

• **МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**
НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ

Гнатушенко Вікт.В., Дмитрієва І.С., Фененко Т.М.



РОБОЧА ПРОГРАМА,
методичні вказівки та індивідуальні завдання
до вивчення дисципліни «Моделювання систем»
для студентів напрямку 122-комп'ютерні науки

Дніпро НМетАУ 2018

ЗМІСТ

ВСТУП

1 ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

2 РОБОЧА ПРОГРАМА ТА МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

3 КОНТРОЛЬНА РОБОТА

3.1 ЗАВДАННЯ

3.2 ВАРІАНТИ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ

ВИСНОВКИ

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

ВСТУП

Головними завданнями дисципліни «Моделювання систем» є придбання студентами практичних навичок проведення розрахунків на персональних ЕОМ для моделювання і аналізу процесів будь-якої природи, а також освоєння основних прийомів розрахункового аналізу впливу різних чинників на показники роботисистеми.

Методичні вказівки призначені також для організації проведення розрахунково-практичних робіт з математичного моделювання систем.

Сьогодні відповідно до чинного державного освітнього стандарту «Моделювання систем» вивчається як самостійна дисципліна студентами напряму 6.050101 «Комп'ютерні науки». Дисципліна входить до циклу професійно-орієнтованих дисциплін за фахом.

Дисципліна «Математичне моделювання» складається з таких основних тем:

Системи масового обслуговування як об'єкти комп'ютерного моделювання

Побудова моделей систем

Аналіз СМО. Мережі СМО

Планування та проведення експериментів з моделями

Основні вимоги до виконання контрольної роботи є такі, що до моменту приїзду студента на екзаменаційну сесію він повинен мати конспект дисципліни, виконану і зараховану контрольну роботу. Якщо контрольну роботу не зараховано, то студент не допускається до іспиту.

• 1 ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Навчальна дисципліна "Моделювання систем" є обов'язковою і входить до циклу професійно-орієнтованих дисциплін за фахом.

Мета вивчення дисципліни – • формування у студентів теоретичних знань з сучасних інформаційних технологій моделювання систем, методів, засобів і систем їх реалізації та практичних навичок їх ефективного використання; • формування у студентів практичних навичок роботи у конкретних автоматизованих інформаційних системах моделювання, що використовуються в організаціях; • забезпечення засвоєння студентами методології прийняття управлінських рішень на підставі даних, отриманих за допомогою моделювання систем.

У результаті вивчення дисципліни студент повинен:

- володіти методами математичного та імітаційного моделювання незалежно від того, які програмні засоби моделювання використовуються;
- знати і вміти застосовувати одну або декілька імітаційних систем і мов програмування;
- бути обізнаним із сучасними інформаційними технологіями, що забезпечують інтеграції моделей у системи проектування, планування і керування;
- бути спроможним приймати рішення за результатами моделювання;
- знати основні класи математичних моделей і методи моделювання систем, а також принципи побудови імітаційних моделей процесів функціонування систем, методи та етапи їх формалізації та алгоритмізації;
- вміти вибирати та використовувати методи математичного моделювання при проектуванні та експлуатації складних систем управління, розробляти схеми алгоритмів для імітаційного моделювання технічних, технологічних, організаційних, інформаційних систем та їх об'єктів, реалізовувати моделюючі програми на комп'ютері;
- мати уявлення про сучасний стан і перспективи розвитку методів моделювання в галузі інформаційних технологій, систем управління та систем обробки інформації з використанням сучасних програмних систем, таких як програмні генератори, інтерактивні, інтелектуальні та візуальні системи моделювання.

Для успішного складання іспиту з дисципліни необхідно: опрацювати питання контрольної роботи, підготуватись до іспиту згідно питань дисципліни.

Зв'язок з іншими дисциплінами – Викладання курсу „Моделювання систем” повинно базуватися на знаннях, які студенти одержали при вивченні дисциплін „Загальні основи систем технологій”, „Комп'ютерна техніка та програмування”, “Системне програмування”, “Теорія алгоритмів” та інших. Студент повинен мати стійкі навички роботи на персональному комп'ютері, знати типові програмні продукти додатків Microsoft Office, обробки масивів технологічних даних(СУБД FoxPro, Access).

Набуті знання і вміння у подальшому можуть бути використані при виконанні курсових робіт та дипломному проектуванні.

• 2 РОБОЧА ПРОГРАМА ТА МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Технологічна карта до робочої програми вивчення дисципліни «Моделювання систем» для студентів заочної форми навчання напряму 6.050101 «Комп'ютерні науки» представлена у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1- Розподіл навчальних годин та форми контролю

Усього годин за навчальним планом	144
у тому числі: Аудиторні заняття	64
з них:	32
- лекції	
- лабораторні заняття	0
- практичні заняття	32
- семінари	0
Самостійна робота	80

- виконанні індивідуального завдання	60
- підготовці до контрольних робіт	10
- вивчення окремих розділів програми, які не увійшли до лекційного курсу	12
Підсумковий контроль (іспит, залік)	іспит

Практично-розрахункова робота мистить наступні розділи:

1 . Опис модельованої системи

1.1 Описаніє модельованої системи

текст завдання

1.2 Структурна схема моделі системи

На підставі словесного опису для кращого розуміння структури модельованої системи , малюється її структурна схема, що показує фізичні елементи з яких вона складається і їхнього взаємозв'язку .

Рисунок 1.1 - Структурна схема системи

Проводиться аналіз структурної схеми та описи системи , яке дозволяє визначити , що в процесі роботи системи можливі наступні ситуації функціонування та руху потоку заявок.

1.3 Q- схема системи

Відповідно до побудованої концептуальною моделлю і символікою Q- схем створюється структурна схема даної СМО , в якій визначено І - джерело , К- канали , Н - накопичувачі (малюнок) .

Аналізуючи Q- схему визначається : кількість фаз , кількість каналів і словесний опис функціонування СМО .

Рисунок 1.2 - Структурна схема цеху в символіці Q- схем

2 . Побудова математичної моделі

2.1 Укрупнення схема моделює алгоритму

Існує два різновиди схем моделюючих алгоритмів : узагальнена (укрупнена) схема , що задає загальний порядок дій , і детальна схема , яка містить уточнення до узагальненої схемою.

Узагальнена схема моделює алгоритму даної задачі , будується з використанням " принципу t " , представляється на малюнку.

Детальна схема моделює алгоритму містить опис кожного блоку узагальненої схеми .

Моделирование систем на базе Q-схем

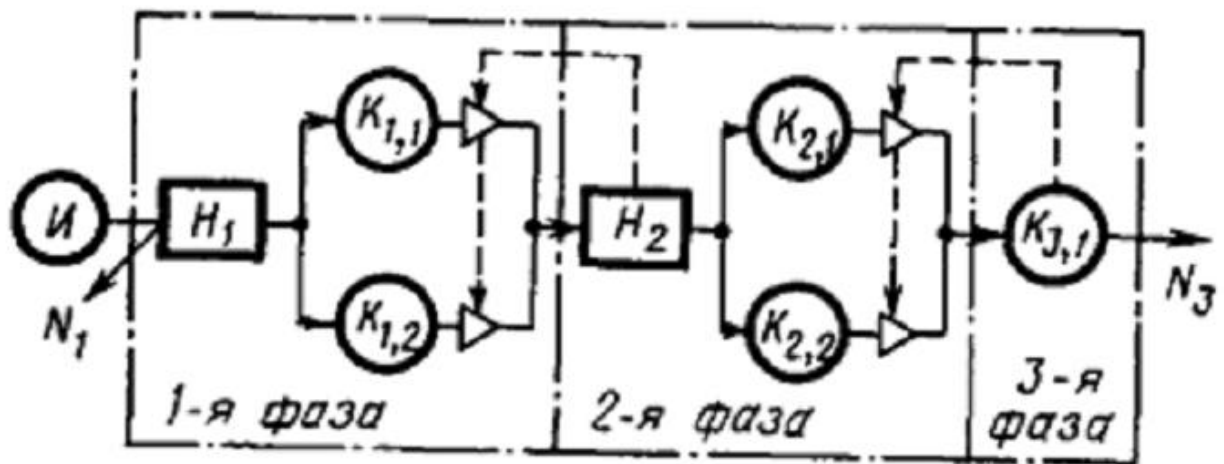


Рисунок – пример Q-схемы общего вида

На рисунке представлена трехфазная Q-схема ($L^{\Phi}=3$) с блокировкой каналов по выходу в 1-й и 2-й фазах обслуживания (пунктирная линия). В качестве выходных потоков рассматриваются поток потерянных заявок из H_1 и поток обслуженных заявок из $K_{3,1}$ (N_1 и N_3).

