот налево возможен, если нет движения в направлении В-А. Со стороны улицы В машины подходят к перекрестку каждые 4-8 секунд, причем 60% из них проезжают прямо в направлении В-А, а 40% - направо в направлении В-Б. Поворот налево в направлении В-Г запрещен. Светофор на перекрестке переключается каждые 20 секунд. Ширина всех улиц допускает движение в три ряда в каждом направлении. Машины преодолевают

перекресток в любом направлении за 2 секунды. Машина, выехавшая на перекресток до момента переключения светофора, обязательно продолжает свое движение. На перекрестке одновременно может находиться не более одной машины для каждого направления движения.

Смоделировать работу перекрестка по регулированию движения со стороны улиц А и В в течение получаса. Подсчитать число машин, проследовавших в каждом направлении. Определить среднюю и максимальную длину очереди машин для каждого направления движения.

Задание 44

Двухколейная железная дорога имеет между станциями А и В однокольный участок с разъездом С. На разъезде имеется запасной путь, на котором один состав может пропустить встречный поезд. К станциям А и В поезда прибывают с двухколейных участков каждые 30-50 минут. Участок пути АС поезда преодолевают за 12-18 минут, а участок пути ВС - за 17-23 минуты. Со станций А и В поезда пропускаются на однокольный участок до разъезда только при условии, что участок свободен, а на разъезде не стоит состав. После остановки на разъезде поезда пропускаются на участок сразу после его освобождения. Поезд останавливается на разъезде, если по лежащему впереди него участку пути движется встречный поезд.

Смоделировать работу однокольного участка железной дороги при условии, что в направлении АВ через него должны проследовать 50 составов. Определить среднее время ожидания составов на станциях А и В, а также среднее время ожидания на разъезде С и коэффициент загрузки запасного пути.

Задание 45

С интервалом времени 3-7 минут детали поштучно поступают к станку на обработку и до начала обработки хранятся на рабочем столе, который вмещает 3 детали. Если свободных мест на столе нет, вновь поступающие детали укладываются в тележку, которая вмещает 5 деталей. Если тележка заполняется до нормы, ее увозят к другим станкам, а на ее место через 5-11 минут ставят порожнюю тележку. Если во время отсутствия тележки поступает очередная деталь и не находит на столе места, она переправляется к другому станку. Рабочий берет детали на обработку в первую очередь из тележки, а если она пуста - со стола. Обработка деталей производится за 5-15 минут.

Смоделировать процесс обработки на станке 100 деталей. Подсчитать число заполненных тележек и число деталей, поштучно переправленных к другому станку.

Задание 46

В морском порту имеются два причала: старый и новый. У старого причала одновременно могут швартоваться два судна. Здесь работают два порталных крана, производящие разгрузку-погрузку судна за 30-50 часов. У нового причала имеется место для пяти судов. Здесь работают три крана, производящие разгрузку-погрузку за 15-25 часов. Суды прибывают в акваторию порта каждые 2-8 часов, причем около 40% из них составляют суда, имеющие приоритет в обслуживании. Для швартовки и отхода судна от причала требуется по часу времени. Судам, имеющим приоритет в обслуживании, место у причала предоставляется в первую очередь. Разгрузку-погрузку судна всегда производит один кран.

Смоделировать процесс начала навигации в морском порту при условии, что в акваторию порта зашли 150 судов. Подсчитать число судов, обслуженных на каждом причале, и зафиксировать максимальное количество судов на рейде. Определить среднее время ожидания места у причала отдельно для судов имеющих и не имеющих приоритета в обслуживании, а также коэффициенты загрузки порталных кранов.

Задание 47

Рассмотрим пример работы компьютера, задействованного в управлении технологическим оборудованием. Для контроля состояния оборудования каждые 20 мин запускается одна из трех типов задач. Через каждые 5 мин работы процессора каждая задача выводит результаты работы в базу данных. При обращении двух и более задач к базе данных (БД) образуется очередь, которая обслуживается по правилу FIFO. Общий объем памяти компьютера 1024 Кбайт. В первоначальный момент запуска компьютера загружается ОС, ядро которой постоянно находится в памяти и занимает 200 Кбайт. Компьютер работает в мультипрограммном режиме и во время выполнения операций вывода в БД процессор может выполнять другую задачу, если она загружена в память. После последнего вывода в БД задача выгружается из памяти и завершает свою работу. Периодически с интенсивностью $\lambda=0,005 \text{ мин}^{-1}$ и экспоненциальным распределением возникает аварийный режим оборудования, при котором немедленно запускается на выполнение задача четвертого типа, выводящая оборудование из аварийного режима. Она прерывает работу всех других задач. Прерванная задача выгружается из памяти без вывода результатов в БД. По окончании выполнения задачи четвертого типа, она имеет преимущество для вывода в БД перед другими задачами. Вытесненные задачи с магнитного диска загружаются в память и продолжают работу. Необходимые данные для моделирования приведены в таблице.

