

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 12

### Инструментальные средства моделирования

**Цель работы** - получить навыки работы с языком имитационного моделирования GPSS

#### Порядок выполнения работы

1. Смоделировать одноканальную СМО с очередью для 1000 клиентов. Время между прибытиями посетителей подчинено равномерному закону. Время обслуживания также распределено равномерно. Собрать статистику об очереди.

Вариант	Поступление заявки	Обработка заявки
1	15±3	13±3
2	23±3	26±3
3	16±2	14±2
4	21±2	25±2
5	5±1	3±2
6	4±2	6±1
7	8±1	5±2
8	10±2	14±1
9	11±4	15±2
10	12±1	8±3

В отчете: текст программы с комментариями; блок-схема задания; результаты моделирования с комментариями.

2. Смоделировать процесс прохождения заявок через прибор. Поступление заявок подчиняется равномерному закону с интервалом  $X \pm Y$  мин, обработка – экспоненциальному (таблица 12.1). Если у прибора нет возможности принять заявку, она становится в очередь. Собрать статистику об очереди.

Вариант	Поступление заявки	Обработка заявки
1	5±1	13± e <sup>x</sup>
2	8±1	26± e <sup>x</sup>
3	21±2	14± e <sup>x</sup>
4	16±2	25± e <sup>x</sup>
5	15±3	3± e <sup>x</sup>
6	11±4	6± e <sup>x</sup>
7	23±3	5± e <sup>x</sup>
8	12±1	14± e <sup>x</sup>
9	4±2	15± e <sup>x</sup>
10	10±2	8± e <sup>x</sup>

В отчете: текст программы с комментариями; блок-схема задания; результаты моделирования с комментариями.

3. Рассматривается система с потерями. Число мест в очереди ограничено  $Z$ . В случае, если все  $Z$  мест в очереди заняты, заявка теряется. Поступление заявок подчинено экспоненциальному закону (таблица 12.1), обработка – равномерному закону.

Вариант	Поступление заявки	Обработка заявки	Количество мест
1	$18 \pm e^x$	$5 \pm 1$	2
2	$21 \pm e^x$	$8 \pm 1$	3
3	$17 \pm e^x$	$21 \pm 2$	4
4	$22 \pm e^x$	$16 \pm 2$	5
5	$6 \pm e^x$	$11 \pm 4$	3
6	$3 \pm e^x$	$15 \pm 3$	4
7	$12 \pm e^x$	$23 \pm 3$	5
8	$19 \pm e^x$	$12 \pm 1$	6
9	$11 \pm e^x$	$4 \pm 2$	5
10	$5 \pm e^x$	$10 \pm 2$	4

Таблица 12.1

exp(x/y)	
x	y
0	0
0.1	0.104
0.2	0.222
0.3	0.335
0.4	0.509
0.5	0.69
0.6	0.915
0.7	1.2
0.75	1.38
0.8	1.6
0.84	1.83
0.88	2.12
0.9	2.3
0.92	2.52
0.94	2.81
0.95	2.99
0.96	3.2
0.97	3.5
0.98	3.9
0.99	4.6
0.995	5.3
0.998	6.2
0.999	7
1	8

В отчете: текст программы с комментариями; блок-схема задания; результаты моделирования с комментариями.

4. Моделирование процесса перевозки грузов. Разработать GPSS-модель для анализа процесса перевозки. Определить оптимальное количество мест для разгрузки автомобилей, а также дать рекомендации об изменении числа задействованных автомобилей.

На стройке работает N грузовых автомобилей. В начале 8-часового рабочего дня они прибывают на стройку, образуя простейший поток событий с интенсивностью  $\lambda$ . Время разгрузки автомобилей распределено равномерно на интервале  $[m1, h1]$ . Одновременно могут разгружаться не

более  $M$  автомобилей (другие ожидают в очереди). Разгрузившись, автомобили выполняют следующий рейс и через время, равномерно распределённое на интервале  $[m_2, h_2]$ , они вновь прибывают для разгрузки на стройку.

