

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Якушин Владимир Андреевич
Должность: ректор, д.ю.н., профессор
Дата подписания: 06.10.2025 11:56:29
Уникальный программный ключ:
a5427c2559e1ff4b007ed9b1994671e27053e0dc

Министерство науки и высшего образования РФ
Образовательная автономная некоммерческая организация
высшего образования
«Волжский университет имени В.Н. Татищева» (институт)

УТВЕРЖДАЮ

Ректор Якушин В.А.

от 26.05.2022г. № 05

Методическое указание
по выполнению курсовой работы
по дисциплине «Моделирование»

Направление подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Квалификация (степень) выпускника – бакалавр

Форма обучения – очная, заочная, очно-заочная

Тольятти, 2022 г.

Методическое указание по выполнению курсовой работы по дисциплине «Моделирование» составлено с требованиями ФГОС, ВО, ОПОП по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника (уровень высшего образования: бакалавриат) и учебного плана.

Методическое указание обсуждена и рекомендована к использованию и (или) изданию решением кафедры на заседании кафедры «Информатика и системы управления»

протокол № 10 от 20.05.2022г.

Зав. кафедрой ИиСУ, к.п.н., доцент Е.Н. Горбачевская

Одобрено Учебно-методическим советом вуза

протокол № 05 от 25.05.2022г

председатель Учебно-методического совета Н.Г. Рогова

Цель курсовой работы дисциплины «Моделирование» направления бакалавриата 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», показать практические навыки: в основных классах моделей и методах моделирования, в системном анализе, качественных и количественных методах, описания технических и информационных систем для построения моделей информационных процессов и систем; умение использовать автоматизированные системы моделирования; умение разрабатывать схемы моделирующих алгоритмов и реализовывать их на базе языков моделирования и пакетов прикладных программ моделирования

Содержание

I Общие требования к содержанию курсовой работы	5
II Содержание разделов пояснительной записки	6
III Типовые темы курсовой работы	9
Приложение	26

I Общие требования к содержанию курсовой работы

Главная цель моделирования с помощью методологии системного анализа, исследовать проектируемую или анализируемую систему по технологии операционного исследования, включая такие взаимосвязанные этапы:

1. Постановка целей и задач, описание объекта моделирования

- 1.1 Цели исследования (моделирования)
- 1.2 Задача
- 1.3 Описание объекта как формальной модели
- 1.4 Структурная схема
- 1.5 Функциональная схема

2. Анализ возможных подходов решения поставленной задачи

3. Разработка концептуальной модели

4. Выбор программных средств моделирования

5. Машинная реализация модели

- 5.1 Построение схемы работы объекта в символике языка GPSS
- 5.2 Программная реализация модели на языке GPSS
- 5.3 Доказательство адекватности модель

6. Организация эксперимента

- 6.1 Определение гипотезы эксперимента
- 6.2 План эксперимента
- 6.3 Количество экспериментов

7. Результаты эксперимента

Дать описание экспериментам. Благодаря этому этапу имитационное моделирование можно применять как универсальный подход для принятия решений в условиях неопределенности для моделей трудно формализуемых требований.

При построении модели использовать ПП GPSS или любой другой ПП аналогичной направленности.

II Содержание разделов пояснительной записки

Тема курсовой работы: Моделирование процесса

Задание: Разработать имитационную модель процесса

Исходные данные:

Отобразить задание по варианту

Цель моделирования: Отобразить цель моделирования

Содержание

1. Постановка целей и задач, описание объекта моделирования

1.1 Цели исследования (моделирования)

Перечислить цели моделирования

1.2 Задача

Приводится содержательная постановка задачи

1.3 Описание объекта как формальной модели

Дать описание внешние воздействия и ограничения, которые накладываются на систему.

1.5 Функциональная схема

Описать работу приборов.

2. Анализ возможных подходов решения поставленной задачи

В данном разделе главе анализируются методы решения поставленной задачи, указываются их преимущества и недостатки, дается четкое обоснование выбора метода решения, указываются источники, по которым проводится обзор методов решения. Приводятся конкретные причины, по которым задача не может быть решена аналитическими методами.

3. Разработка концептуальной модели

В данном разделе необходимо:

- разработать структурную схему модели с указанием элементов системы (генераторов, накопителей, элементов обслуживания заявки и т.д.);
- описать входные, выходные переменные и параметры модели;
- представить функциональные зависимости, описывающие поведение переменных и параметров;

- описать ограничения на возможные изменения величин;
- выбрать степень детализации представления модели;
- сформулировать целевые функции (критерии эффективности) моделируемой системы;

- перечислить статические и динамические элементы системы.

4. Выбор программных средств моделирования

При предварительном выборе программных средств необходимо определить:

- имеются ли средства генерации случайных чисел и переменных;
- возможности отладки программной реализации модели;
- возможности отображения структуры моделируемой системы;
- возможности редактирования модели;
- обеспечивается ли хорошая диагностика ошибок;
- наличие средств автоматизации создания программ.

При кратком описании выбранного средства необходимо конкретизировать предыдущие критерии и организацию сбора статистических данных о работе модели.

5. Машинная реализация модели

5.1 Построение схемы работы объекта в символике языка GPSS

Построить Qсхему работы объекта

5.2 Программная реализация модели на языке GPSS

Необходимо поставить в соответствие элементам Qсхемы блоки программы.

5.3 Доказательство адекватности модель

Проводится оценка правильности программной реализации имитационной модели по одному из двух вариантов.

1 вариант:

- построение временных диаграмм, по временному срезу (и/или по количеству тактов работы системы) определение статистических характеристик работы системы;

- пробный прогон модели с тестовыми данными, определение статистических характеристик работы модели;

- сравнение статистических характеристик полученных при построении временных диаграмм и пробного прогона модели;

- написание вывода.

2 вариант:

- построение математической модели системы, расчет характеристик работы системы;

- пробный прогон имитационной модели с тестовыми данными, определение статистических характеристик работы модели;

- сравнение статистических характеристик расчета математической модели и пробного прогона имитационной модели;

- написание вывода.

6. Организация эксперимента

6.1 Определение гипотезы эксперимента

Формулируются гипотезы о выборе наилучших вариантов структур моделируемой системы или режимов ее функционирования, определяют диапазон значений параметров (режимов функционирования) модели, в границах которых осуществляется поиск оптимального решения.

6.2 План экспериментов.

Разрабатывается план экспериментов с моделью для достижения поставленной цели.

6.3 Количество экспериментов

Дается описание количества экспериментов, для определения оптимальной работы системы.

*за один эксперимент меняют только один параметр.

Оценка точности результатов моделирования. Для оценки точности стохастических моделей строятся доверительные интервалы для получаемых выходных переменных. Если модель работает в переходном режиме, то используют метод повторений экспериментов и дисперсионный анализ. Для

стационарных процессов определяют длительности прогонов модели, при которых гарантирована точность полученных оценок.

В конце этого раздела указывают затраты компьютерного времени на моделирование, приводят соображения о возможных улучшениях в работе системы.