Для имитационной модели, рассматриваемой Q-схемы определены следующие переменные:

И – источник заявок,

Н – накопитель,

К – канал обслуживания заявок

P- вероятность потери заявок,

t_m - время поступления очередной заявки из И,

$t_{k,j}$ - время окончания обслуживания каналом очередной заявки

$z_i, z_{k,j}$ - состояние накопителя и канала

L_j - емкость накопителя

Процедура моделирования процесса обслуживания каждым элементарным каналом $K_{k,j}$ сводится к следующему. Путем обращения к генератору случайных чисел с заданным законом распределения получается длительность времени обслуживания и вычисляется время окончания обслуживания $t_{k,j}$, а затем фиксируется состояние $z_{k,j} = 1$; при освобождении $z_{k,j} = 0$; при блокировке канала $K_{k,j}$ записывается $z_{k,j} = 2$ (блокировка). При поступлении заявки в накопитель N_i к его содержимому добавляется 1 ($z_i = z_i + 1$), а при уходе на обслуживание вычитается 1 ($z_i = z_i - 1$).

Детерминированный моделирующий алгоритм

На рисунке представлена укрупненная схема детерминированного моделирующего алгоритма Q-схемы, построенного по «принципу Δt ». Блок 10 служит для отсчета системного времени с постоянным шагом Δt ($t_n = t_{n-1} + \Delta t$). Для определения момента остановки при моделировании Q-схемы проводится проверка условий (блок 3).

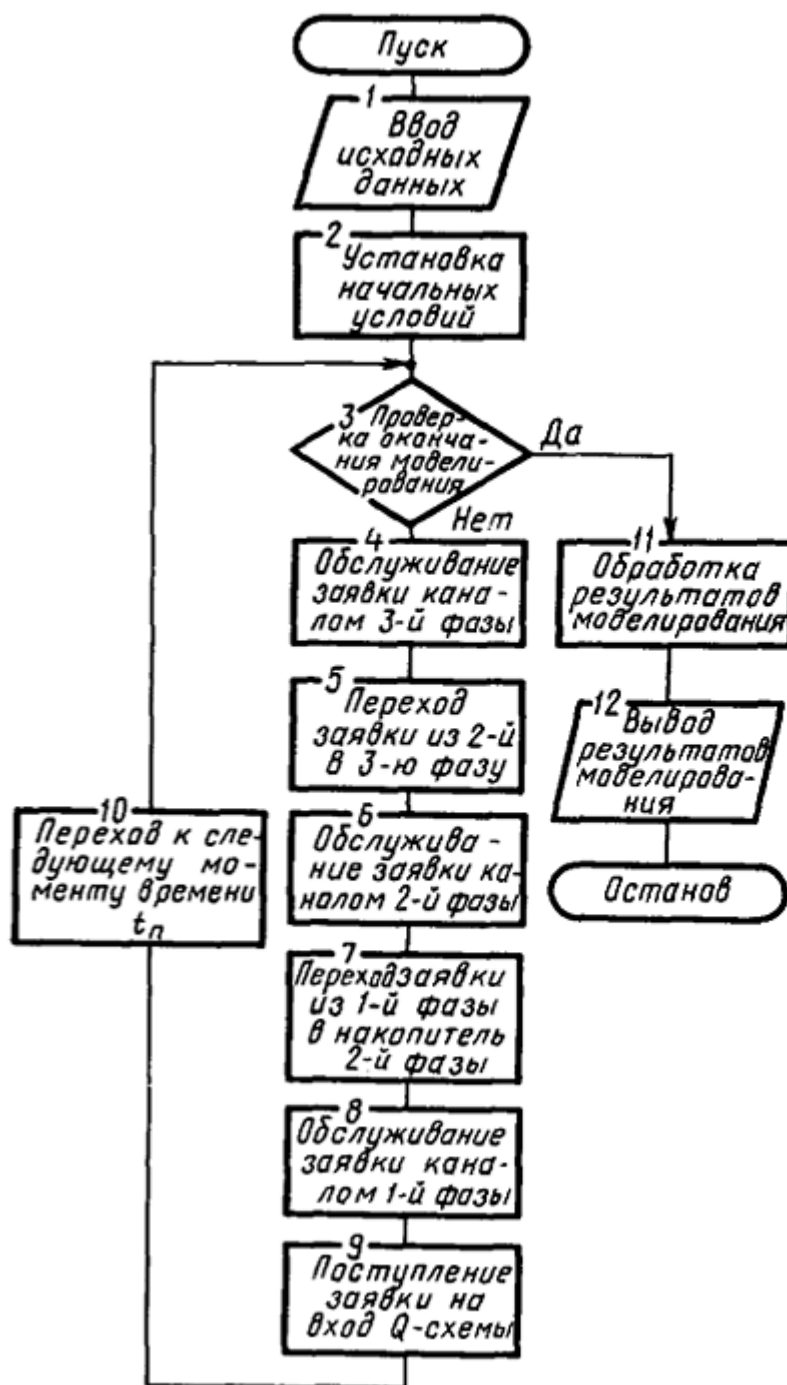


Рисунок – Укрупненная схема детерминированного моделирующего алгоритма Q-схемы

Детализированные схемы алгоритмов блоков

WORK (K(K,J)) – генератор случайных чисел с соответствующим каналу $K_{k,j}$ законом распределения, который генерирует длительность обслуживания очередной заявки $t_{k,j}$.

D(TM) – генерация заявок источником (И), определение момента поступления очередной t_m в Q-схему.

Окончание обслуживания заявки в некотором канале $K_{k,j}$ в момент времени t_n может вызвать процесс распространения изменений состояний элементов системы в направлении, противоположном движению заявок в системе, поэтому все Н и К системы просматриваются при моделировании начиная с обслуживающего канала последней фазы по направлению к накопителю 1-й фазы.