Тип задачи	1	2	3	4
Вероятность возникновения	0,5	0,35	0,15	–
Объем памяти, Кбайт	200	300	400	500
Время обработки ЦП, мин	15	20	25	5
Время вывода в БД, мин	3	5	7	2

Необходимо промоделировать работу компьютера в течение пяти суток и оценить размер очереди к памяти, ее загрузку и загрузку процессора.

Задание 48

Рассмотрим приход клиентов в банк и их обслуживание кассирами. Время прихода клиентов задается функцией распределения ARRIVE. Для обслуживания открыто семь окошек кассиров, к каждому из них может образовываться очередь. Во время прихода клиента в банк, если хотя бы один кассир свободен, клиент сразу же подходит к этому кассиру. В противном случае он присоединяется к любой кратчайшей очереди на текущий момент. Порядок обслуживания клиентов из очереди – FIFO.

Обслуживание в кассе разделяется на пять видов операций, частота появления которых и среднее время обслуживания задается функцией MEAN.

Функция ARRIVE

Вероятность	(0; 0,25)	[0,25; 0,6)	[0,6; 0,8)	[0,8; 0,9)	[0,9; 1,0)	1,0
Время	50	100	150	200	250	300

Функция MEAN

Вероятность	(0; 0,1)	[0,1; 0,29)	[0,61; 0,85)	[0,85; 1,0)	1,0
Время	450	750	1000	1500	3000

Смоделировать обслуживание 500 клиентов. Построить гистограмму распределения времени пребывания клиентов в банке. Определить коэффициенты загрузки кассиров.

Задание 50

Рассмотрим работу телефонной сети, имеющей 50 абонентских линий связи, в которой одновременно может быть задействовано не более 10 связей между абонентами. Каждый абонент может соединиться с остальными, если свободны его входная линия связи и входная линия вызываемого абонента. Из 50 линий для организации связи могут использоваться любые две свободных линии. Необходимо промоделировать работу телефонной сети для 1000 вызовов. Интервалы между вызовами и длительность разговора распределены по экспоненциальному закону. Предусматривается, что первые 15 вызовов образуют переходной процесс в сети и эти данные не нужно учитывать при моделировании.

Задание 51

Имеется некоторая конвейерная автоматизированная линия по расфасовке фруктового сока в баночки. Пустые баночки поступают в накопитель 1 автоматизированной линии каждые $4,5 \pm 2,0$ секунд. После этого в них автоматически заливается сок. Одновременно может заливаться лишь одна баночка, на что расходуется 1,2 секунд. Потом баночки поступают в накопитель 2 для выполнения операции закупоривания. Для этого расходуется 1,3 секунд времени на каждую баночку. Закупориваются сразу по 4 баночки (автомат простаивает, пока не накопится достаточное количество). Потом они попадают в накопитель 3 для следующей операции. В конце конвейера баночки устанавливаются в ящики. Время установки одной баночки представляет собой равномерно распределенную случайную величину в интервале $1,7 \pm 0,5$ секунд. Одновременно может устанавливаться в ящик не больше двух баночек.

Начальные условия: в начале смены в накопителе 2 находится 26 баночек, а в накопителе 3 – 36 баночек.

Определить, какие размеры должны иметь накопители 2 и 3. Промоделируйте работу линии на протяжении одной смены (6 часов).

Задание 52

Собранные телевизоры проходят серию испытаний на станции технического контроля. Если оказывается, что функционирование телевизора ненормально, то отбракованный телевизор передают в цех наладки, где заменяют неисправные блоки. После наладки телевизор возвращают на станцию контроля и снова проверяют. Со станции технического контроля телевизоры после одной или нескольких проверок поступают в цех упаковки.

Телевизоры попадают на станцию технического контроля каждые $5,5 \pm 2,0$ минут. На станции работают 2 контролера одинаковой квалификации. Операция контроля одного телевизора состоит из двух проверок:

- 1) для первой проверки каждому контролеру необходимо 9 ± 3 минут;
- 2) для второй проверки на 2 контролеров имеется один тестовый прибор (продолжительность тестирования – 1,2 минуты).