7. Результаты эксперимента

Приводятся результаты компьютерных экспериментов в виде графиков, таблиц, распечаток, а также даются качественные и количественные оценки результатов моделирования.

По полученным результатам формулируются выводы по проведенным исследованиям и определяются рекомендации по использованию модели. Описываются сценарии принятия решений.

III Типовые темы курсовой работы

Построение модели работы системы

№	Задание
Вариант КР 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 ее 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 вероятностно-временные характеристики. Выявить причины их возникновения, предложить меры по устранению и смоделировать скорректированную систему.

Вариант КР 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 загрузку второго станка на вторичной обработке и вероятность появления отходов. Определить возможность снижения задела в накопителе и повышения загрузки второго станка на вторичной обработке.
Вариант КР 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 течение 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.
Вариант КР 4.	Система передачи данных обеспечивает передачу пакетов данных из пункта Л в пункт С через транзитный пункт В. В пункт А пакеты поступают через 10 ± 5 мс. Здесь они буферируются в накопителе емкостью 20 пакетов и передаются по любой из двух линий АВ1— за время 20 мс или АВ2 — за время 20 ± 5 мс. В пункте В они снова буферируются в накопителе емкостью 25 пакетов и далее передаются по линиям ВС1 (за 25 ± 3 мс) и ВС2 (за 25 мс). Причем пакеты из АВ1 поступают в ВС У, а из АВ2— в ВС 2. 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.

Вариант КР 5.	Система обработки информации содержит мультиплексный канал и три мини-ЭВМ. Сигналы от датчиков поступают на вход канала через интервалы времени 10 ± 5 мкс. В канале они буферируются и предварительно обрабатываются в течение 10 ± 3 мкс. Затем они поступают на обработку в ту мини-ЭВМ, где имеется наименьшая по длине входная очередь. Емкости входных накопителей во всех мини-ЭВМ рассчитаны на хранение величин 10 сигналов. Время обработки сигнала в любой мини-ЭВМ равно 33 мкс. Смоделировать процесс обработки 500 сигналов, поступающих с датчиков. Определить средние времена задержки сигналов в канале и мини-ЭВМ и вероятности переполнения входных накопителей. Обеспечить ускорение обработки сигнала в ЭВМ до 25 мкс при достижении суммарной очереди сигналов значения 25 единиц.
Вариант КР 6.	На участке термической обработки выполняются цементация и закаливание шестерен, поступающих через 10 ± 5 мин. Цементация занимает 10 ± 7 мин, а закаливание — 10 ± 6 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%.
Вариант КР 7.	. Магистраль передачи данных состоит из двух каналов (основного и резервного) и общего накопителя. При нормальной работе сообщения передаются по основному каналу за 7 ± 3 с. В основном канале происходят сбои через интервалы времени 200 ± 35 с. Если сбой происходит во время передачи, то за 2 с запускается запасной канал, который передает прерванное сообщение с самого начала. Восстановление основного канала занимает 23 ± 7 с. После восстановления резервный канал выключается и основной канал продолжает работу с очередного сообщения. Сообщения поступают через 9 ± 4 с и остаются в накопителе до окончания передачи. В случае сбоя передаваемое сообщение передается повторно по запасному каналу. Смоделировать работу магистрали передачи данных в течение 1 ч. Определить загрузку запасного канала, частоту отказов канала и число прерванных сообщений. Определить функцию распределения времени передачи сообщений по магистрали.
Вариант КР 8.	На комплектовочный конвейер сборочного цеха каждые 5 ± 1 мин поступают 5 изделий первого типа и каждые 20 ± 7 мин поступают 20 изделий второго типа. Конвейер состоит из секций, вмещающих по 10 изделий каждого типа. Комплектация начинается только при наличии деталей обоих типов в требуемом количестве и длится 10 мин. При нехватке деталей секция конвейера остается пустой. Смоделировать работу конвейера сборочного цеха в течение 8 ч. Определить вероятность пропуска секции, средние и максимальные очереди по каждому типу изделий. Определить экономическую целесообразность перехода на секции по 20 изделий с временем комплектации 20 мин.

Вариант КР 9.	В системе передачи данных осуществляется обмен пакетами данных между пунктами Л и В по дуплексному каналу связи. Пакеты поступают в пункты системы от абонентов с интервалами времени между ними 10 ± 3 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 10 ± 5 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.
Вариант КР 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 Л — 20 мин. Если к моменту погрузки в Л и В отсутствуют изделия, грузовики уходят дальше по маршруту. Изделия в Л выпускаются партиями по 1000 шт. через 20 ± 3 мин, в В — такими же партиями через 20 ± 5 мин. На линии работает 8 грузовиков, каждый перевозит 1000 изделий. В начальный момент все грузовики находятся в Л. Смоделировать работу транспортного цеха объединения в течение 1000 ч. Определить частоту пустых перегонов грузовиков между Л и В, В и С и сравнить с характеристиками, полученными при равномерном начальном распределении грузовиков между филиалами и операциями.
Вариант КР 11.	Специализированная вычислительная система состоит из трех процессоров и общей оперативной памяти. Задания, поступающие на обработку через интервалы времени 5 ± 2 мин, занимают объем оперативной памяти размером в страницу. После трансляции первым процессором в течение 5 ± 1 мин их объем увеличивается до двух страниц и они поступают в оперативную память. Затем после редактирования во втором процессоре, которое занимает $2,5 \pm 0,5$ мин на страницу, объем возрастает до трех страниц. Отредактированные задания через оперативную память поступают в третий процессор на решение, требующее $1,5 \pm 0,4$ 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.
Вариант КР 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 монополизируют ЭВМ. Задания класса Л поступают через 20 ± 5 мин, класса В — через 20 ± 10 мин и класса С — через 30 ± 10 мин и требуют для выполнения: класс Л — 20 ± 5 мин, класс В — 21 ± 3 мин и класс С — 28 ± 5 мин. Задачи класса С загружаются в ЭВМ, если она полностью свободна. Задачи классов Л и В могут дозагружаться к решаемой задаче. Смоделировать работу ЭВМ за 80 ч. Определить ее загрузку.

Вариант КР 13.	В студенческом машинном зале расположены две мини-ЭВМ и одно устройство подготовки данных (УПД). Студенты приходят с интервалом в 8 ± 2 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 8 ± 1 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 вероятности отказа в обслуживании вследствие переполнения очереди. Определить соотношение желающих работать на ЭВМ и на УПД в очереди.
Вариант КР 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 мини-ЭВМ в течение 4 ч. Определить загрузку процессора, вероятности простоя терминалов и частоту одновременного выполнения трансляции с трех терминалов.
Вариант КР 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 6 ± 3 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.
Вариант КР 16.	ЭВМ обслуживает три терминала по круговому циклическому алгоритму, предоставляя каждому терминалу 30 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 30 ± 5 с и имеют длину 300 ± 50 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.