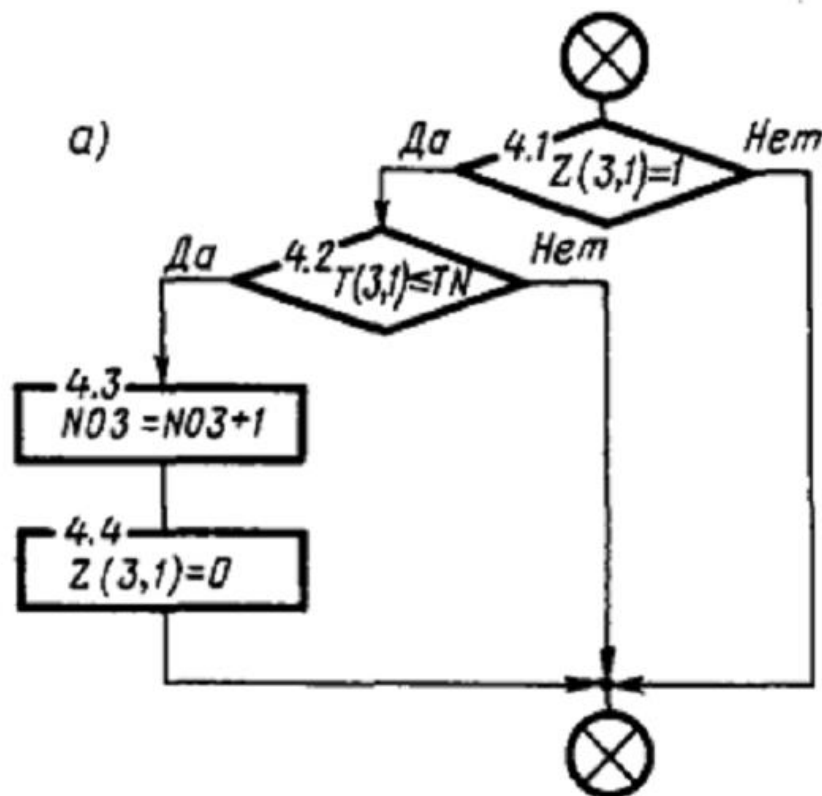


Рисунок – Схема блока обслуживания заявки каналом 3 фазы

После пуска, ввода исходных данных и установки начальных условий (блоки 1 и 2) проверяется условие окончания моделирования системы (блок 3). Затем производится имитация обслуживания заявок каналом $K_{3,1}$ 3-й фазы Q-схемы. (рис.а). Если закончилось обслуживание в $K_{3,1}$ (элементы 4.1 и 4.2), то фиксируется выход из системы очередной обслуженной заявки (элемент 4.3) и освобождается канал $K_{3,1}$ (элемент 4.4).

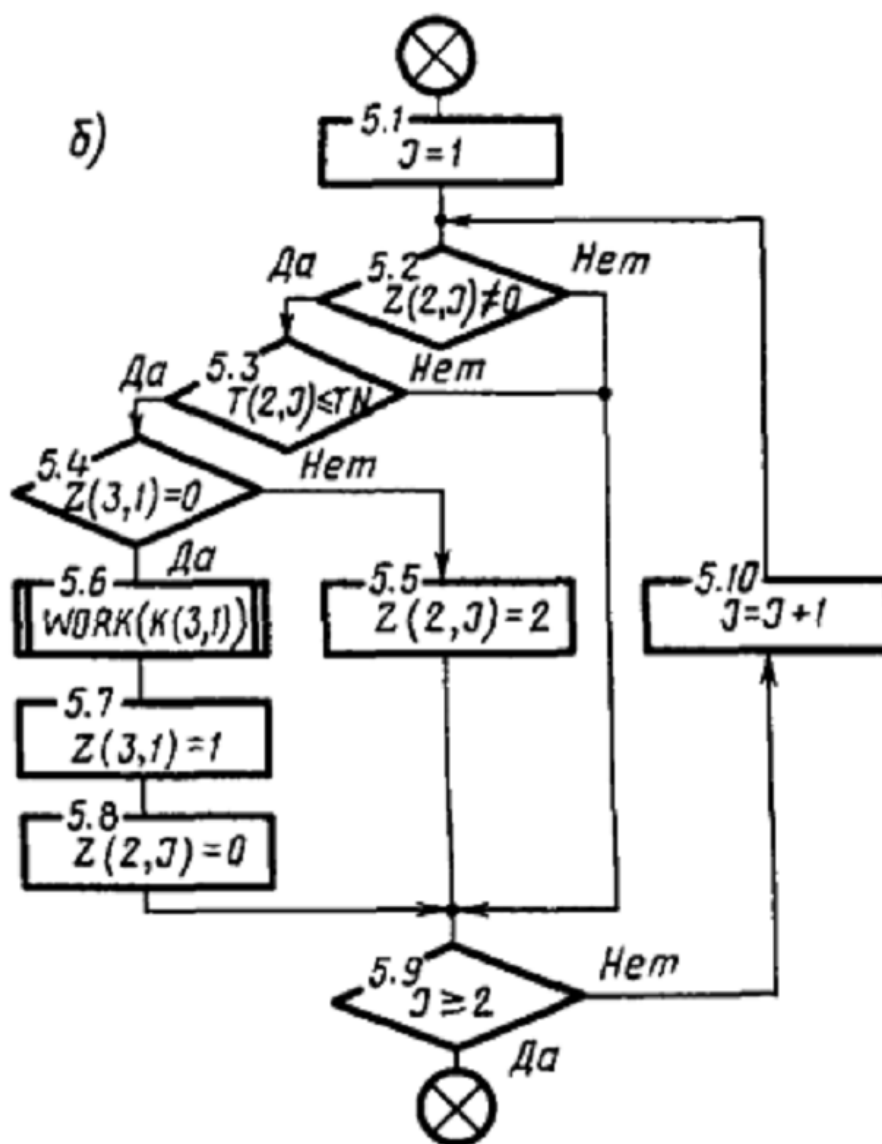


Рисунок – Схема блока перехода заявки из 2 в 3 фазу

Работа каналов 2-й фазы (рис.б). Последовательно просматриваются каналы этой фазы (элементы 5.1, 5.9, 5.10). Определяется, имеются ли в каналах 2-й фазы заявки, ожидающие обслуживания в канале $K_{3,1}$ (элементы 5.2 и 5.3). Если в момент времени t_n имеются заявки, требующие обслуживания в $K_{3,1}$, и этот канал свободен (элемент 5.4), то выбирается одна из заявок и имитируется ее обслуживание $K_{3,1}$ (оператор 5.6), фиксируется занятость канала 3-й фазы (элемент 5.7) и освобождается канал 2-й фазы (элемент 5.8). Если канал $K_{3,1}$ занят (элемент 5.4), то фиксируется блокировка канала 2-й фазы (оператор 5.5).