Приблизительно 85% телевизоров успешно проходят проверку и попадают в цех упаковки, а другие 15% – в цех наладки, в котором находится один рабочий – наладчик. Время наладки (замены) неисправных блоков распределено в соответствии с равномерным законом 30 ± 7 минут.

Построить модель функционирования этого подраздела производственной линии. Время моделирования – 8 ч. Определить, сколько мест на стеллажах необходимо предусмотреть на входе станции контроля и в цехе наладки.

Задание 53

В небольшом кафе работают две официантки (А и В), обслуживая по 5 четырехместных столиков. Официантка А пользуется большей популярностью, чем официантка В. Приходя в кафе, клиент садится за столик официантки В только в том случае, если все места за столиками, которые обслуживает официантка А, заняты. Клиенты приходят в кафе через 2 ± 1 минуту и, если не застанут свободных мест, становятся в очередь.

Когда клиент садится на освободившееся место, он ждет, пока к нему подойдет официантка и примет у него заказ. Время приема заказа у официантки А занимает 45 ± 15 секунд, у официантки В соответственно 17 ± 4 секунды. Приняв заказ у клиента, официантки сразу же его выполняют. Время выполнения заказа обеими официантками составляет 160 ± 20 секунд. После получения заказа клиент на протяжении 16 ± 4 минуты обедает и уходит из кафе. Официантки обслуживают клиентов по принципу FIFO и в каждый момент времени могут обслуживать не больше одного клиента.

Определить время ожидания в очереди и время, которое клиент проводит за столиком кафе. Промоделируйте работу кафе на протяжении 10 ч.

Задание 54

В обрабатывающий цех через 5 ± 1 минут поступают детали двух типов: с вероятностью $p_1=0,4$ – первого типа, с вероятностью $p_2=0,6$ – второго типа. Детали первого типа обрабатываются станком А (время обработки 15 ± 5 минут, в каждый момент времени может обрабатываться только одна деталь). С вероятностью $p_3=0,1$ деталь не отвечает требованиям качества и возвращается на повторную обработку на станок А, в противном случае она поступает на станок С. Детали второго типа обрабатываются станком В (время обработки 8 ± 4 минуты, в каждый момент времени может обрабатываться только одна деталь). С вероятностью p_3 деталь не отвечает требованиям качества и возвращается на повторную обработку на станок В, в противном случае она поступает на станок С. Станок С может обрабатывать до 5 деталей одновременно, время обслуживания одной детали составляет 6 ± 2 минуты.

Промоделировать работу цеха на протяжении 10 часов. Определить время нахождения детали на обработке в цехе.

Задание 55

На вход некоторого цеха, который состоит из трех участков, поступает случайный поток деталей. Интервалы поступления имеют экспоненциальное распределение со средним значением 4 мин. С вероятностью 0,65 поступает деталь первого типа, с вероятностью 0,35 – второго типа. После того, как детали поступили в цех, они направляются на участок У1, где обрабатываются последовательно одна за другой (время обработки распределено равномерно в интервале 2–5 мин). При этом детали второго типа имеют больший приоритет, чем детали первого типа. Далее, после обработки на участке У1 детали первого типа поступают на участок У2, а детали второго типа – на участок У3. На участке У2 есть три идентичных станка. Время обработки детали станком имеет экспоненциальное распределение со средним значением 11 мин. На участке У3 есть два станка (время обработки на каждом из них имеет экспоненциальное распределение со средним значением 7 мин).

Промоделировать работу цеха на протяжении 40 ч. Определить статистические характеристики очереди деталей перед участками У2 и У3.

Задание 56

В цех поступает пуассоновский поток деталей с интенсивностью 20 дет./ч. С вероятностью 0,4 деталь поступает на первый участок, а с вероятностью 0,6 – на второй участок. На первом участке детали обрабатываются на одном из двух станков. Время обслуживания имеет экспоненциальное распределение со средним значением 48 мин. На втором участке детали обрабатывают одним станком за время, которое равномерно распределено в интервале 2 ± 1 мин. После обработки на одном из двух участков детали

направляются к третьему участку с одним станком, на котором время обработки имеет экспоненциальное распределение со средним значением 2 мин.