Вариант КР 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, буферируются 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 15 ± 7 мс. Время обработки в процессоре равно 7 мс на сообщение, время передачи по выходной линии равно 15 ± 5 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.
Вариант КР 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 10 ± 3 с, первичная обработка запроса занимает 2 с, выдача ответа требует 18 ± 2 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.
Вариант КР 19.	Система автоматизации проектирования состоит из ЭВМ и трех терминалов. Каждый проектировщик формирует задание на расчет в интерактивном режиме. Набор строки задания занимает 10 ± 5 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 10 ± 3 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.
Вариант КР 20.	Из литейного цеха на участок обработки и сборки поступают заготовки через 20 ± 5 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 60 ± 2 мин для первой детали и 60 ± 8 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.

Вариант КР 21.	Детали, необходимые для работы цеха, находятся на цеховом и центральном складах. На цеховом складе хранится 20 комплектов деталей, потребность в которых возникает через 60 ± 10 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 60 ± 20 мин происходит комплектование и за 60 ± 5 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.
Вариант КР 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 10 ± 2 с, обрабатываются в течение 3 с, затем посылаются 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 20 ± 4 с. Основная ЭВМ каждые 30с посылает резервной ЭВМ сигнал о работоспособности. Отсутствие сигнала означает необходимость включения резервной ЭВМ вместо основной. Характеристики обеих ЭВМ одинаковы. Подключение резервной ЭВМ занимает 5с, после чего она заменяет основную ЭВМ до восстановления, а процесс возвращается к нормальному темпу. Отказы ЭВМ происходят через 300 ± 30с. Восстановление занимает 100с. Резервная ЭВМ абсолютно надежна. Смоделировать 1 ч работы системы. Определить среднее время нахождения технологического процесса в заторможенном состоянии и среднее число пропущенных из-за отказов данных.
Вариант КР 23.	На вычислительный центр через 300 ± 100 с поступают задания длиной 500 ± 200 байт. Скорость ввода, вывода и обработки заданий 100 байт/мин. Задания проходят последовательно ввод, обработку и вывод, буферизируясь 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.

Вариант КР 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 14 ± 5 с, а третья — за 16 ± 1 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. Определить производительность второй и третьей ЭВМ на решении фоновых задач при условии, что одна фоновая задача решается 2 мин.
Вариант КР 25.	В машинный зал с интервалом времени 10 ± 5 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 15 ± 5 мин. Третья часть пользователей после окончания решения своей задачи производит вывод текста программы на печать (продолжительность перфорации — 3 ± 2 мин). В машинном зале не допускается, чтобы более семи пользователей ожидали своей очереди на доступ к ЭВМ. Вывод программы на печать 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 принтера
Вариант КР 26.	В вычислительную машину, работающую в системе управления технологическим процессом, через каждые 3 ± 1 с 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 — 5 ± 2 с. Динамика технологического процесса такова, что имеет смысл обрабатывать сообщения, ожидавшие в буферной памяти не более 12 с. Остальные сообщения считаются потерянными. Смоделировать процесс поступления в ЭВМ 200 сообщений. Подсчитать число потерянных сообщений и определить коэффициент загрузки ЭВМ.
Вариант КР 27.	Вычислительная система состоит из трех ЭВМ. С интервалом 3 ± 1 мин 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: $T_1=7 \pm 4$ мин, $T_2=3 \pm 1$ мин, $T_3=5 \pm 2$ мин. Смоделировать процесс обработки 200 заданий. Определить максимальную длину каждой очереди и коэффициенты загрузки ЭВМ.

Вариант КР 28.	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 5 ± 2 мин. Если в очереди к терминалу ожидают 10 пользователей, то вновь прибывшие пользователи получают отказ в обслуживании. Поиск информации на первой ЭВМ продолжается 6 ± 4 мин, а на второй 3 ± 2 мин. Для установления связи с нужной ЭВМ и передачи текста запроса пользователи тратят 2 ± 1 мин. Вывод результатов поиска происходит за 1 мин. Смоделировать процесс работы системы за 8 ч. 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?
Вариант КР 29.	В специализированной вычислительной системе периодически выполняются три вида заданий, которые характеризуются уровнями приоритета: нулевым, первым и вторым. Каждый новый запуск задания оператор производит при помощи дисплея, работая на нем 50 ± 30 с. После запуска задания оно требует для своего выполнения 100 ± 50 с времени работы процессора, причем задания более высокого приоритета прерывают выполнение задач более низкого приоритета. Результаты обработки задания выводятся на печать без прерываний в течение 30 ± 10 с, после чего производится их анализ в течение 60 ± 20 с, 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.
Вариант КР 30.	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 мин времени работы процессора. Задания поступают на ЭВМ через каждые 8 ± 3 мин и требуют для своей обработки 4 ± 3 мин времени работы процессора. Короткие задания вводятся в ЭВМ с помощью дисплея за 3 ± 2 мин. Дисплей остается занятым коротким заданием до момента окончания выдачи результатов на печать. Короткие задания имеют абсолютный приоритет над длинным при использовании процессора, т. е. они прерывают выполнение длинных заданий. Длинные задания перфорируются за 8 ± 5 мин и вводятся в ЭВМ с помощью перфокарточного ввода за 3 ± 2 мин. После обработки на процессоре как коротких, так и длинных заданий производится вывод результатов на печать в течение 2 ± 1 мин. 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.

Вариант КР 31.	В ВЦ имеются три ЭВМ. Задания на обработку поступают с интервалом 20 ± 5 мин в пункт приема. Здесь в течение 12 ± 3 мин 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 ввода, которые сразу же в течение 3 ± 2 мин исправляются пользователями. На время корректировки ввода задание не освобождает соответствующей ЭВМ, и после корректировки начинается его повторная обработка. Возможность ошибки при повторной обработке исключается, т. е. повторная обработка всегда является окончательной. Продолжительность работы ЭВМ при обработке задания в каждом случае составляет 10 ± 5 мин. В центре имеется лишь одно рабочее место для корректировки ввода. 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.
Вариант КР 32.	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 75 ± 25 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 120 ± 25 мс и ее считывание за время 10 ± 5 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 100 запросов. Подсчитать число запросов, получивших отказ в обслуживании. Определить среднее и максимальное содержимое ОП, а также коэффициент загрузки МД.
Вариант КР 33.	Для ускорения прохождения «коротких» заданий на ЭВМ выбран пакетный режим работы с квантованием времени процессора. Это значит, что всем заданиям пакета по очереди представляется процессор на одинаковое время 10 с (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 60 ± 30 с и характеризуется временем работы процессора 50 ± 45 с. 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 с времени работы процессора, с временем прохождения «длинных» заданий, требующих свыше 90 с времени работы процессора.