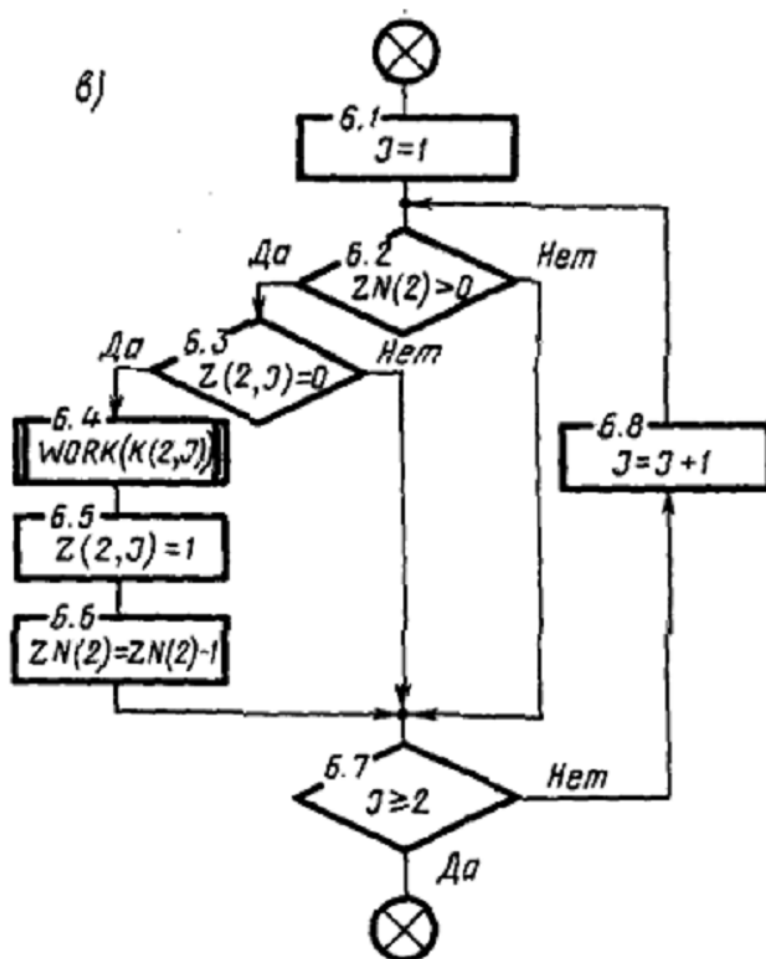


Рисунок – Схема блока обслуживания заявки каналом 2 фазы

Имитируется взаимодействие в процессе обслуживания заявок в накопителе и каналов 2-й фазы последовательно для каждого из каналов (элементы 6.1, 6.7, 6.8). Если в накопителе H_2 имеются заявки (элемент 6.2) и свободные каналы 2-й фазы (элемент 6.3), то имитируется обслуживание заявки одним из свободных каналов (элементы 6.4, 6.5) и освобождение места в накопителе H_2 (элемент 6.6).

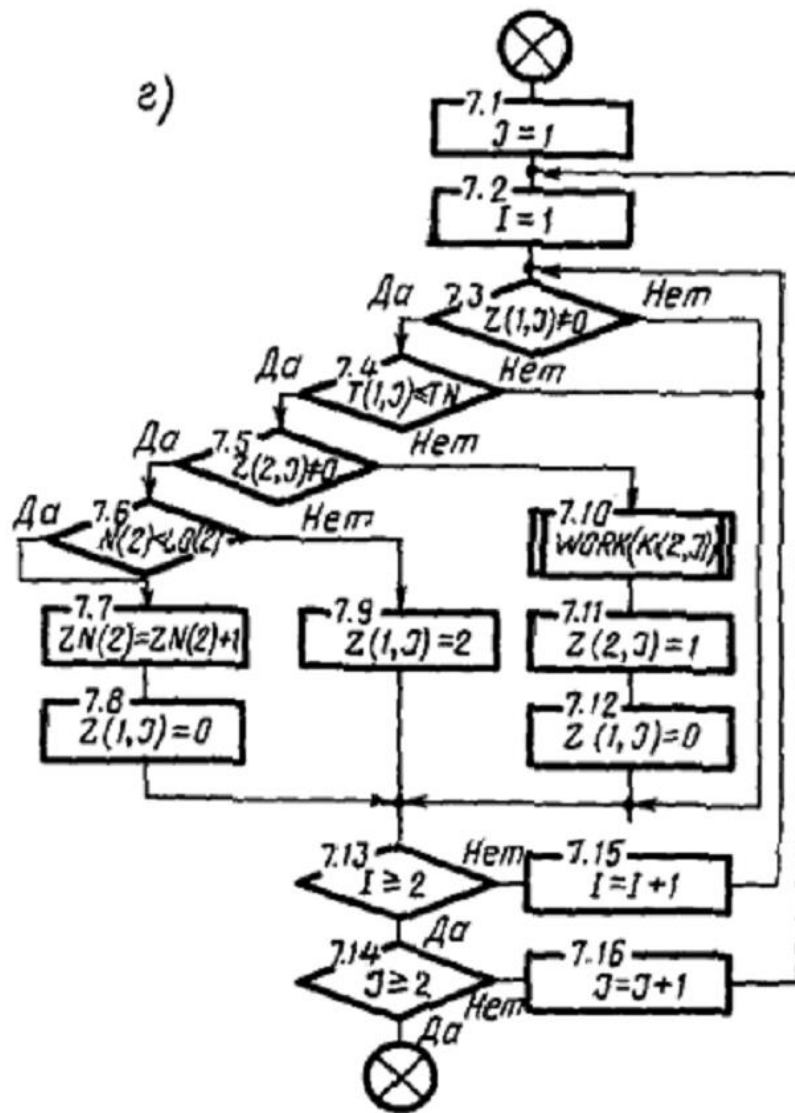


Рисунок – Схема блока перехода заявки из 1 в накопитель 2 фазы

Имитируется взаимодействие конкретного канала 1-й фазы и накопителя 2-й фазы H_2 (элементы 7.1, 7.2, 7.13-7.16). Для $K_{1,j}$ проверяется наличие заявок, требующих обслуживания в t_n (элемент 7.3, 7.4). Если нет свободных каналов 2-й фазы (элемент 7.5), но в накопителе имеются свободные места (элемент 7.6), то моделируется запись заявки в H_2 (элемент 7.7) и освобождение конкретного канала 1-й фазы (элемент 7.8). Если свободных мест в H_2 нет, то фиксируется блокировка канала 1-й фазы (элемент 7.9). При наличии свободных каналов 2-й фазы осуществляется обслуживание заявки (элемент 7.10) и фиксируется занятость одного из каналов 2-ой фазы (элемент 7.11) и освобождение одного из каналов 1-й фазы

(элемент 7.12). Элементы 7.3 и 7.4 повторяются, так как одновременно из 1-й фазы во 2-ю могут переместиться две заявки.

