

## Лекция 15

Тема: Повторение опытов. Формула Бернулли.

**Цель:** Ознакомиться с формулой Бернулли и приближенными формулами в схеме Бернулли.

- Опыты называются *независимыми*, если вероятность того или иного исхода каждого опыта не зависит от того, какие исходы имели другие опыты
- Независимые опыты могут производиться, как в одинаковых условиях, так и в различных. В первом случае вероятность появления какого-либо события  $A$  во всех опытах одна и та же, во втором случае она меняется от опыта к опыту.

# Формула Бернулли

- Теорема:
- Пусть производится  $n$  независимых опытов в одинаковых условиях, причем в каждом из них с вероятностью  $p$  появляется событие  $A$ .
- Тогда вероятность  $P_{k,n}$  того, что событие  $A$  производится в  $n$  опытах  $k$  раз выражается формулой:  
где  $(q=1-p)$

$$P_{k,n} = C_n^k p^k q^{n-k}$$

# Пример

- 1. Производится 4 независимых выстрела по цели. Вероятность попадания при одном выстреле равна 0,6. Найти вероятность 4 попаданий из 6 выстрелов.

- Решение

$$P_{6,4} = C_6^4 \cdot 0,6^4 \cdot (1 - 0,6)^{6-4} = \frac{6!}{4!(6-4)!} \cdot 0,6^4 \cdot 0,4^2 = 15 \cdot 0,1296 \cdot 0,16 = 0,31104$$

# Пример

2. Установлено, что виноградник поражен вредителями в среднем на 10%, определить вероятность того, что из 10 проверенных кустов винограда один будет поражен.

# Решение

Вероятность того, что случайно проверенный куст будет поврежден равна

$$p = \frac{10\%}{100\%} = 0.1,$$

$$q = 1 - 0.1 = 0.9,$$

Вероятность того, что из 10 кустов 1 будет поврежден вычислим по формуле Бернулли

$$P_{1,10} = C_{10}^1 \cdot 0.1^1 \cdot (0.9)^{10-1} = 10 \cdot 0.1 \cdot (0.9)^9 \approx 0,3874.$$

# Пример

3. Бланк программированного опроса состоит из 5 вопросов. На каждом даны три ответа, среди которых один правильный. Какова вероятность, что методом угадывания ученику удастся выбрать

- 5 правильных;
- 2 правильных
- хотя бы 4 правильных

# Решение

- $p = \frac{1}{3} \quad q = \frac{2}{3}$

$$P_{5,5} = p^5 = \frac{1}{3^5} = \frac{1}{243}$$

- 

$$P_{2,5} = C_5^2 \cdot \left(\frac{1}{3}\right)^2 \cdot \left(\frac{2}{3}\right)^3 = \frac{5!}{2!3!} \cdot \frac{8}{243} = \frac{80}{243}$$

- 

$$P_{4,5} + P_{5,5} = C_5^4 \cdot \left(\frac{1}{3}\right)^4 \cdot \frac{2}{3} + \frac{1}{243} = \frac{10}{243} + \frac{1}{243} = \frac{11}{243}$$



# Наивероятнейшее число

- Определение: Наивероятнейшее число  $k_0$  наступивших событий в схеме Бернулли определяется из неравенства:

$$np - q \leq k_0 \leq np + p$$

# Пример

1. Ученик отвечает на тестовые задания. На каждый вопрос он отвечает верно с вероятностью 0,65. Найти наиболее вероятное число верных ответов, если в тесте 20 вопросов.

Решение:  $p = 0,65, q = 1 - 0,65 = 0,35, n = 20$

$$20 \cdot 0,65 - 0,35 \leq k_0 \leq 20 \cdot 0,65 + 0,65$$

$$12,65 \leq k_0 \leq 13,65$$

$$k_0 = 13$$

# Пример

2. Сколько раз нужно подбросить игральную кость, чтобы наивероятнейшее число выпадения 6 очков было равно 50?

- Решение:  $np - q \leq k_0 \leq np + p$

$$p = 1/6, q = 5/6,$$

$$\frac{n-5}{6} \leq 50 \leq \frac{n+1}{6}$$

$$n - 5 \leq 300 \leq n + 1$$

$$299 \leq n \leq 305$$

- **Вопросы:**
- Укажите условия применения формулы Бернулли.
- Используется ли в формуле Бернулли вероятность противоположного события?