Вариант КР 34.	Система автоматизации проектирования (САПР) создана на базе ЭВМ, функционирующей в режиме множественного доступа. Пятеро инженеров-проектировщиков с помощью своих дисплеев одновременно и независимо проводят диалог с ЭВМ, определяя очередной вариант расчета. Каждый диалог состоит из 10 циклов ввода-вывода данных. Во время одного цикла происходит следующее: за 10 ± 5 с инженер обдумывает и вводит текст строки; в течение 2 с работает процессор ЭВМ, подготавливая текст ответа; в течение 5 с текст ответа выводится на дисплей. После ввода 11-й строки начинается работа процессора по расчету конструкции и продолжается 30 ± 10 с. За 5 с результат расчета выводится на экран, после чего инженер в течение 15 ± 5 с анализирует его и начинает новый диалог. Операции по подготовке текста ответа имеют абсолютный приоритет над расчетными, т. е. прерывают выполнение последних. Смоделировать процесс работы САПР при условии, что расчет вариантов конструкции повторяется 100 раз. Определить среднее время выполнения диалога и расчетных операций, а также коэффициент загрузки процессора.
Вариант КР 35.	Распределенный банк данных организован на базе трех удаленных друг от друга вычислительных центров <i>A</i>, <i>B</i> и <i>C</i>. Все центры связаны между собой каналами передачи информации, работающими в дуплексном режиме независимо друг от друга. В каждый из центров с интервалом времени 50 ± 20 мин поступают заявки на проведение информационного поиска. Если ЭВМ центра, получившего заявку от пользователя, свободна, в течение 2 ± 1 мин производится ее предварительная обработка, в результате которой формируются запросы для центров <i>A</i>, <i>B</i> и <i>C</i>. В центре, получившем заявку от пользователя, начинается поиск информации по запросу, а на другие центры по соответствующим каналам передаются за 1 мин тексты запросов, после чего там также может начаться поиск информации, который продолжается: в центре <i>A</i> — 5 ± 2 мин, в центре <i>B</i> — 10 ± 2 мин, в центре <i>C</i> — 15 ± 2 мин. Тексты ответов передаются за 2 мин 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.
Вариант КР 36.	В системе автоматизации экспериментов (САЭ) на базе мини-ЭВМ данные от измерительных устройств поступают в буферную зону оперативной памяти каждые 800 ± 400 мс. Объем буфера — 256 байт, 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 100 ± 30 мс. Для обработки каждой новой порции информации на МД, объем которой равен 2560 байт, запускается специальная программа, требующая 100 ± 20 с времени работы процессора. Эта программа имеет самый низкий приоритет и прерывается программами сбора и переписи данных на МД. Смоделировать процесс сбора и обработки данных с САЭ при условии, что обработать необходимо 5 порций информации. Зафиксировать длительность выполненной программы обработки и определить, сколько раз ее выполнение было прервано.

Вариант КР 37.	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 150 ± 20 мин. Если отказ происходит во время решения задания, в течение 2 мин производится включение второго процессора, который продолжает решение прерванного задания, а также решает и последующие задания до восстановления первого процессора. Это восстановление происходит за 20 ± 10 мин, после чего начинается решение очередного задания на первом процессоре, а резервный выключается. Задания поступают на устройство каждые 10 ± 5 мин и решаются за 5 ± 2 мин. Надежность резервного процессора считается идеальной. Смоделировать процесс работы устройства в течение 50 ч. Подсчитать число решенных заданий, число отказов процессора и число прерванных заданий. Определить максимальную длину очереди заданий и коэффициент загрузки резервного процессора.
Вариант КР 38.	Самолеты прибывают для посадки в район крупного аэропорта каждые 10 ± 5 мин. Если взлетно-посадочная полоса свободна, прибывший самолет получает разрешение на посадку. Если полоса занята, самолет выполняет полет по кругу и возвращается к аэропорту через каждые 4 мин. Если после пятого круга самолет не получает разрешения на посадку, он отправляется на запасной аэродром. В аэропорту через каждые 10 ± 2 мин к взлетно-посадочной полосе выгружают готовые к взлету машины и получают разрешение на взлет, если полоса свободна. Для взлета и посадки самолеты занимают полосу ровно на 2 мин. 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.
Вариант КР 39.	На склад готовой продукции предприятия каждые 5 ± 2 мин поступают изделия типа <i>A</i> партиями по 500 штук, а каждые 20 ± 5 мин — изделия типа <i>B</i> партиями по 2000 штук. С интервалом времени 10 ± 5 мин к складу подъезжают автомашины, в каждую из которых надо погрузить по 1000 штук изделий типа <i>A</i> и <i>B</i>. Погрузка начинается, если изделия обоих типов имеются на складе в нужном количестве, и продолжается 10 ± 2 мин. У склада одновременно могут находиться не более трех автомашин, включая автомашину, стоящую под погрузкой. Автомашины, не нашедшие места 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 среднее и максимальное количество изделий каждого типа, хранящихся на складе.

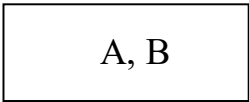
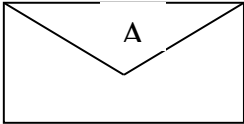
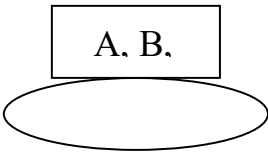
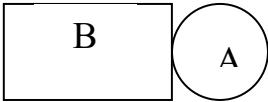
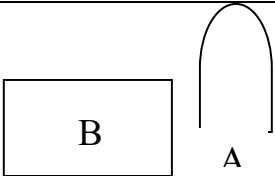
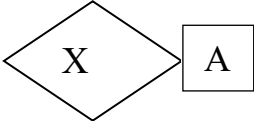
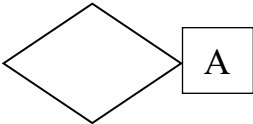
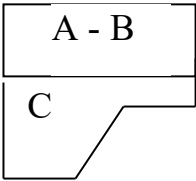
Вариант КР 40.	Диспетчер управляет внутризаводским транспортом и имеет в своем распоряжении два грузовика. Заявки на перевозки поступают к диспетчеру каждые 5 ± 4 мин. С вероятностью 0,5 диспетчер запрашивает по радио один из грузовиков и передает ему заявку, если тот свободен. В противном случае он запрашивает другой грузовик и таким образом продолжает сеансы связи, пока один из грузовиков не освободится. Каждый сеанс связи длится ровно 1 мин. Диспетчер допускает накопление у себя до пяти заявок, после чего вновь прибывшие заявки получают отказ. Грузовики выполняют заявки на перевозку за 12 ± 8 мин. Смоделировать работу внутризаводского транспорта в течение 10 час. Подсчитать число обслуженных и отклоненных заявок. Определить коэффициенты загрузки грузовиков.
Вариант КР 41.	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 30 ± 20 с. Вызовы поступают в справочную через каждые 5 ± 3 с. Смоделировать обслуживание 200 вызовов. Подсчитать количество отказов. Определить коэффициенты загрузки операторов справочной.
Вариант КР 42.	Улицы, выходящие на четырехсторонний перекресток, имеют обозначения по направлению движения часовой стрелки: A, B, C и D. Со стороны улицы A машины подходят к перекрестку каждые 3 ± 2 с, причем 30% из них поворачивают направо в направлении $A \rightarrow D$, а 20% — налево в направлении $A \rightarrow B$. Поворот налево возможен, если нет движения в направлении $C \rightarrow A$. Со стороны улицы B машины подходят к перекрестку каждые 6 ± 2 с, причем 60% из них проезжают прямо в направлении $C \rightarrow D$, а 40% — направо в направлении $C \rightarrow B$. Поворот налево в направлении $C \rightarrow D$ запрещен. Светофор на перекрестке переключается каждые 20 с. Ширина всех улиц допускает движение в три ряда в каждом направлении. Машины преодолевают перекресток в любом направлении за 2 с. 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 L и C в течение полчаса. Подсчитать число машин, проследовавших в каждом направлении. Определить среднюю и максимальную длину очереди машин для каждого направления движения.

