

## Имитационное моделирование с помощью метода Монте-Карло

**Цель работы** – ознакомиться с методами анализа и принятия решений с использованием перспективных компьютерных технологий имитационного моделирования на основе метода Монте-Карло

### Задание для самостоятельной работы

Требуется разработать алгоритм имитации объекта на основе метода Монте-Карло и реализовать его в виде программы

#### Задача 1.

Предприятие выпускает строительный материал. На основе наблюдений известно, что в  $p\%$  изделий имеется брак. Выпуск годного строительного материала дает предприятию прибыль в размере 7 ден.ед., выпуск бракованного строительного материала – убыток в размере 5 ден.ед. Требуется разработать алгоритм имитации выпуска строительного материала на основе метода Монте-Карло и реализовать его в виде программы. Определить среднюю прибыль предприятия от выпуска строительного материала.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$p$	52	38	63	48	72	46	57	67	82	35

**Задача 2.** При обработке экспериментальных данных было установлено, что часовая выработка экскаватора, распределена по нормальному закону, параметры которого  $\bar{x}$  м<sup>3</sup>/ч и  $\sigma_{\bar{x}}$  м<sup>3</sup>/ч. Требуется смоделировать для отмеченных условий случайную величину –  $X$ , производительность экскаватора. Число реализаций принять равным 5.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\bar{x}$	65	45	62	53	47	59	55	66	63	60
$\sigma_{\bar{x}}$	13	9	11	8	13	12	9	13	14	11

**Задача 3.** Известно из статистических наблюдений, что период работы скрепера между двумя ремонтами составляет в среднем  $\bar{x}$  смен с средним квадратическим отклонением  $\sigma_{\bar{x}}$ . Требуется смоделировать межремонтный период работы скрепера (число реализаций равно 5) при условии, что случайная величина  $X$  имеет гамма-распределение.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\bar{x}$	100	90	95	110	89	97	103	101	99	94
$\sigma_{\bar{x}}$	20	16	18	22	12	19	22	21	20	17

**Задача 4.** Продолжительность времени безотказной работы виброударного механизма  $\lambda$  подчиненно показательному закону распределения. Определите последовательность значений продолжительности времени безотказной работы виброударного механизма. Число реализаций равно 10.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

$\lambda$	0,011	0,013	0,012	0,114	0,016	0,015	0,001	0,002	0,08	0,01
-----------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------

**Задача 5.** Известно количество грузовых автомобилей для вывозки к объектам работ элементов сборных дорожно-мостовых конструкций, изготавливаемых на базе железобетонных изделий.

Число машин в час	Частота (по вариантам)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9
5	13	11	12	11	12	11	12	14	12	11
6	12	10	13	10	13	15	12	15	10	16
7	25	23	20	21	25	25	21	22	23	24
8	40	47	45	49	40	40	45	40	45	40

Смоделировать количество грузовых автомобилей для вывозки к объектам работ элементов сборных дорожно-мостовых конструкций, изготавливаемых на базе железобетонных изделий в течение 10 часов.

**Задача 6.** Предприятие выпускает датчики четырех типов (A,B,C,D) для автоматизированных систем управления технологическими процессами. Из опыта работы предприятия известно, что примерно  $a\%$  всех заказов составляют заказы на датчики типа A,  $b\%$  - B,  $c\%$  - C,  $d\%$  - D. Все датчики могут выпускаться в обычном исполнении (для работы в обычных условиях) или в специальном исполнении (для работы при высокой влажности, во взрывоопасной среде или при высокой температуре).

Известно, что примерно в  $m\%$  всех заказов требуется датчик для работы при высокой влажности, в  $n\%$  заказов - для работы во взрывоопасной среде, в  $z\%$  заказов – для работы при высокой температуре. При этом к одному датчику может предъявляться несколько дополнительных требований (например, может быть заказан датчик для работы при высокой влажности и температуре).

Затраты предприятия на выпуск одного датчика в обычном исполнении следующие: датчик типа A - 25 ден.ед., B – 15 ден.ед., C – 35 ден.ед., D – 30 ден.ед. Дополнительные затраты предприятия при выпуске датчика для работы при высокой влажности составляют 8 ден.ед., во взрывоопасной среде – 12 ден.ед., при высокой температуре – 10 ден.ед. (эти затраты не зависят от типа датчика).

