

*Фименкова Л.П.,
преподаватель математики
кафедры «Математики и естественнонаучных дисциплин»*

Филиал ВУНЦ ВВС «ВВА»

Россия, г. Сызрань

Кушнер Я.А.,

Курсант

2 курс, факультет авиационный

Филиал ВУНЦ ВВС «ВВА»

Россия, г. Сызрань

Садчиков А.И.,

Курсант

2 курс, факультет авиационный

Филиал ВУНЦ ВВС «ВВА»

Россия, г. Сызрань

СТАТИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ СИЛ И СРЕДСТВ АВИАЦИИ МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО

***Аннотация:** в статье рассматривается пример применения метода статического моделирования для выяснения вероятности поражения цели на основании небольшого количества испытаний.*

***Ключевые слова:** статическое моделирование, генератор случайных чисел, Метод Монте – Карло, поражение цели.*

***Abstract:** the article considers an example of applying the static modeling method to determine the probability of hitting a target based on a small number of tests.*

***Keywords:** static modeling, random number generator, Monte Carlo Method, target defeat.*

Метод назван в честь города, находящегося в княжестве Монако, который был известен своими многочисленными казино. Сам метод имеет много общего с рулеткой казино. Основным элементом является вращающийся шарик, который тоже является генератором случайных чисел. Математики сильно усовершенствовали его и ныне он представляет из себя компьютерную программу-генератор случайных чисел. Метод Монте-Карло-это любой математический метод, в котором генерируются псевдослучайные числа. Обычно современные компьютеры имеют стандартную программу, генерирующую случайные числа в интервале от 0 до 1. Каждое обращение к этой программе дает одно такое число с определенным числом знаков после запятой. Простейшее применение состоит в вычислении определенного интеграла, то есть в определении площади фигуры сложной формы. Метод основан на применении теории вероятности к алгоритмическим процессам нахождения приближенных значений. Значение отыскивается путем сравнения результатов равновероятных событий на два множества, одно из которых полностью включает другое. Полностью включенное множество как раз объявляется как требуемое к отысканию. Более крупное множество, должно быть заведомо с известным значением.

Пример. Вертолет сбрасывает на цель одиночно в неизменных условиях 4 бомбы. Вероятность попадания бомбы в цель равна 0,6. Для поражения цели достаточно трех попаданий. Найти вероятность поражения цели и среднее число бомб, попавших в цель, методом статистического моделирования на основании 20 статистических испытаний.

Решение.

Случайная величина $X = \{0,1,2,3,4\}$ – число попаданий в цель распределена по вероятности возможных значений случайных величин X вычисляется по формуле

$$P_{n,m} = C_n^m p^m q^{n-m}, \text{ где}$$
$$m = 0,1,2,3,4; \quad n = 4$$

$$P_{0,4} = C_4^0 p^0 q^{4-0} = \frac{4!}{0!(4-0)} 0,6^0 (1-0,6)^4 \approx 0,025$$

$$P_{1,4} = C_4^1 p^1 q^{4-1} \approx 0,154$$

$$P_{2,4} = C_4^2 p^2 q^{4-2} \approx 0,346$$

$$P_{3,4} = C_4^3 p^3 q^{4-3} \approx 0,346$$

$$P_{4,4} = C_4^4 p^4 q^{4-4} \approx 0,129$$

Из таблицы случайных чисел выберем случайным образом 20 чисел y .

Если $y \in (0; 0,025)$, то $x = 0$

$y \in (0,025; 0,179)$, то $x = 1$

$y \in (0,179; 0,525)$, то $x = 2$

$y \in (0,525; 0,871)$, то $x = 3$

$y \in (0,871; 1)$, то $x = 4$

Цель поражена, если $x=3$ или $x=4$.

Статистическая модель в виде таблицы

№ испытания	Случайное число	Число попаданий	+ цель поражена - цель не поражена
1	0,577	3	+
2	0,131	1	-
3	0,608	3	-
4	0,361	2	-
5	0,359	2	-
6	0,756	3	+
7	0,901	4	+
8	0,894	4	+
9	0,503	3	+
10	0,981	4	+
11	0,716	3	+
12	0,351	2	-

13	0,423	2	-
14	0,386	2	-
15	0,032	1	-
16	0,773	3	+
17	0,281	2	-
18	0,627	3	+
19	0,971	4	+
20	0,236	2	-

Таблица 1. Статическая модель.

$\Sigma = 53$

$\Sigma = 11$

Среднее число бомб, попавших в цель

$$m_x^* = \frac{53}{20} = 2,65(\text{бомб})$$

$$m_x = n \cdot p = 4 \cdot 0,6 = 2,4$$

Число + исходов (цель поражена) – 11,

$$P_{\text{пор}}^* = \frac{11}{20} = 0,55$$

Отличие m_x^* от m_x и $P_{\text{пор}}^*$ от $P_{\text{пор}}$ связано с относительно небольшим числом испытаний.

$$P_{\text{пор}} = P_{3,4} + P_{4,4} = 0,346 + 0,129 = 0,475$$

Использованные источники:

1. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятности и математической статистике: учебное пособие для студентов вузов. – 3 изд., перераб. И доп. – М.: Высшая школа, 1979 г. с 79-95.
2. Ермаков С.М. Методы Монте-Карло и смежные вопросы. М.: Наука, 1971 г. с 47-53.
3. Соболев И.М. Численные методы Монте-Карло. – М.: Главная редакция физико-математической литературы, 1973г. с 24-36.