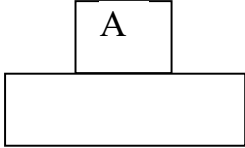
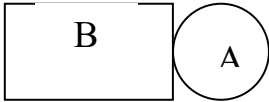
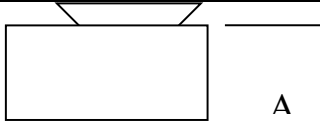
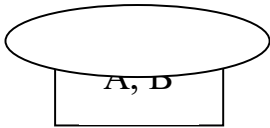
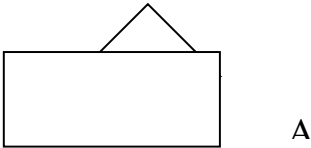
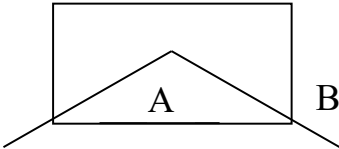
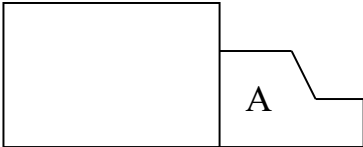
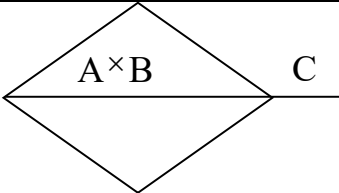
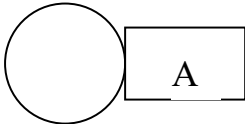
Вариант КР 43.	Двухколейная железная дорога имеет между станциями Л и В одноколейный участок с разъездом С. На разъезде имеется запасной путь, на котором один состав может пропустить встречный поезд. К станциям Л и В поезда прибывают с двухколейных участков каждые 40 ± 10 мин. Участок пути АС поезда преодолевают за 15 ± 3 мин, а участок пути ВС — за 20 ± 3 мин. Со станций Л и В поезда пропускаются на одноколейный 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 одноколейного участка железной дороги при условии, что в направлении АВ через него должны проследовать 50 составов. Определить среднее время ожидания составов на станциях Л и В, а также среднее время ожидания на разъезде С и коэффициент загрузки запасного пути.
Вариант КР 44.	С интервалом времени 5 ± 2 мин 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 8 ± 3 мин 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 10 ± 5 мин. Смоделировать процесс обработки на станке 100 деталей. Подсчитать число заполненных тележек и число деталей, поштучно переправленных к другому станку.
Вариант КР 45.	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 40 ± 10 ч. У нового причала имеется место для пяти судов. Здесь работают три крана, производящие разгрузку — погрузку за 20 ± 5 ч. Суды прибывают в акваторию порта каждые 5 ± 3 ч, причем около 40% из них составляют суда, имеющие приоритет в обслуживании. В ожидании места у причала судно бросает якорь на рейде. Для швартовки и отхода судна от причала требуется по 1 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.

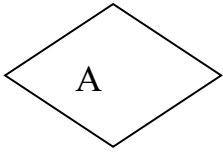
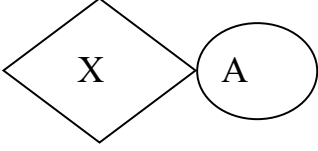
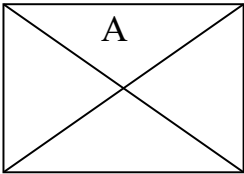
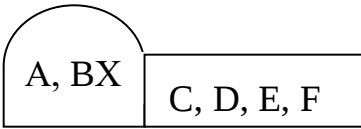
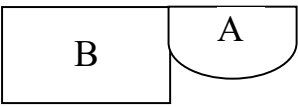
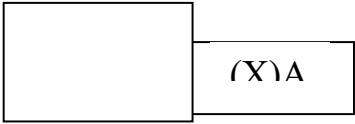
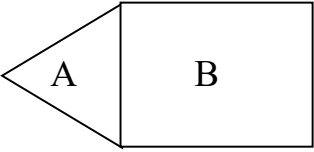
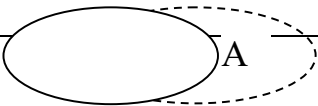
Приложение

Краткий теоретический материал

Блоки GPSS

Имя блока	Обозначение	Назначение
1. ADVANCE		Задерживаем транзакт на время $A \pm B$ единиц времени.
2. ASSEMBLE		Собирает A транзактов одного ансамбля, в следующий блок пропускает первый, остальные уничтожает.
3. ASSIGN		Присваивает параметру A входящего транзакта значение B, модифицированное параметром C.
4. DEPART		Обеспечивает освобождение в очереди A B единиц.
5. ENTER		Обеспечивает вхождение в МКУ A B транзактов
6. GATE (X) LS LR		Проверяет условие нахождения логического ключа A в состоянии X
7. GATE (X) I NI U NU		Проверяет условие нахождения устройства A в состоянии X
8. PRINT		Осуществляет вывод статистики C в пределах от A до B.

9. PRIORITY		Присваивает входящему транзакту приоритет А.
10. QUEUE		Обеспечивает занятие в очереди А В единиц.
11. RELEASE		Освобождает устройство с именем А.
12. SAVEVALUE		Сохраняет заданное значение В в ячейке А.
13. SEIZE		Занимает устройство с именем А.
14. SPLIT		Генерирует А копий входящего транзакта и направляет их по адресу В. Основной транзакт переходит а следующий блок.
15. TABULATE		Табулирует значения входящих транзактов а таблице А.
16. TEST (X) E NE GE LE G L		Проверяет соотношение Х между А и В и направляет входящий транзакт в следующий блок при выполнении или по адресу С при невыполнении соотношения.
17. TERMINATE		Уничтожает А транзактов.

18. TRANSFER		Изменяет направление движения транзактов, согласно режиму А.
19. GATE (X) SE SF SNE SNF		Проверяет условие нахождения накопителя А в состоянии Х.
20. GATHER		Собирает А транзактов одного ансамбля и пропускает их одновременно в следующий блок.
21. GENERATE		Генерирует транзакты через А единиц времени, модифицированных В, с задержкой С, D транзактов с приоритетом Е, форматом F.
22. LEAVE		Освобождает в МКУ А В транзактов.
23. LOGIC (X) S R I		Устанавливает логический ключ А в состояние Х.
24. LOOP		Осуществляет повторение А раз группы блоков от адресата В до данного блока.
25. MARK		Осуществляет отметку времени в параметре А.