Промоделировать обработку 1000 деталей. Определить количество деталей, которые прошли через первый участок, и максимальную длину очереди перед третьим участком. Построить GPSS-модель цеха, которая состоит из одного сегмента (с использованием параметров транзактов). Сегмент – часть GPSS-модели, которая начинается блоком GENERATE и заканчивается блоком TERMINATE.

Задание 57

На вход одноканальной обслуживающей системы с интенсивностью 0,05 (1/ед. времени) поступает пуассоновский поток требований. С вероятностью $p_1=0,4$ требование имеет первый тип, с вероятностью $p_2=0,6$ – второй тип. Требования второго типа при выборе из очереди имеют больший приоритет, чем требования первого типа. Время обслуживания требования прибором имеет экспоненциальное распределение со средним значением $t_1=12$ ед. времени для требования первого типа, $t_2=16$ – для требования второго типа. Промоделировать обслуживание 100 требований.

Оценить длину очереди требований перед прибором. Построить GPSS-модель, которая состоит из одного сегмента. Сегмент – часть GPSS-модели, которая начинается блоком GENERATE и заканчивается блоком TERMINATE.

Задание 58

На вход одноканальной обслуживающей системы поступает поток требований, время поступления которых равномерно распределено в интервале от 30 до 70 единиц времени. С вероятностью $p_1=0,2$ требование имеет первый тип, с вероятностью $p_2=0,8$ – второй тип. Требования второго типа при выборе из очереди имеют больший приоритет, чем требования первого типа. Время обслуживания требования прибором имеет экспоненциальное распределение со средним значением $t_1=28$ единиц времени для требования первого типа, $t_2=26$ – для требования второго типа. Промоделировать обслуживание 200 требований. Оценить длину очереди требований перед прибором.

Задание 59

Система автоматизации проектирования состоит из ЭВМ и трех подключенных к ней терминалов. За каждым терминалом работает один проектировщик, который формирует задания на расчет в интерактивном режиме. Набор строки задания занимает 10 ± 5 с. Анализ строки требует 3 с работы ЭВМ и 5 с работы терминала. В каждый момент времени может анализироваться только одна строка. После набора десяти строк считается, что **Задание** сформировано и поступает на решение, которое занимает 10 ± 3 с работы ЭВМ (решение заданий имеет больший приоритет, чем анализ строк). Вывод результата решения требует 8 с работы терминала, а анализ результата проектировщиком – 30 ± 10 с, после чего цикл повторяется.

Промоделировать работу системы на протяжении 6 ч. Определить вероятность простоя проектировщика из-за занятости ЭВМ, коэффициент загрузки ЭВМ и параметры очереди к ЭВМ.

Задание 60

Транспортный цех обслуживает три филиала А, В и С. Грузовики перевозят изделия из А в В и из В в С, возвращаясь потом в А без груза. Погрузка изделий в филиале А занимает 20 мин, переезд из А в В длится 30 мин, разгрузка и загрузка в филиале В – по 20 мин, переезд в С – 30 мин, разгрузка в С – 20 мин и переезд в А – 20 мин. Если на момент загрузки в филиалах А и В изделия отсутствуют, грузовики уходят дальше по маршруту пустыми. Изделия в А выпускаются партиями по 1000 шт. через 20 ± 3 мин, в В – такими же партиями через 20 ± 5 мин. На линии эксплуатируется восемь грузовиков, каждый может перевозить по 1000 изделий. В начальный момент четыре грузовика находятся в А, четыре – в В.

Промоделировать работу транспортного цеха на протяжении 1000 ч. Определить частоту пустых перегонов грузовиков между филиалами А и В, В и С.

Задание 61

В системе передачи цифровой информации разговор передается в цифровом виде. Речевые пакеты поступают через 6 ± 3 мс и передаются через два последовательно соединенных канала. В каждый момент времени каждый из каналов может передавать только один пакет. В случае занятости канала пакеты сохраняются в накопителях перед каждым каналом. Время передачи пакета по каждому из каналов имеет экспоненциальное распределение со средним значением 5 мс. Пакеты, время передачи которых больше 10 мс (без учета времени ожидания), на выходе системы уничтожаются, поскольку длительное время передачи значительно снижает качество передаваемой речи. Уничтожение свыше 30% пакетов не допустимо. При

достижении такого уровня система за счет ресурсов ускоряет передачу в каналах до среднего значения времени 4 мс. При снижении уровня до приемлемого значения происходит отключение ресурсов. Промоделировать 10 с работы системы. Определить частоту уничтожения пакетов, частоту подключения ресурсов и среднее время нахождения одного пакета в системе передачи информации (с учетом времени ожидания).