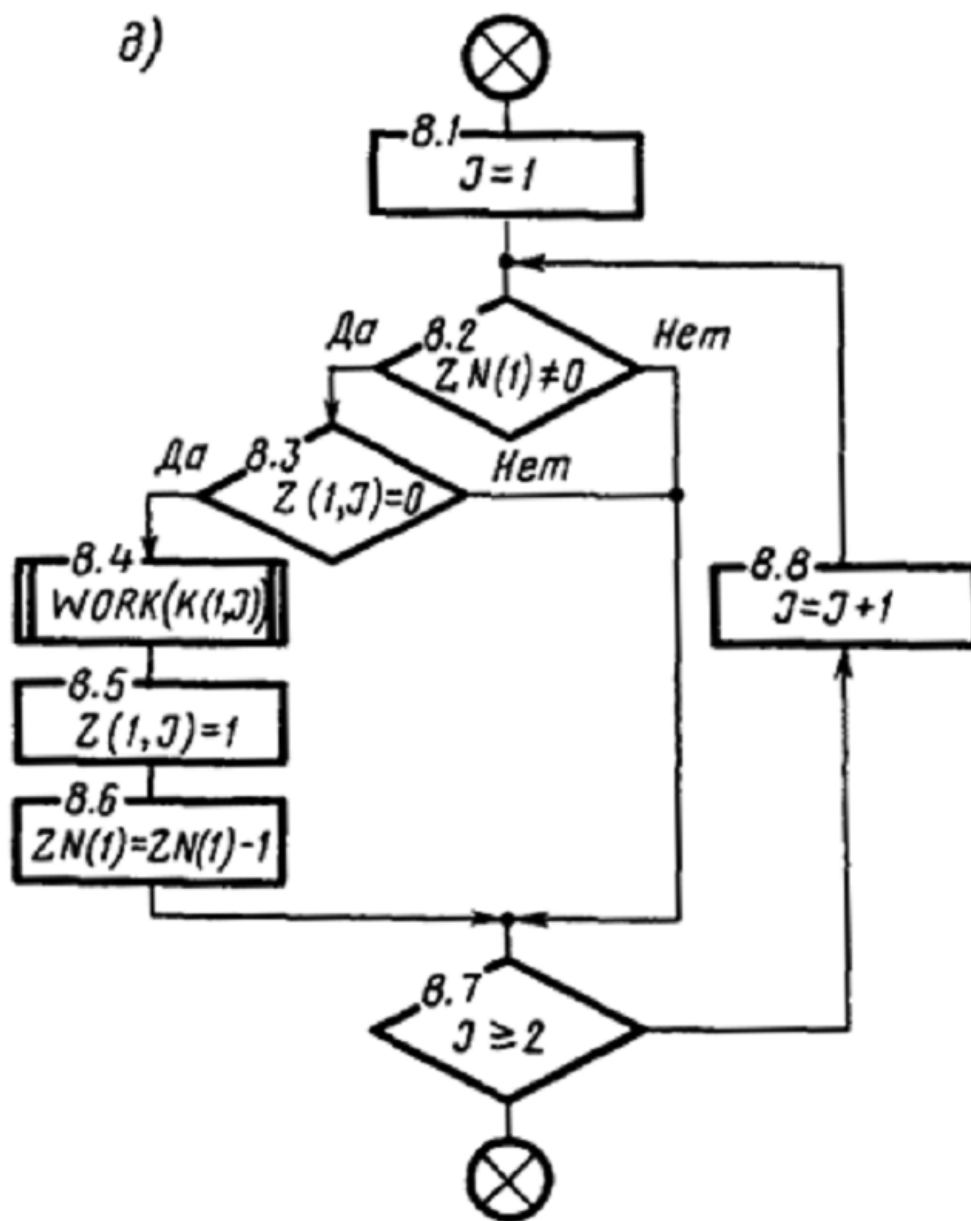


Рисунок – Схема блока обслуживания заявки каналом 1 фазы

Имитируется взаимодействие в процессе обслуживания заявок в накопителе и каналов 1-й фазы (элементы 8.1, 8.7, 8.8). Проверяется необходимость и возможность обслуживания каналами $K_{1,j}$ заявок из накопителя N_1 (элементы

8.2, 8.3). Если в накопителе H_1 имеются заявки и один из $K_{1,j}$ свободен, то имитируется обслуживание заявки в 1-й фазе (элемент 8.4), фиксируется занятость конкретного канала (элемент 8.5) и освобождение одного места в H_1 (элемент 8.6).

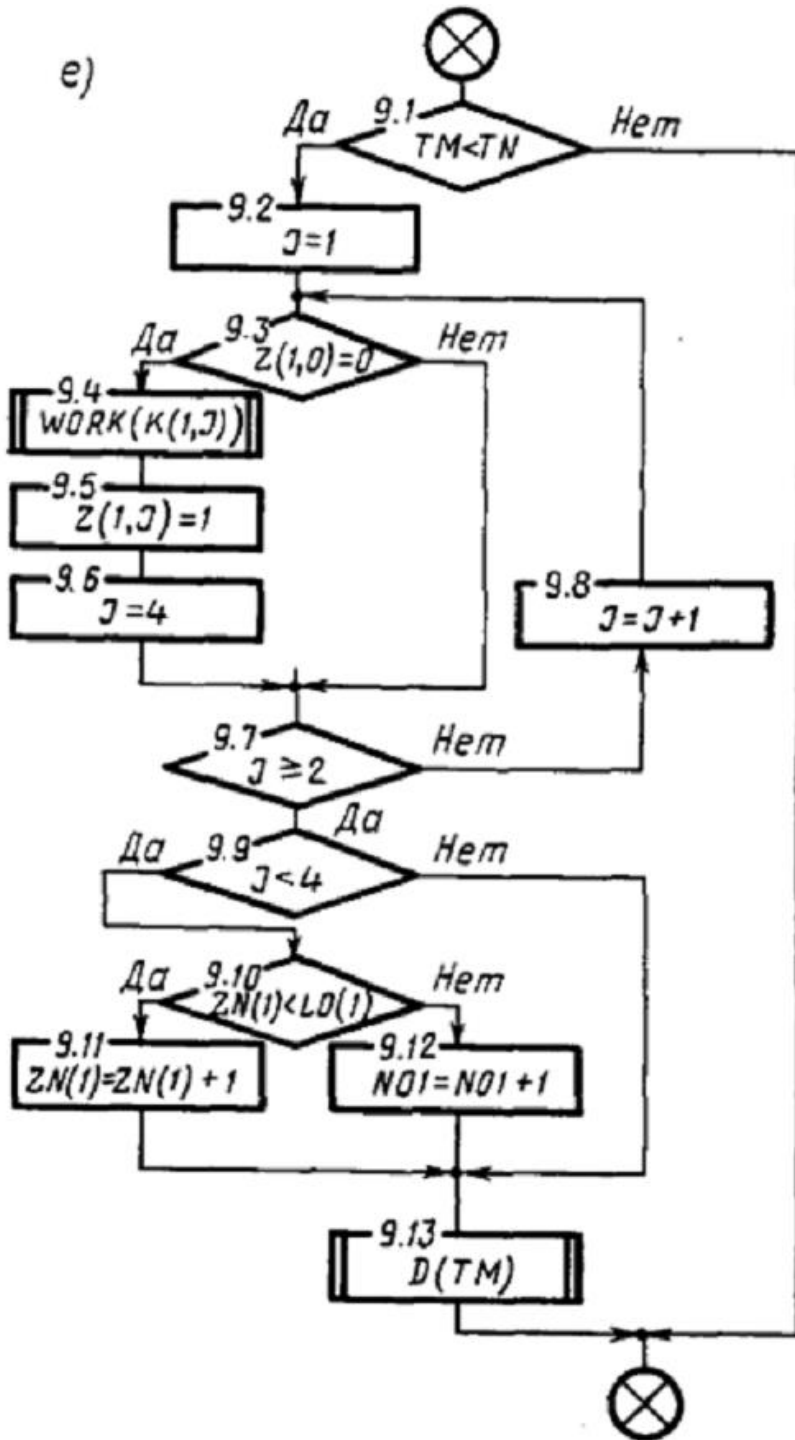


Рисунок – Схема блока поступления заявки на вход q-схемы

Имитируется взаимодействие источника (И) и накопителя 1-й фазы H_1 , с учетом занятости каналов этой фазы (рис.е). Операторами циклов являются элементы 9.2, 9.6 – 9.9. Если в t_n поступила заявки из И (элемент 9.1), то она при наличии свободного канала (элемент 9.3) может быть обслужена $K_{1,j}$ (элементы 9.4, 9.5), при наличии места в H_1 поставлена в очередь (элементы 9.10, 9.11) либо при отсутствии места в H_1 (переполнении) потеряна (элемент 9.12).

После этого определяется время поступления в схему очередной заявки из источника t_m (элемент 9.13) и управление передается блоку 10, который определяет момент очередного шага t_n .

После выполненных действие управление снова передается блоку 3, который проводит обработку и выдачу результатом моделирования, а затем остановку всего процесса (блоки 11 и 12).

2.3 Опис програмної реалізації рішення задачі

Вноситься лістинг програмної реалізації рішення задачі з описом вхідних і вихідних параметрів СМО .

3 . Аналіз результатів моделювання

Запустити програму на виконання і переконавшись у вдалому завершенні , вивести результати моделювання та основні параметри .

Пример оформления задания

1. Описание моделируемой системы

1.1 Описание моделируемой системы

На сборочный участок цеха через интервалы времени, распределенные экспоненциально со средним значением 15 минут, поступают партии деталей. Процесс сборки детали занимает 8 минут. Затем изделие поступает на участок регулировки, продолжительность которой в среднем 10 мин (время регулировки распределено экспоненциально). Необходимо смоделировать работу двух участков в течение 40 часов. Определить возможные места появления очередей и их вероятностно-временные характеристики. Предложить меры их устранения и смоделировать скорректированную систему. Описанный цех с двумя участками представляет собой систему массового обслуживания с ожиданием и без отказов (все заявки обслуживаются).