--	--	--

5.2 Описание блоков языка GPSS

1 Служебные команды

SIMULATE - блок моделирования

Этот блок должен быть первым блоком программы модели.
Если он отсутствует, то выполнение модели не производится.

END - блок конца программы

Этот блок ставится последним.

START - блок начала моделирования

START A,B,C,D

A - начальное значение счетчика числа завершений
B - признак подавления печати. Если задан параметр NP, то стандартная печать в конце моделирования производиться не будет
C - задает число завершений через который будет выдаваться промежуточная печать
D - признак печати цепей. Печать цепей производиться, если на месте D стоит 1

2 Генерация и уничтожение транзактов

GENERATE - блок генерации транзактов

GENERATE A,B,C,D,E,F,G

A - среднее значение интервала времени между последовательными прохождениями транзактов
B - разброс интервала времени относительно A
C - момент времени в который должен появиться первый транзакт
D - кол-во транзактов которое должно быть сгенерировано, после чего генерация транзактов прекращается

TERMINATE - блок уничтожения транзактов;

TERMINATE A

A - при уничтожении транзактов вычисляется $СЧ = СЧ - N$, где СЧ - счетчик завершений (задается в блоке START). При $СЧ = 0$ моделирование прекращается

3 Вычислительные средства

FUNCTION - блок определения функции;

имя FUNCTION A,B

имя - имя функции

A - аргумент функции для получения значений функции

B - количество пар координат, определяющих функцию, задается таким образом:

СК - для непрерывных функций

DK - для дискретных функций

VARIABLE - блок определения целой переменной;

имя VARIABLE A

имя - имя переменной

A - арифметическое выражение, определяющее переменную

FVARIABLE - блок определения действительной переменной;

имя FVARIABLE A

имя - имя переменной

A - логическое выражение

BVARIABLE - блок определения булевой переменной;

имя BVARIABLE A

имя - имя переменной

A - логическое выражение

SAVEVALUE - блок изменения сохраняемых величин;

SAVEVALUE A,B,C

A - имя изменяемой сохраняемой величины:

Если после A стоит знак <+>, то значение A увеличивается на B; если указан знак <->, то A уменьшается на B; если знак не указан, то A присваивается значение B

B - параметр используемый для модификации сохраняемой величины

C - тип сохраняемой величины

MATRIX - блок описания матриц;

имя MATRIX A,B,C

имя - имя матрицы

A - тип матрицы (X - полнословная, H - полусловная)

B - количество строк в матрице

C - количество столбцов в матрице

MSAVEVALUE - блок изменения значения элемента матрицы;

MSAVEVALUE имя,A,B,C,D

имя - имя матрицы. Если после имя стоит знак <+>, то значение элемента матрицы увеличивается на C; если знак <->, то значение элемента матрицы уменьшается на C; если знака нет, то элементу матрицы приписывается значение C

A - номер строки матрицы

B - номер столбца матрицы

C - величина используемая для изменения значения элемента матрицы

D - тип матрицы

LOGIC - блок изменения логических переключателей;

LOGIC A B

A - оператор действия, который принимает значения:

R - сбросить лог переключатель

S - установить лог переключатель

I - инвертировать лог переключатель

B - имя логического переключателя

INITAL - блок установки начальных значений

Установка значений сохраняемых величин

INITAL A[i],B[i]

A[i] - имя сохраняемой величины

B[i] - начальное значение (может быть положительным и отрицательным)

Установка значений матриц

INITAL A[i](C[i],D[i]),B[i]

A[i] - имя матрицы

C[i] - номер строки матрицы

D[i] - номер столбца матрицы

B[i] - начальное значение

4 Изменение параметров транзактов

ASSIGN - блок изменения значений параметров

ASSIGN A,B,C

A - номер параметра транзакта подлежащего изменению. Если задан знак <+>,то прибавляется целая часть значения (BC),если задан <->,то вычитается; если знак не указан, то присваивается значение B

B - величина, используемая для изменения значения параметра транзакта

C - имя функции, используемой для модификации величины

PRIORITY - блок изменения приоритета

PRIORITY A,B

A - значение приоритета присваиваемое транзакту

B – при наличии данного операнда интерпретатор переставляет транзакт в цепи текущих событий так, что он оказывается в конце нового приоритетного класса, и снова начинает просмотр цепи текущих событий

5 Ансамбли транзактов

SPLIT - блок расщепления транзактов

SPLIT A,B,C,D

A - число дополнительно порождаемых транзактов-"потомков"

B - имя блока, куда будут направлены транзакты "потомки"; транзакт-"родитель" поступает в следующий блок

C - номер параметра транзакта -"родителя" и транзакты "потомков" которые принимают значения: у транзакта-"родителя" B увеличивается на единицу

D - число параметров, которое должен иметь каждый потомок

INITAL - блок установки начальных значений

ASSEMBLE A

A - кол-во членов ансамбля, объединяемых в один транзакт. Когда кол-во вошедших членов ансамбля станет равно A, транзакт прибывший первым, выходит из блока ASSEMBLE

GATHER - блок сбора транзакта

GATHER A

A - кол-во членов ансамбля, накапливаемых в данном блоке. Когда кол-во вошедших членов ансамбля станет равно A, они выходят из блока GATHER

MATCH - блок синхронизации транзактов

MATCH A

A - имя блока сопряженного с данным. Если сопряженный блок содержит транзакт, являющийся членом ансамбля, к которому принадлежит транзакт, вошедший в блок MATCH, то оба транзакта продолжают движение. В противном случае транзакт задерживается в блоке MATCH

ADVANCE - блок задержки транзактов

ADVANCE A,B

A - среднее значение интервала времени, на которое задерживается транзакт

B - разброс интервала времени относительно A; вычисляется, как и в блоке GENERATE

6 Приборы

SEIZE - блок занятия прибора

SEIZE A

A - имя прибора, подлежащего занятию транзакта

RELEASE - блок освобождения прибора

RELEASE A

A - имя освобождаемого прибора

PREEMT - блок захвата приборов

PREEMT A,B,C,D,E

A - имя захватываемого прибора

B - условие захвата прибора. Если указан параметр PR, то захват прибора происходит при условии, что вновь поступающий транзакт имеет более высокий приоритет

C - имя блока в который будет послан прерванный транзакт

D - номер параметра прерванного транзакта, в который помещается значение времени, оставшегося транзакту до окончания обслуживания на приборе

E - если задан параметр RE, то прерванный транзакт теряет право на автоматическое восстановление обработки в приборе

RETURN - блок возврата захваченного прибора

RETURN A

A - имя освобождаемого прибора, т.е. возврат прибора ранее прерванному транзакту

7 Многоканальные устройства

STORAGE - блок описания ёмкости устройства

имя STORAGE A

имя - имя многоканального устройства

A - ёмкость многоканального устройства

ENTER - блок входа в устройство

ENTER A,B

A - имя многоканального устройства

B - занимаемая ёмкость устройства

LEAVE - блок выхода из устройства

LEAVE A,B

A - имя многоканального устройства

B – число освобождаемых приборов многоканального устройства

8 Блоки проверки условий

TRANSFER - блок передачи транзактов

Безусловный режим:

TRANSFER A

A - имя блока в который переходит транзакт

Статический режим:

TRANSFER A,B,C

A - вероятность передачи транзакта на C

B - имя блока, куда передаются транзакты с вероятностью $(1-A)$

C - имя блока, куда передаются транзакты с вероятностью A

Условный режим:

TRANSFER A,B,C

A - задает режим, при котором транзакт сначала пытается войти в блок B. Если вход невозможен, то транзакт пытается войти в блок C. Если транзакт не может войти и в этот блок, то транзакт остается в блоке TRANSFER

B - имя блока

C - имя блока

SELECT - блок выбора элементов

Режим отношения:

SELECT A B, MIN, MAX, C, D, E

В - номер параметра транзакта, в который записывается номер члена группы, соответствующего заданному условию MIN, MAX - наименьший и наибольший номера из множества членов просматриваемой группы

С - значение, с которым должно сравниваться значение

D - имя просматриваемого множества элементов

Е - имя блока, в который передается транзакт, если ни один элемент просматриваемого множества не отвечает заданному условию

Режим работы минимального или максимального элемента:

SELECT A B, MIN, MAX, C

B, MIN, MAX, C - имеют тот же смысл, что и в режиме отношения.

A - Если MIN, то ищется элемент с минимальным значением C, Если MAX, то с максимальным значением C

Логический режим:

SELECT A B, MIN, MAX, E

B, MIN, MAX, E - имеют тот же смысл, что и в режиме отношения

A - логический указатель, задающий условие, которое должно выполняться, может принимать следующие значения:

LS - лог переключатель установлен

LR - лог переключатель сброшен

U - прибор используется

NU - прибор не используется

SF - многоканальное устройство заполнено

SNF - многоканальное устройство не заполнено

SE - многоканальное устройство пусто

SNE - многоканальное устройство не пусто

I - на приборе произошло прерывание

NI - на приборе не произошло прерывание

TEST - блок сравнения атрибутов

TEST X A, B, C

B - имя первого стандартного атрибута

C - имя второго стандартного атрибута

D - имя блока, в который передается транзакт, если условие сравнения не выполняется

X - оператор основания задает операцию сравнения и принимает следующие значения:

G – A больше B?

GE – A больше или равно B?

E – A равно B?

NE – A не равно B?

LE – A меньше или равно B?

L – A меньше B?

GATE - блок проверки состояния элементов

Проверка состояния логических переключений:

GATE A B, C

B - имя лог переключателя

C - имя блока, в который переходит транзакт, если проверяемое условие не выполняется

A - лог указатель задает условие проверки:

LS - лог указатель установлен

LR - лог указатель сброшен

LOOP - блок организации цикла

LOOP A,B

A - номер параметров транзакта, значение которого используется для организации кол-ва повторений(параметр цикла). При входе транзакта в данный блок A, уменьшается на 1. Если A становится равным 0, то транзакт переходит в следующий блок, иначе транзакт переходит в блок с именем B

B - имя блока, в который переходит транзакт, если $A < 0$

QUEUE - блок занятия очереди

QUEUE A,B

A - имя очереди

B - кол-во мест в очереди, занимаемое транзактом

DEPART - блок освобождения очереди

DEPART A,B

A - имя очереди

B - кол-во мест в очереди, освобождаемое транзактом

9 Построение гистограмм

TABLE - блок описания таблицы

имя TABLE A,B,C,D,E

имя - имя таблицы

A - имя переменной, значение которой табулируется. Если указан параметр IA, то осуществляется построение гистограмм интервалов времени между моментами поступления транзактов в данную точку. Если указан параметр RT, то осуществляется построение гистограмм интенсивности прихода транзакта в данную точку, причем интенсивность определяется относительно временного интервала

B - левая граница первого интервала таблицы

C - ширина интервалов таблицы

D - кол-во интервалов таблицы, увеличенное на 2.

E - временной интервал для параметра RT

QTABLE - блок описания таблицы времени пребывания в очереди

имя QTABLE A,B,C,D

имя - имя таблицы

A - имя очереди, для которой строится распределение времени пребывания транзактов в очереди

MARK - блок отметки

MARK A

A - номер параметра транзакта, в который заносится момент времени входа транзакта в данный блок

TABULATE - блок табулирования

TABULATE A,B

A - имя таблицы в которую заносится табулируемая величина, указанная в блоке TABLE, в момент входа транзакта в данный блок

B - весовой коэффициент, задающий число раз которое табулируемая величина должна занести в таблицу при каждом входе в данный блок. При использовании данного параметра в блоке TABLE параметр K должен быть задан как WK

10 Цепи пользователя

LINK-блок ввода транзакта в цепь пользователя

LINK A,B,C

A- имя цепи пользователя

B- Критерий присоединения транзакта к цепи пользователя. B может принимать следующие значения

FITO- встать в конце цепи

LITO- встать в начало цепи P[i]- войти в цепь непосредственно перед транзактом с большим значением i-го параметра

C- имя блока, куда переходит транзакт, если он присоединяется к цепи пользователя

UNLINK- блок вывода транзакта из цепи пользователя

UNLINK A,B,C,D,E,F

A - имя цепи пользователя

B - имя блока, в который переходит выведенные из цепи транзакты

C - число вводимых транзактов. Если задан параметр ALL, то выводятся все транзакты, отвечающие условиям:

D,E- определяют условия вывода транзактов из цепи пользователя

F - имя блока, куда переходит транзакт-инициатор вывода, если из цепи не выводится ни один транзакт

5.3 Стандартные числовые атрибуты

Системные стандартные числовые атрибуты GPSS (СЧА):

RNj - число, вычисляемое j-м генератором случайных чисел. Все генераторы выдают последовательность равномерно распределенных случайных чисел. Это число целое и изменяется от 0 до 999 включительно, кроме двух случаев его использования - в качестве аргумента функции или выражения переменной (VARIABLE, FVARIABLE). В этих случаях RNj будет дробью от 0 до 0.999999;

Cl - текущее значение относительного (условного) времени. Автоматически изменяется программой и устанавливается в 0 управляющими операторами CLEAR или RESET;

AC1 - текущее значение абсолютного времени. Эта величина не меняется под действием управляющего оператора RESET и устанавливается в 0 лишь под действием оператора CLEAR;

TG1 - текущее значение счетчика завершений;

XN1 - номер активного сообщения;

Z1 - размер свободной оперативной памяти в битах;

М1 - время пребывания в модели транзакта, обрабатываемого программой в данный момент.

Эта величина может изменяться блоком MARK;

PR - приоритет транзакта, обрабатываемого в данный момент. Эта величина может изменяться блоком PRIORITY. По умолчанию приоритет равен 0.

СЧА транзактов

Pj или *j или *<имя>, или *\$<имя> - значение параметра j текущего транзакта или значение параметра с именем <имя> текущего транзакта;

MPj - значение времени, равное разности относительного модельного времени и содержимого j-го параметра текущего транзакта;

MBj - флаг синхронизации: 1, если транзакт в блоке j принадлежит тому же семейству, что и текущий транзакт; 0 - в противном случае.