Задание 62

Система передачи данных обеспечивает передачу пакетов данных из пункта А в пункт С через транзитный пункт В. В пункт А пакеты поступают через 10 ± 5 мс. Здесь они сохраняются в накопителе с максимальной вместительностью 25 пакетов и с равной вероятностью передаются по одной из двух линий: АВ1 – за 20 мс; АВ2 – за 20 ± 5 мс. В пункте В пакеты снова буферизируются в накопителе с максимальной вместительностью 20 пакетов и дальше передаются по линии ВС1 за 20 ± 3 мс и по линии ВС2 за 25 мс. Причем пакеты, которые передавались по АВ1, поступают в ВС1, а те, которые передавались по АВ2 – в ВС2. При достижении предельного значения количества пакетов в накопителе (максимальной вместительности), пакет, который пытается попасть в этот накопитель, уничтожается.

Промоделировать работу системы на протяжении 1 мин. Оценить вероятность уничтожения пакетов.

Задание 63

В узел коммутации сообщений, который состоит из входного буфера, процессора, двух выходных буферов и двух выходных линий, поступают сообщения с двух направлений (по каждому через интервалы времени 15 ± 7 мс). Сообщения с первого направления поступают во входной буфер, обрабатываются в процессоре, накапливаются в выходном буфере первой линии и передаются по первой выходной линии. Сообщения со второго направления обрабатываются аналогично, но накапливаются в выходном буфере второй линии и передаются по второй линии. Примененный метод контроля потоков разрешает одновременное присутствие в системе не больше трех сообщений с каждого направления. Если при наличии в системе трех сообщений с некоторого направления поступает сообщение с этого же направления, то оно получает отказ. Время обработки в процессоре равняется 7 мс на сообщение, время передачи по каждой из выходных линий – 15 ± 5 мс.

Промоделировать работу узла коммутации на протяжении 10 с. Определить загрузку устройств и вероятность отказов в обслуживании.

Задание 64

На сборочный участок цеха предприятия из трех независимых источников через интервалы времени, которые имеют экспоненциальное распределение со средним значением 10 мин, поступают детали. Каждая деталь с вероятностью 0,5 должна пройти обработку на протяжении 7 мин. На сборку подаются одна обработанная и одна необработанная детали. В результате получают готовое изделие. Процесс сборки занимает 6 мин. В каждый момент времени может собираться только одно изделие. Потом изделие поступает на регулирование, которое продолжается в среднем 8 мин (экспоненциальное распределение).

Промоделировать работу цеха на протяжении 24 ч. Оценить загрузженность операций и распределение времени пребывания в системе.

Задание 65

Детали, необходимые для работы цеха, находятся на цеховом и центральном складах. На цеховом складе может храниться до 20 комплектов деталей, потребность в которых возникает через 60 ± 10 мин и составляет один комплект. В случае уменьшения запасов до трех комплектов на протяжении 60 мин формируется требование на пополнение запасов цехового склада до полного объема (20 комплектов), которая посылается на центральный склад, где на протяжении 60 ± 20 мин происходит комплектование и за 60 ± 5 мин осуществляется доставка деталей в цех.

Промоделировать работу цеха на протяжении 400 ч. Оценить вероятность простоя цеха из-за отсутствия деталей.

Задание 66

Пусть имеем некоторую систему управления производством, в которой ЭВМ циклически опрашивает три датчика информации. Информация в датчиках появляется через 12 ± 3 с и имеет размер 3000 ± 1000 символов; ЭВМ поочередно каждому датчику предоставляет 3 с:

- в первые 3 с обрабатывается информация из первого датчика;
- во вторые 3 с обрабатывается информация из второго датчика;
- в третьи 3 с обрабатывается информация из третьего датчика;

- в четвертые 3 с обрабатывается информация из первого датчика и т.д.

Если на момент начала опрашивания у датчика нет информации для обработки, имеем свободный цикл. Если за соответствующие 3 с ЭВМ успевает обработать информацию датчика, то обслуживание завершается, если нет, то остаток необработанной информации становится в специальную очередь. Задания, которые находятся в этой очереди, обрабатываются во время свободных циклов.

Скорость обработки информации ЭВМ равна 1000 символов в секунду.

Промоделировать 5 ч работы ЭВМ. Определить загрузку ЭВМ, параметры специальной очереди неоконченных заданий.