Датчики, выпущенные в обычном исполнении, продаются по следующим ценам: A – 45 ден.ед., B – 35 ден.ед., C – 60 ден.ед., D – 50 ден.ед. За каждое дополнительное требование цена датчика повышается на 20% от исходной цены. Например, если будет заказан датчик типа A для работы при высокой влажности и температуре, то затраты на его выпуск составят  $25+8+10=43$  ден.ед. Он будет продан по цене  $45+0,4 \cdot 45=63$  ден.ед. (т.е. по цене, повышенной на 40%, так как при выпуске датчика выполнены два дополнительных требования). Прибыль от выпуска такого датчика составит  $63-43=20$  ден.ед.

Требуется разработать алгоритм имитации выпуска датчиков на основе метода Монте-Карло и реализовать его в виде программы.

Определить: а) среднюю прибыль предприятия от выпуска одного датчика; б) долю датчиков специального исполнения (т.е. хотя бы с одним дополнительным требованием) в общем объеме заказов.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>a</i>	20	15	35	30	20	40	40	10	15	35
<i>b</i>	30	35	15	20	30	10	10	20	10	40
<i>c</i>	10	10	10	10	35	35	15	30	35	20
<i>d</i>	40	40	40	40	15	15	35	40	40	15
<i>m</i>	30	25	20	10	10	15	20	10	35	30
<i>n</i>	20	15	40	30	35	35	25	35	20	15
<i>z</i>	25	20	10	40	25	25	15	15	15	10

**Задача 7.** Асфальтобетонный завод состоит из ряда сооружений: асфальтосмесителя, битумоплавильной установки. В свою очередь каждое из указанных сооружений состоит из нескольких узлов. Асфальтосмесительная установка - это комплект технологического оборудования, состоящий агрегата питания, сушильного агрегата, пылеулавливающих устройств, битумоплавильного агрегата, агрегата минерального порошка, смесительного агрегата, бункера-накопителя готовой продукции, оборудования для выполнения транспортных операций и кабины управления. Битумоплавильная установка включает в себя: котел, сальниковый кран, электровинтовой привод, приварные фланцы и бесшовные стальные трубы.

Отказ любого устройства приводит в нерабочее состояние асфальтобетонный завод.

Время безотказной работы каждого сооружения - случайная величина, распределенная по экспоненциальному закону; среднее время безотказной работы асфальтосмесителя –  $\lambda_1$ , битумоплавильной установки –  $\lambda_2$ . Требуется разработать алгоритм и программу имитации работы завода на основе метода Монте-Карло. Определить: среднее время безотказной работы асфальтобетонного завода.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\lambda_1$	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2
$\lambda_2$	2	1,9	1,8	1,7	1,6	1,4	1,5	1,3	1,2	1,1

**Задача 8.** В автоматизированной системе управления технологическим процессом передаются сигналы от производственного оборудования (объекта управления) к управляющему компьютеру. Длительность передачи сигнала - случайная величина, распределенная по экспоненциальному закону со средним значением 5 мс. В канале связи возможны помехи. Интервалы между моментами помех - случайные величины, распределенные по экспоненциальному закону. Помехи возникают в среднем 20 раз в секунду. Если во время передачи сигнала возникает хотя бы одна помеха, то сигнал искажается.

Требуется разработать алгоритм и программу имитации передачи сигналов на основе метода Монте-Карло. Определить вероятность передачи сигнала без искажений.

**Задача 9.** Необходимо распределить 4 бригады по 10 человек на строительство новых четырех объектов, чтобы выполнить максимальный объем строительного-монтажных работ, если известно, что объем СМР на объектах с 1 по 17 в зависимости от количества рабочих, направляемых на эти объекты, различен и записан в виде следующей матрицы:

Количество рабочих	Номера объектов			
	I	II	III	IV
	Объем СМР, тыс.руб.			
0	0	0	0	0
10	10	N	12	N+10
20	2*N+10	18	20	22
30	37	25	N+30	28
40	39	N+30	45	36

Требуется разработать алгоритм имитации распределения бригад по 10 человек на строительство новых четырех объектов на основе метода Монте-Карло и реализовать его в виде программы

**Задача 10.** Строительной компании необходимо выполнить бетонные работы на 4 строящихся объектах. В фирме имеется 4 бригады бетонщиков, которые могут выполнить эту работу. Бригады каждой бригады побывали на объектах, оценили объемы работ и рассчитали сроки, за которые они могут выполнить работы.

Бригада	Объект			
	1	2	3	4
№1	30	40	50	60
№2	N+30	N+40	N+50	58
№3	N+20	44	49	N+50
№4	35	N+30	N+40	63

Перед руководством фирмы стоит задача распределения бригад по объектам таким образом, чтобы суммарный срок выполнения всех работ был минимальным.

Требуется разработать алгоритм имитации распределения бригад по объектам на основе метода Монте-Карло и реализовать его в виде программы