1.2 Структурная схема модели системы

На основании словесного описания для лучшего понимания структуры моделируемой системы, нарисует ее структурную схему, показывающую физические элементы из которых она состоит и их взаимосвязи (рисунок 1.1).

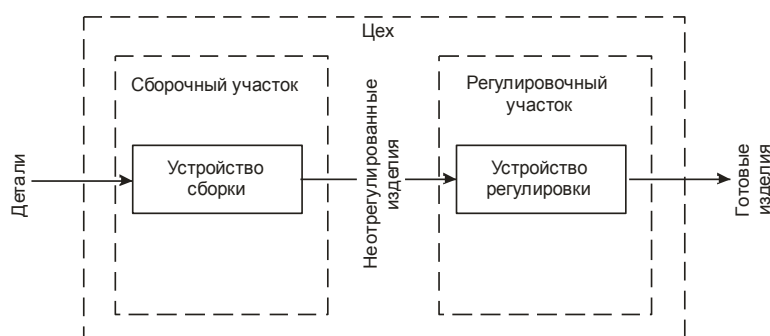


Рисунок 1.1 - Структурная схема системы

Анализ структурной схемы и описания системы позволяет сказать, что в процессе работы цеха возможны следующие ситуации:

- 1) детали попадают на сборку;
- 2) детали ожидают освобождения устройства сборки;

- 3) неотрегулированные изделия попадают на регулировку;
- 4) неотрегулированные изделия ожидают освобождения устройства регулировки.

1.3 Q-схема системы

В соответствии с построенной концептуальной моделью и символикой Q-схем структурную схему данной СМО можно представить в виде, показанном на рисунке 1.2, где И - источник, К1 и К2 - каналы, Н1 и Н2 - накопители.



Рисунок 1.2 - Структурная схема цеха в символике Q-схем

Анализируя Q-схему можно сказать, что система представляет собой двухфазную одноканальную СМО с ожиданием.

Источник заявок И имитирует поступление партий деталей в цех. Очередная заявка (партия деталей) поступает в накопитель первой фазы Н1 (на склад сборочного участка) и если канал первой фазы К1 (сборочное устройство) занят, то ожидает его освобождения, после чего занимает его (происходит сборка). После обработки на первой фазе (сборки) заявка (изделие) поступает в накопитель второй фазы Н2 (склад регулировочного участка) и если канал второй фазы К2 (регулирующее устройство) занят, то ожидает его освобождения, после чего занимает его (происходит регулировка). После обработки на второй фазе (регулировки) заявка покидает систему (покидает цех).

2. Построение математической и имитационной модели

2.1 Укрупненная схема моделирующего алгоритма

Перейдем к этапу построения моделирующего алгоритма. Известно [1], что существует две разновидности схем моделирующих алгоритмов: обобщенная (укрупненная) схема, задающая общий порядок действий, и детальная схема, содержащая уточнения к обобщенной схеме.

Обобщенная схема моделирующего алгоритма данной задачи, построенная с использованием "принципа Δt ", представлена на рисунке 2.1.

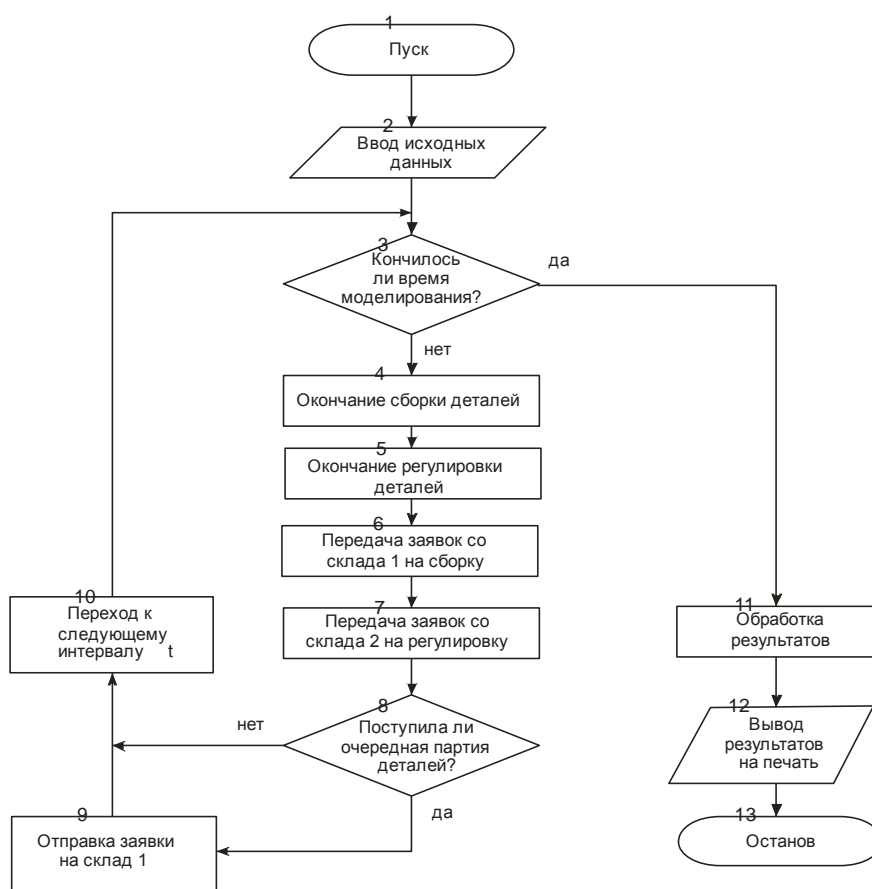


Рисунок 2.1 - Обобщенная схема моделирующего алгоритма

2.2 Детальная схема моделирующего алгоритма

2.3 Описание программной реализации решения задачи

Опишем программу на языке GPSS/PC. Для этого сначала дадим краткую характеристику языка.

Общелевая система моделирования GPSS (General Purpose Simulating System) предназначена для построения статистических (имитационных, на основе метода Монте-Карло) моделей дискретных сложных систем различной физической природы. Общим для систем, исследование которых может проведено с помощью GPSS, является наличие различных случайных факторов, существенным образом влияющих на смену состояний в системе. При этом предполагается, что множество состояний исследуемой системы является дискретным (конечным или счетным); смена состояний происходит

в некоторые моменты времени. Интервалы между моментами смены состояний могут быть как случайными, так и детерминированными величинами. В течение всего интервала между моментами смены состояний исследуемая система состояния не меняет.

Существенной особенностью GPSS является ориентация на построение моделей таких систем, в которых возможно возникновение очередей различного рода. К таким системам относятся всевозможные системы массового обслуживания, вычислительные системы, транспортные - в том числе и железнодорожные - системы и т.д.

С помощью средств GPSS экспериментатор имеет возможность описать как алгоритм функционирования исследуемой системы, так и воздействие случайных факторов на систему. Таким образом, GPSS может рассматриваться и как некоторый язык описания сложных систем.

Составив описание, экспериментатор получает возможность постановки различных экспериментов, в ходе которых многократно воспроизводятся случайные ситуации, соответствующие возможным случаям воздействия внешних факторов на исследуемую систему, находящуюся в различных состояниях.

Опишем машинную программу решения нашей задачи на языке GPSS/PC.

Для построения нашей модели используем блоки SEIZE, RELEASE - для эмуляции занятия и освобождения устройств; QUEUE, DEPART - для входа в очередь и выхода из нее; а так же блок ADVANCE - для осуществления задержки транзакта на обработку и пару GENERATE, TERMINATE - которые имитируют приход новых заявок в систему и выход обработанных из нее.

Для генерации экспоненциально распределенных интервалов времени поступления заявок в систему и времени обработки на второй фазе будем использовать операторы типа FVARIABLE (вещественная переменная), которые вычисляются при каждом проходе транзакта через блок, где содержится упоминание этой переменной.