Задание 67

Имеется некоторый производственный процесс, который реализуется линией с тремя последовательно установленными агрегатами: А, Б и В. Поток продукции, который поступает от агрегата А, является пуассоновским со средней нормой выработки 10 изделий за ч. Агрегат Б функционирует по равномерному закону, продолжительность обработки изделия составляет 4 ± 6 мин. Закон распределения времени обслуживания изделий агрегатом В приведен в таблице.

Вероятность	0,1	0,2	0,4	0,2	0,1
Продолжительность обслуживания, мин	2	3	4	5	6

При скоплении на входе агрегата В двух или более изделий в технологической линии возникает затор.

Промоделировать функционирование линии на протяжении 100 ч. Определить общее время затора на входе агрегата В. Построить гистограмму распределения продолжительности заторов.

Задание 68

На станцию технического обслуживания (СТО) согласно закону Эрланга второго порядка со средним временем прибытия 14 мин прибывают автомобили для технического обслуживания (36 % автомобилей) и ремонта (64 % автомобилей). На СТО есть два бокса для технического обслуживания и три бокса для ремонта. Выполнение простого, средней сложности и сложного ремонтов – равновероятно. Время и стоимость выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту зависит от категории выполняемых работ (таблица). После технического обслуживания 12 % автомобилей поступают для выполнения ремонта средней сложности.

Построить гистограмму времени обслуживания автомобилей. Оценить выручку СТО за пять дней работы.

Категория работ	Время ремонта, мин	Стоимость ремонта, руб
Техническое обслуживание	Равномерно распределено в интервале 10-55	Равномерно распределено в интервале 100-400
Простой ремонт	Равномерно распределено в интервале 12-45	Равномерно распределено в интервале 50-450
Ремонт средней сложности	Нормально распределено со средним 45 и среднеквадратичным отклонением 5	Равномерно распределено в интервале 100-1400
Сложный ремонт	Равномерно распределено в интервале 80-150	Равномерно распределено в интервале 350-2550

Задание 69

На станцию скорой помощи поступают вызовы по телефону. Станция имеет пять каналов для одновременного приема вызовов. Время между попытками вызова скорой помощи распределено согласно закону Эрланга второго порядка (среднее время – 1,5 мин). Абоненты тратят 15 с на набор номера и, если застают все каналы занятыми, через 20 с повторяют вызов. Так происходит до тех пор, пока вызов не будет принят. Время приема вызова составляет 1 мин. На станции скорой помощи для обслуживания вызовов имеется 15 автомобилей. Время, затраченное на проезд к больному, зависит от расстояния до его дома. Распределение расстояния приведено в таблице. После предоставления помощи автомобили возвращаются на станцию. Скорость движения автомобилей равномерно распределена в интервале 35-55 км/ч.

Вероятность	0,15	0,22	0,17	0,28	0,18
Расстояние, км	5	8	12	15	20

Время оказания помощи больному распределено в соответствии с нормальным законом со средним значением 25 мин и среднеквадратическим отклонением 4 мин.

Оценить среднее время от момента начального вызова скорой помощи до окончания помощи больному и средний пробег автомобиля за пять дней работы.

Задание 70

В госпиталь на протяжении суток поступают раненые и потерпевшие от катастрофы, которых доставляют на пятиместных (70 %) и трехместных (30 %) автомобилях. Время прибытия автомобилей распределено согласно закону Эрланга второго порядка со средним значением 45 мин. В госпитале бригада из трех терапевтов и одного хирурга на протяжении 4 ± 2 мин осматривают раненых и потерпевших, определяют необходимый вид предоставления медицинской помощи и направляют в соответствующую палату (таблица). После операционной 55 % больных направляют в палату реанимации, а 45 % – в палату интенсивной терапии.

Промоделировать работу госпиталя на протяжении 10 суток. Оценить среднее время пребывания пострадавших в госпитале и необходимое количество мест в палатах.

Вероятность направления	Палата	Количество мест	Время предоставления помощи, мин
0,15	интенсивной терапии	20	Распределено равномерно в интервале 1440–2060
0,25	операционная	6	Распределено равномерно в интервале 20–120
0,35	реанимации	20	Распределено равномерно в интервале 2880–3660
0,15	хирургическая	25	Распределено нормально со средним значением времени 1800 мин и среднеквадратическим отклонением 60
0,1	терапии	30	Распределено равномерно в интервале 1200–2200