СЧА блоков

Nj - общее число транзактов, вошедших в блок j;

Wj - текущее число транзактов, находящихся в блоке j

СЧА МКУ

Sj - текущее значение содержимого многоканального устройства j. Содержимое многоканального устройства изменяется блоками ENTER и LEAVE;

Rj - число свободных единиц многоканального устройства j. Эта величина изменяется блоками ENTER и LEAVE;

SRj - коэффициент использования многоканального устройства j в тысячных долях;

SAj - среднее содержимое многоканального устройства j;

SMj - максимальное содержимое многоканального устройства j;

SCj - общее число входов в многоканальное устройство j;

STj - среднее время пребывания транзактов в многоканальном устройстве j;

SEj - флаг незанятости многоканального устройства j: 1 - свободно, 0 - занято;

SFj - флаг заполнения многоканального устройства j: 1 - заполнено, 0 - не заполнено;

SVj - флаг готовности многоканального устройства j к использованию: 1 - готово, 0 - не готово.

СЧА одноканальных устройств

Fj - текущее состояние устройства j. Эта величина равна 0, если устройство свободно, и 1 - во всех остальных случаях. Этот атрибут изменяется блоками SEIZE, RELEASE, PREEMPT и RETURN.;

FIj - флаг прерывания устройства: 1, если устройство находится в состоянии прерывания, 0 - в противном случае;

FRj - коэффициент использования устройства j в тысячных долях;

FVj - флаг готовности устройства к использованию: 1 - готово, 0 - в противном случае;

FCj - общее число входов в устройство j;

FTj - среднее время использования устройства транзактами.

СЧА очередей

Qj - длина очереди j

QAj - средняя длина очереди j;

QMj - максимальная длина очереди j;

QCj - общее число входов в очередь j;

QZj - число нулевых входов в очередь j;

QTj - среднее время пребывания транзактов в очереди j (включая нулевые входы);

QXj - среднее время пребывания транзактов в очереди j (без нулевых).

СЧА таблиц

Tvj - вычисленное среднее таблицы j;

TCj - общее число включений в таблицу j;

TDj - вычисленное среднеквадратичное отклонение для таблицы j.

СЧА ячеек и матриц ячеек сохраняемых величин:

Xj - содержимое ячейки j;

MXj(a,b) - содержимое элемента матрицы ячеек j, расположенного в строке **a** и столбце **b**.

СЧА вычислительных объектов

FNj - вычисленное значение функции j. От значения берется целая часть, за исключением тех случаев, когда это значение используется в качестве модификатора в блоках GENERATE, ADVANCE, ASSIGN или в качестве аргумента другой функции;

Vj - вычисленное значение переменной. При вычислении значения переменной с фиксированной запятой получается целое число. При вычислении значения переменной с плавающей запятой дробная часть конечного результата отбрасывается;
BVj - вычисленное значение булевой переменной.

СЧА списков и групп

GNj - текущее число членов в числовой группе j;
GTj - текущее число членов в группе транзактов с номерами j;
CHj - текущее число транзактов в j-м списке пользователя;
CAj - среднее число транзактов в j-м списке пользователя;
CMj - максимальное число транзактов в j-м списке пользователя;
CCj - общее число транзактов в j-м списке пользователя;
CTj - среднее время пребывания транзакта в j-м списке пользователя;
LSj - состояние логического ключа j: 1 - включен, 0 - выключен.

5.4 Основные обозначения элементов отчета

Основные обозначения:

START TIME – время начала моделирования
END TIME - время окончания моделирования
BLOCKS - количество блоков, используемых в программе
FACILITIES – количество устройств
STORAGES – количество многоканальных устройств, для которых определяется емкость накопителя

Далее приводится информация о блоках:

LOC – номер блока, назначенный системой
BLOCK TYPE – название блока
ENTRY COUNT – количество транзактов, прошедших через блок за время моделирования
CURRENT COUNT – количество транзактов, задержанных в блоке на момент конца моделирования
RETRY – количество транзактов, ожидающих специальных условий для прохождения через данный блок

Отчет о работе устройства

FACILITY – название устройства
ENTRIES – количество транзактов, прошедших через устройство
UTIL. – вероятность загрузки устройства (часть периода моделирования, когда устройство было свободно)
AVE. TIME – среднее время обработки одного транзакта устройством

AVAIL. – состояние готовности устройства на момент конца моделирования (1 – готово к обслуживанию очередной заявки; 0 – не готово)
OWNER – номер последнего транзакта занимающего устройство (если не занималось, то значение 0)
PEND – количество транзактов, ожидающих устройство, и находящихся в режиме прерывания
INTER – количество транзактов, прерывающих устройство в данный момент
RETRY – количество транзактов, ожидающих специальных условий, зависящих от состояния объекта типа «устройство»
DELAY – определяет количество транзактов, ожидающих занятия или освобождения устройства

Статистика об очередях:

QUEUE – имя очереди
MAX - максимальная длина очереди
CONT. – текущая длина очереди
ENTRY – общее количество входов
ENTRY(0)- количество «нулевых» входов
AVE.CONT. – средняя длина очереди
AVE.TIME – среднее время пребывания транзактов в очереди
AVE.(-0) – среднее время пребывания в очереди без учета «нулевых» входов
RETRY – количество транзактов, ожидающих специальных условий

Информация о списке текущих событий

CEC (Current Events Chain)

XN – номер транзакта
PRI – приоритет транзакта (по умолчанию - 0)
M1 – время пребывания транзакта в системе с момента начал моделирования
ASSEM - номер семейства транзактов
CURRENT – номер блока в котором находится транзакт
NEXT – номер блока в который перейдет транзакт далее
PARAMETER – номер или имя параметра транзакта
VALUE – значение параметра

Информация о списке будущих событий

FEC (Future Events Chain)

XN – номер транзакта
PRI – приоритет транзакта
BDT - таблица модельных событий – абсолютное модельное время выхода транзакта из списка будущих событий (и перехода транзакта в список текущих событий)
ASSEM - номер семейства транзактов
CURRENT - номер блока в котором находится транзакт (0 – если транзакт не вошел в модель)
NEXT - номер блока в который перейдет транзакт далее
PARAMETER – номер или имя параметра транзакта
VALUE – значение параметра

6. Рекомендуемая литература

1. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. Учебник для ВУЗов – М.: Высшая школа, 2012.
2. Советов С.М., Яковлев С.М. Моделирование систем.// Лаб. практикум. – М.: Высшая школа, 2012.
3. Технология системного моделирования/ Е.Ф.Аврачук, А.А.Вавилов, С.В.Емельянов, В.В.Калашников и др./ Под общ.ред. С.В.Емельянова и др. – М.: Машиностроение. Берлин: Техник, 1988. –520 с.
4. Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем. Минск, 1997
5. Бычков С.П., Храмов А.А. Разработка моделей в системе моделирования GPSS. М.:МИФИ, 1997
6. Кудрявцев Е.М. GPSS World.