Выберем единицей времени в системе минуту.

Текст программы исходной модели приведен в приложении 1.

3. Анализ результатов моделирования

Запустим программу на выполнение в системе GPSS/PC, и убедившись в удачном завершении симуляции, создадим файл стандартной выходной статистики с помощью команды REPORT. Содержимое этого текстового файла приведено в приложении 2. Проанализируем этот файл.

Время начала симуляции - 0, время окончания симуляции - 1440. Статистика по устройствам и очередям представлена в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 - Статистика по устройствам модели

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE._TIME	AVAILABLE	OWNER	PENDING	INTEGR	RETRY	DELAY
ASM	143	0,595	5,99	1	144	0	0	0	4
REG	137	0,766	8,06	1	138	0	0	0	5

Таблица 3.2 - Статистика по очередям модели

QUEUE	MAX	COUNT.	ENTRIES	ENTRIES (0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY
1	5	4	147	48	0,53	5,24	7,78	0
2	11	5	142	38	2,05	20,84	28,45	0

В таблице 3.1 представлена информация об устройствах по сборке деталей (ASM) и регулировки изделий (REG). В статистику по устройствам включается:

количество транзактов, прошедших через устройство;

загрузка устройства (вероятность занятости) в течение всего времени моделирования;

среднее время обработки транзакта на устройстве;

состояние готовности устройства в конце периода моделирования;
номер последнего сообщения, занимавшего устройство;
количество сообщений, ожидающих устройство, находящееся в "режиме прерывания";
количество сообщений, прерывающих устройство в данный момент;
количество сообщений, ожидающих специальных условий, зависящих от состояния объекта типа "устройство";
определяет количество сообщений, ожидающих занятия устройства.

Во таблице 3.2 представлена информация об очередях на сборку (1) и регулировку (2). Для очередей выводятся следующие данные: максимальное значение длины очереди; количество транзактов в очереди в конце симуляции; общее количество транзактов, прошедших через очередь; количество транзактов, прошедших через очередь без ожидания; среднее значение длины очереди; среднее значение времени задержки транзакта в очереди с учетом транзактов, прошедших без ожидания; среднее значение времени задержки транзакта в очереди без учета транзактов, прошедших без ожидания; количество сообщений, ожидающих специальных условий, зависящих от состояния объекта типа "очередь".

Выпишем из таблицы, согласно обозначениям, введенным на этапе построения математической модели, полученные в результате имитационного моделирования вероятностно-временные характеристики очередей: для первой фазы: $r_1 = 0,53$, $t_1 = 7,78$ минут; для второй фазы: $r_2 = 2,05$, $t_2 = 28,45$ минуты.

Заключение

В данной работе выполнены следующие цели: построение модели исследуемой системы, анализа этой модели, проведение имитационных экспериментов над ней, с целью выявления нюансов его поведения.

На этапе построения модели были построены все необходимые схемы, обеспечивающие полное понимание структуры модели и принципов ее работы.

При проведении исследований выяснилось, что в системе возможны очереди.

- **3 КОНТРОЛЬНА РОБОТА**

Тема роботи: Проектування й розробка системи масового обслуговування, планування та проведення експерименту.

1.1. 3.1 Завдання

Спроектувати й розробити систему масового обслуговування, спланувати та провбести експеримент згідно варіанту.

Скласти звіт:

Титульний аркуш (стандартний).

Мета роботи.

Завдання.

Короткі теоретичні відомості.

Опис виконаної роботи (отриманих результатів) по пунктах.

Висновки.

Література

3.2 Варіанти контрольних робіт

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 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 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 загрузку второго станка на вторичной обработке и вероятность появления отходов. Определить возможность снижения задела в накопителе и повышения загрузки 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 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.

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 10 ± 5 мс. Здесь они буферизируются в накопителе емкостью 20 пакетов и передаются по любой из двух линий АВ1 — за время 20 мс или АВ2 — за время 20 ± 5 . В пункте В они снова буферизируются 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 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 ЭВМ. Сигналы от датчиков поступают на вход канала через интервалы времени 10 ± 5 мкс. В канале они буферизируются и предварительно обрабатываются в течение 10 ± 3 мкс. Затем они поступают на обработку в ту ЭВМ, где имеется наименьшая по длине входная очередь. Емкости входных накопителей во всех ЭВМ рассчитаны на хранение величин 10 сигналов. Время обработки сигнала в любой ЭВМ равно 33 мкс.

Смоделировать процесс обработки 500 сигналов, поступающих с датчиков. Определить средние времена задержки сигналов в канале и ЭВМ 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 10 ± 5 мин. Цементация занимает 10 ± 7 мин, а закаливание — 10 ± 6 мин. Качество определяется суммарным временем обработки. Шестерни с временем обработки свыше 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 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 ни 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.

Задание 8. На конвейерный 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.

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 10 ± 3 мс. Передача пакета занимает 10 с. 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.

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 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 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 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.

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, задания класса С монополизируют ЭВМ. Задания класса А поступают через 20 ± 5 мин, класса В — через 20 ± 10 мин и класса С — через 30 ± 10 мин и требуют для выполнения: класс А — 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 А и В могут дозагружаться к решаемой задаче.

Смоделировать работу ЭВМ за 80 ч. Определить ее загрузку.

Задание 13. В студенческой вычислительной лаборатории расположены две рабочие станции (РС) и одна ПЭВМ для предварительной подготовки данных. Студенты приходят с интервалом в 8 ± 2 мин и одна треть из них хочет использовать ПЭВМ и РС, а остальные — только РС. Допустимая очередь в вычислительной лаборатории составляет 4 человека, включая работающего на ПЭВМ. Работа на ПЭВМ занимает 18 ± 1 мин, а на РС — 27 мин. Кроме того, 20 % работающих на РС возвращаются для повторного использования ПЭВМ и РС.

Смоделировать работу вычислительной лаборатории в течение 60 ч. Определить загрузку ПЭВМ, РС и вероятность отказа в обслуживании вследствие переполнения очереди. Определить соотношение в очереди желающих работать на РС и на ПЭВМ

Задание 14. К ЭВМ 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 ЭВМ 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 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 отклонение 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 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 10 знаков/с. Смоделировать 5 ч работы ЭВМ. 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, обрабатывая 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 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.

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 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.

Задание 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.

Задание 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.

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 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.

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 10 ± 2 с, обрабатываются в течение 3 с, 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 20 ± 4 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 300 ± 30 с. Восстановление занимает 100 с. 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.

Задание 23. На вычислительный центр через 300 ± 100 с поступают задания длиной 500 ± 200 Кбайт. Скорость ввода, вывода и обработки заданий 100 Кбайт/мин. Задания проходят последовательно ввод, обработку и вывод, буферизуясь перед каждой операцией. После вывода 5 % заданий оказываются выполненными неправильно вследствие сбоя 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 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.

Задание 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 $3 \div 2$ 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.

Задание 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.

Задание 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.

Задание 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?

Задание 29. В специализированной вычислительной системе периодически выполняются три вида заданий, которые характеризуются уровнями приоритета: нулевым, первым и вторым. Каждый новый запуск задания оператор производит с помощью 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.

Задание 30. Задания на обработку данных, поступающие на рабочую станцию (РС), 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 рабочую станцию (РС) через каждые 8 ± 3 мин и требуют для своей обработки 4 ± 3 мин времени работы процессора. Короткие задания вводятся в РС с дисплея 13 ± 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 предварительно готовятся на дискетах на ПЭВМ за 8 ± 5 мин и вводятся в РС дисковода 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 РС обрабатывается только одно задание.

