

920.1ис      920.2ис

**Предмет:** Теория  
вероятностей и  
математическая  
статистика

**Тема:** Формула полной вероятности.  
Формула Байеса.

## Вопрос 1. Формула полной

вероятности

Пусть событие  $A$  может наступить при условии появления одного из несовместных событий  $B_1, B_2, \dots, B_n$ , которые образуют полную группу. Пусть известны вероятности этих событий и условные вероятности  $P_{B_1}(A)$ ,  $P_{B_2}(A)$ ,  $\dots$ ,  $P_{B_n}(A)$  события  $A$ . Как найти вероятность события  $A$ ? Ответ на этот вопрос дает следующая теорема.

**Теорема.** Вероятность события  $A$ , которое может наступить лишь при условии появления одного из несовместных событий  $B_1, B_2, \dots, B_n$ , образующих полную группу, равна сумме произведений вероятностей каждого из этих событий на соответствующую условную вероятность события  $A$ :

$$P(A) = P(B_1)P_{B_1}(A) + P(B_2)P_{B_2}(A) + \dots \\ \dots + P(B_n)P_{B_n}(A).$$

Эту формулу называют «формулой полной вероятности».

**Пример 1.** Имеется два набора деталей. Вероятность того, что деталь первого набора стандартна, равна 0,8, а второго — 0,9. Найти вероятность того, что взятая наудачу деталь (из наудачу взятого набора) — стандартная.

**Решение.** Обозначим через  $A$  событие «извлеченная деталь стандартна».

Деталь может быть извлечена либо из первого набора (событие  $B_1$ ), либо из второго (событие  $B_2$ ).

Вероятность того, что деталь вынута из первого набора,  $P(B_1) = 1/2$ .

Вероятность того, что деталь вынута из второго набора,  $P(B_2) = 1/2$ .

Условная вероятность того, что из первого набора будет извлечена стандартная деталь,  $P_{B_1}(A) = 0,8$ .

Условная вероятность того, что из второго набора будет извлечена стандартная деталь,  $P_{B_2}(A) = 0,9$ .

Искомая вероятность того, что извлеченная наудачу деталь — стандартная, по формуле полной вероятности равна

$$\begin{aligned} P(A) &= P(B_1) P_{B_1}(A) + P(B_2) P_{B_2}(A) = \\ &= 0,5 \cdot 0,8 + 0,5 \cdot 0,9 = 0,85. \end{aligned}$$

Вопрос 2. Формулы  
Бейеса.

## т. е. условная веро-

ятность любой гипотезы  $B_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) может быть  
вычислена по формуле

$$P_A(B_i) = \frac{P(B_i) P_{B_i}(A)}{P(B_1) P_{B_1}(A) + P(B_2) P_{B_2}(A) + \dots + P(B_n) P_{B_n}(A)}$$

Полученные формулы называют *формулами Бейеса* (по имени английского математика, который их вывел; опубликованы в 1764 г.). *Формулы Бейеса позволяют переоценить вероятности гипотез после того, как становится известным результат испытания, в итоге которого появилось событие  $A$ .*

**Пример.** Детали, изготавливаемые цехом завода, попадают для проверки их на стандартность к одному из двух контролеров. Вероятность того, что деталь попадает к первому контролеру, равна 0,6, а ко второму — 0,4. Вероятность того, что годная деталь будет признана стандартной первым контролером, равна 0,94, а вторым — 0,98. Годная деталь при проверке была признана стандартной. Найти вероятность того, что эту деталь проверил первый контролер.

**Решение.** Обозначим через  $A$  событие, состоящее в том, что годная деталь признана стандартной. Можно сделать два предположения:

- 1) деталь проверил первый контролер (гипотеза  $B_1$ );
- 2) деталь проверил второй контролер (гипотеза  $B_2$ ).

Искомую вероятность того, что деталь проверил первый контролер, найдем по формуле Байеса:

$$P_A(B_1) = \frac{P(B_1) P_{B_1}(A)}{P(B_1) P_{B_1}(A) + P(B_2) P_{B_2}(A)}$$

По условию задачи имеем:

$P(B_1) = 0,6$  (вероятность того, что деталь попадает к первому контролеру);

$P(B_2) = 0,4$  (вероятность того, что деталь попадет ко второму контролеру);

$P_{B_1}(A) = 0,94$  (вероятность того, что годная деталь будет признана первым контролером стандартной);

$P_{B_2}(A) = 0,98$  (вероятность того, что годная деталь будет признана вторым контролером стандартной).

Искомая вероятность

$$P_A(B_1) = (0,6 \cdot 0,94) / (0,6 \cdot 0,94 + 0,4 \cdot 0,98) \approx 0,59.$$

Как видно, до испытания вероятность гипотезы  $B_1$  равнялась 0,6, а после того, как стал известен результат испытания, вероятность этой гипотезы (точнее, условная вероятность) изменилась и стала равной 0,59. Таким образом, использование формулы Байеса позволило переоценить вероятность рассматриваемой гипотезы.