Вариант	N	M	$\lambda$ , авт./ч	$m_1$	$h_1$	$m_2$	$h_2$
1	10	2	1,1	10	20	60	80
2	11	3	1,2	10	15	60	90
3	12	2	1,3	9	15	61	80
4	8	3	1,4	9	20	62	90
5	9	2	1,5	11	15	63	80
6	10	3	1,6	11	20	64	90
7	11	2	1,7	12	15	65	80
8	12	3	1,8	12	20	66	90
9	8	2	1,9	13	15	67	80
10	9	3	1	13	20	68	90

### 5. Моделирование работы карьера

В карьере самосвалы доставляют руду от двух экскаваторов, причем после выгрузки руды у измельчителя самосвалы всегда возвращаются к одним и тем же экскаваторам. Время погрузки самосвала распределено экспоненциально с математическим ожиданием 5, время поездки постоянно и равно 3, время разгрузки распределено экспоненциально с математическим ожиданием 2, время обратной поездки постоянно и равно 1. К каждому экскаватору приписаны три самосвала. Очереди к каждому экскаватору организованы по правилу "первым пришел - первым обслужен".

Требуется проанализировать функционирование всей системы в течение 480 единиц времени для определения загрузки экскаватора и измельчителя и длин очередей к ним.

6. Построить математическую модель задачи, осуществить имитационное моделирование в пакете GPSS.

В целях экономии денежных средств несколько строительных бригад хотели бы использовать одну бетономешалку, емкость которой рассчитана на производство раствора, необходимого для нормальной работы только одной бригады.

При соглашении порционный разлив бетона бригадами не предусмотрен. Таким образом, каждая бригада имеет следующие возможности: работать с имеющимся бетоном; ожидать новой партии бетона (возможность использования бетономешалки); непосредственно пользоваться бетономешалкой для производства раствора.

Время расхода бригадами очередной партии бетона находится в пределах  $a$  минут. Изготовление раствора занимает  $b$  минут. Стоимость работы бетономешалки составляет  $c$  \$ за  $d$  часов, а цена материала одного замеса –  $e$  \$. Общий заработок бригады в час равен  $f$  \$.

Необходимо построить модель описанного процесса и на ее основе определить оптимальное число участвующих в соглашении бригад из расчета общей прибыльности данного мероприятия.

Вариант	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>
1	25±5	14±2	12000	35	250	60
2	27±3	14±3	13000	38	300	50
3	28±2	15±3	12800	46	270	70
4	28±3	13±2	14200	42	320	80
5	26±4	14±1	12800	37	280	50
6	29±2	15±1	13600	32	350	60
7	30±1	13±1	15000	49	230	90
8	28±1	15±2	14300	50	240	80
9	29±1	12±3	12500	41	290	70
10	25±2	16±1	13200	39	330	60

### Контрольные вопросы

1. Понятие моделирования. Характеристики моделей.
2. Понятия моделирования: система, внешняя среда. Типы атрибутов элементов и системы.
3. Классификация систем.
4. Основные понятия: событие, действие, процесс, очередь, модельное время, системы массового обслуживания, системная величина.
5. Элементы процедуры решения: события, категории событий; таймер модельного времени, методы увеличения значения таймера; завершение моделирования; алгоритмизация моделирования.
6. Языки имитационного моделирования систем: SIMULA, SIMSCRIPT, GPSS и др. Имитационное моделирование систем на GPSS.
7. Блочно-ориентированная концепция GPSS.
8. Функциональная структура GPSS. Типы объектов: транзакты, блоки, списки, устройства, памяти, логические ключи, очереди, таблицы, ячейки, функции, переменные.
9. Понятие транзакта. Списки событий (текущих и будущих). Блоки GPSS, связанные с транзактами.
10. Блок GENERATE создания транзакта. Его параметры и стандартные числовые атрибуты (СЧА). Пример использования блока GENERATE.
11. Блок ASSIGN присваивания и изменения значений параметров. Запись текущего модельного времени в заданный параметр транзакта
12. Блок MARK Изменение приоритета транзакта. Блок PRIORITY. Удаление транзактов из модели. Блок TERMINATE.
13. Моделирование обслуживания заявок (задержки транзактов на

определенный отрезок модельного времени) с помощью блока ADVANCE.

14. Переменные и функции. Оператор VARIABLE. Определение функций. Пример модели.

15. Блоки GPSS, связанные с аппаратными объектами. Блоки SIZE создания и RELEASE освобождения одноканальных устройств

16. Моделирования захвата и освобождения одноканального устройства с помощью блоков PREEMPT и RETURN.

17. Определение многоканальных устройств (МКУ). Оператор определения STORAGE (память).

18. Блоки ENTER (войти) и LEAVE (покинуть) занятия и освобождения каналов обслуживания МКУ.

19. Создание объектов типа «очередь». Блоки QUEUE (стать в очередь) DEPART (уйти из очереди). Оператор QTABLE создания таблицы.

20. Задержка или изменение маршрутов транзактов с помощью блока GATE.