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

Задание 31. В вычислительной лаборатории (ВЛ) имеются 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 соответствующую 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 ВЛ имеется лишь одно рабочее место для корректировки ввода.

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

Задание 32. Информационная система реального времени состоит из центрального процессора (ЦП), основной памяти (ОП) емкостью 100 Кбайт и накопителя на жестком диске (НД). Запросы от большого числа удаленных терминалов поступают каждые 75 ± 25 мс и обрабатываются ЦП за время 1 мс. После этого каждый запрос помещается в ОП либо получает отказ в обслуживании, если ОП заполнена (каждый запрос занимает 2 кбайт памяти). Для обслуживаемых запросов производится поиск информации на НД за время 120 ± 25 мс и ее считывание за время 10 ± 5 . Работа с НД не требует вмешательства ЦП. 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 НД.

Задание 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.

Задание 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.

Задание 35. Распределенный банк данных организован на базе трех удаленных друг от друга вычислительных центров А, В и С. Все центры связаны между собой каналами передачи данных, работающими в дуплексном режиме независимо друг от друга. В каждом 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 А, В и С. 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 А — 5 ± 2 мин, в центре В — 10 ± 2 мин, в центре С — 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 распределении банка данных при условии, что всего обслуживается 100 заявок. Подсчитать число заявок, поступивших и обслуженных в каждом центре. Определить коэффициенты загрузки ЭВМ центров.

Задание 36. В системе автоматизации экспериментов (САЭ) на базе специализированной ЭВМ данные от измерительных устройств поступают в буферную зону оперативной памяти каждые 800 ± 400 мс. Объем буфера — 256 Кбайт, длина одного информационного сообщения — 2 Кбайт. Для записи сообщения в буфер требуется 20 мс времени работы процессора. После заполнения буфера его содержимое переписывается на накопитель на жестком диске (НД), для чего сначала необходима работа процессора в течение 30 мс, а потом — совместная работа процессора и накопителя НД в течение 100 ± 30 мс. Для

обработки каждой новой порции информации на НД, объем которой равен 2560 Кбайт, запускается специальная программа, требующая 100 ± 20 с времени работы процессора. Эта программа имеет самый низкий приоритет и прерывается программами сбора и переписи данных на НД.

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.

Задание 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.

Задание 38. Самолеты прибывают для посадки в район 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 вырываются 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.

Задание 39. На склад готовой продукции предприятия каждые 5 ± 2 мин поступают изделия типа А партиями по 500 шт., а каждые 20 ± 5 мин — изделия типа В партиями по 2000 шт. С интервалом времени 10 ± 5 мин к складу подъезжают автомобили, в каждый

из которых надо погрузить по 1000 шт. изделий типа А и В. 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 автомобилей, включая автомобиль, стоящий под погрузкой. Автомобили, не нашедшие места у склада, уезжают с его территории без груза.

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

Задание 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.

Задание 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.

Задание 42. Улицы, выходящие на четырехсторонний перекресток, имеют обозначения по направлению движения часовой стрелки: А, В, С и D. Со стороны улицы А машины подходят к перекрестку каждые 3 ± 2 с, причем 30 % из них поворачивают направо в направлении А — D, а 20 % — налево в направлении А — В. Поворот налево возможен, если нет движения в направлении С — А. Со стороны улицы С машины подходят к перекрестку каждые 6 ± 2 с, причем 60 % из них проезжают прямо в направлении С — А, а 40 % — направо в направлении С — В. Поворот налево в направлении С — 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 А и С в течение получаса. Подсчитать число машин, проследовавших в каждом направлении. Определить среднюю и максимальную длину очереди машин для каждого направления движения.

Задание 43. Двухколейная железная дорога имеет между станциями А и В одноколейный 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 40 ± 10 мин. Участок пути АС поезда преодолевают за 15 ± 3 мин, а участок пути ВС — за 20 ± 3 мин. Со станций А 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 А и В, а также среднее время ожидания на разъезде С и коэффициент загрузки запасного пути.

Задание 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.

Задание 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 до пяти судов. Здесь работают три крана, производящие разгрузку-погрузку за 20 ± 5 ч. Суда прибывают в акваторию порта каждые 13 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 но 1 ч 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 порталых кранов.

• **ВИСНОВКИ**

Підготовлені методичні вказівки для студентів заочної форми навчання напряму 122 – «Комп'ютерні науки».

Приведена технологічна карта для дисципліни «Моделювання систем».

Розглянуті основні питання дисципліни «Моделювання систем»: підходи до проектування моделей систем, моделі систем, системи масового обслуговування як об'єкти комп'ютерного моделювання, аналіз СМО, планування та проведення експериментів з моделями

Наведено короткі відомості з розробки системи масового обслуговування, планування та проведення експеримента.

Матеріал, який викладено, призначений для самостійної роботи студентів заочної форми навчання і може бути використаний для виконання контрольної роботи з дисципліни «Моделювання систем».

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Гультаев А. Визуальное моделирование в среде MATLAB: Учебный курс. - СПб.: Питер, 2000. - 432 с.
2. Емельянов В. В., Ясиновский С. И. Введение в интеллектуальное имитационное моделирование сложных дискретных систем и процессов.

- Язык РДО. -М.: АНВИК, 1998. - 427с.
3. Кельтон В., Лоу А. Имитационное моделирование. — 3-е изд. —СПб.: Питер; К.: Издат. группа BHV, 2004. - 847 с.
 4. Котов В. Е. Сети Петри. - М.: Наука, 1984. - 196 с.
 5. Литвинов В. В., Марьянович Т, П. Методы построения имитационных систем. - К.: Наук, думка, 1991. - 120 с.
 6. Основы системного анализа и проектирования АСУ: Учеб. пособие / А. А. Павлов.С. И Гриша, В. Н. Томашевский и др.: Под общ. ред. А. А Павлова. - К., Вища шк., 1991. 367 с.
 7. Рыжиков Ю. И. Имитационное моделирование. Теория и технология. — СПб.: КОРОНА принт; М.: Альтекс-А, 2004. - 384 с.
 8. Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование. Идеи. Методы-Примеры. - 2-е изд., испр. - М: Физматлит, 2001. — 316с.
 9. Ситник В. Ф., Орленко Н. С. Імітаційне моделювання: Навч. посібник. — К.: КНЕУ, 1998. - 208 с.
 10. Ситник В. Ф., Орленко Н. С. Імітаційне моделювання: Навч.-метод. посібник для самост. вивч. дисц. - К.: КНЕУ, 1999. - 208 с.
 11. Советов Б. Я., Яковлев С. А. Моделирование систем: Учебник для вузов. — М.: Высш. шк., 2001. - 320 с.
 12. Советов Б. Я., Яковлев С. А. Моделирование систем. Практикум: Учеб. пособие для вузов. — М.: Высш. шк., 2006. — 295 с.
 13. Томашевський В. М. . Імітаційне моделювання систем і процесів. — К.: ІСДО, 1994.- 124 с.
 14. Томашевський В. М. . Моделювання систем . — К.: BHV, 2005.- 352 с.
 15. Томашевский В., Жданова Е. Имитационное моделирование в среде GPSS. — М.: Бестселлер, 2003. - 416 с.
 16. Томашевський В. М., Жданова О. Г., Жолдаков О. О. Вирішення практичних завдань методами комп'ютерного моделювання. — К.: Корнійчук, 2001. — 267 с.
 17. Цвиркун А. Д., Акинфиев В. К., Филиппов В. А. Имитационное

моделирование в задачах синтеза структуры сложных систем: Оптимизационный подход /Отв. ред. В. Н. Бурков. - М.: Наука, 1985. - 173 с.

18. Шрайбер Т.Дж. Моделирование на GPSS. - М.: Машиностроение, 1980. 593 с.