

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Отчет

по лабораторной работе

№3 дисциплины "Теория

вероятностей и

математическая

статистика"

Выполнил: Хасаншин Д.Р.

Группа: ТРП-2-20

Проверил: Будникова

И.К.

Казань-2021

СХЕМА НЕЗАВИСИМЫХ ИСПЫТАНИЙ. ФОРМУЛА БЕРНУЛЛИ

Цель работы: освоить применение формулы Бернулли для решения практических задач.

Теоретические сведения:

В общем виде схема повторных независимых испытаний записывается в виде задачи. Пусть производится n опытов, вероятность наступления события A в каждом из которых (вероятность успеха) равна p , вероятность не наступления (неуспеха) – соответственно $q = 1 - p$. Чтобы найти вероятность, что событие A наступит в точности k раз в n опытах

Формула Бернулли:

$$P_n(k) = C_n^k \cdot p^k \cdot (1 - p)^{n-k} = C_n^k \cdot p^k \cdot q^{n-k},$$

Задания на выполнение лабораторной работы

1. Изучите алгоритм применения схемы независимых испытаний по формуле Бернулли.
2. Решите задачи своего варианта с применением соответствующих формул Бернулли.
3. Освойте функции MS Excel, предназначенные для решения задач с применением формул Бернулли.
4. Выполните решение указанных задач с помощью специальных функций MS Excel.
5. Ответьте на контрольные вопросы.

Задания для индивидуального выполнения

Номера задач сгенерированных в Excel:

A5					=СЛУЧМЕЖДУ(1;25)	
	A	B	C	D	E	F
1	16					
2	2					
3	22					
4	6					
5	5					
6	24					
7	11					
8	25					
9	4					
10	9					
11						

2. В результате каждого визита страхового агента договор заключается с вероятностью $1/4$. Какова вероятность того, что из 10 визитов страхового агента 5 закончатся заключением договора?

Решение:

k – число успехов

n – число испытаний

p – вероятность успеха

q – вероятность неудачи

$k = 5$; $n = 10$; $p = 0,25$; $q = 0$

Подставляем в формулу Бернулли:

$$P_n(k) = C_n^k * p^k * (1 - p)^{n-k}$$

$$P_{10}(5) = C_{10}^5 * 0,25^5 * (1 - 0,25)^{10-5} = 0,058$$

БИНОМРАСП(Число успехов; Число испытаний; Вероятность успеха;
Интегральная функция распределения)

4. Зачетная работа по предмету состоит из 6 задач, при этом зачет считается сданным, если студент решил хотя бы три из них. Студент Иванов может решить каждую задачу с вероятностью 0,6. Какова вероятность того, что он сдаст зачет?

k – число успехов

p – вероятность успеха

q – вероятность неудачи

$$k \geq 3; n = 6; p = 0,6; q = 0,4$$

Подставляем в формулу Бернулли:

Используем формулу для события не произойдёт не менее k раз:

$$P_n(k \leq N \leq n) = \sum_{i=k}^n C_n^i p^i q^{n-i}$$

$$P_6(3 \leq N \leq 6) = \sum_{i=3}^6 C_6^i p^i q^{6-i} = 0,821$$

Excel:

1 – БИНОМРАСП(Число успехов; Число испытаний; Вероятность успеха; Интегральная функция распределения) + БИНОМРАСП(Число успехов; Число испытаний; Вероятность успеха; Интегральная функция распределения)

= 1 - БИНОМРАСП(3;Е3;Е2;1) + БИНОМРАСП(3;Е3;Е2;0)								
	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2	Вероятность успеха			p =	0,6			
3	Число испытаний			n =	6			
4	Вероятность неуспеха			q =	0,4			
5								
6								
7	Вероятность, что событие наступит				k >= 3	раз(а) равна		0,821

5. Тест по теории вероятностей состоит из 10 вопросов. На каждый вопрос в тесте предлагается 4 варианта ответа, из которых нужно выбрать один правильный. Какова вероятность того, что, будучи совершенно не готовым к тесту, студент угадает правильные ответы по крайней мере на 6 вопросов?

Решение:

k – число успехов

n – число испытаний

p – вероятность успеха

q – вероятность неудачи

k = 6; n = 10; p = 0,25; q = 0,75;

$$P_n(k \leq N \leq n) = \sum_{i=k}^n C_n^i p^i q^{n-i}$$

$$P_{10}(6 \leq N \leq 10) = \sum_{i=6}^{10} C_{10}^i 0,25^i 0,75^{10-i} = 0,02$$

Excel:

1 – БИНОМРАСП(Число успехов; Число испытаний; Вероятность успеха; Интегральная функция распределения) + БИНОМРАСП(Число успехов; Число испытаний; Вероятность успеха; Интегральная функция распределения)

=1 - БИНОМРАСП(6;E2;E1;1)+БИНОМРАСП(6;E2;E1;0)							
A	B	C	D	E	F	G	H
Вероятность успеха			p =	0,25			
Число испытаний			n =	10			
Вероятность неуспеха			q =	0,75			
Вероятность, что событие наступит				k >= 6	раз(a) равна		0,020

6. Статистика аудиторских проверок компании утверждает, что вероятность обнаружения ошибки в каждом проверяемом документе равна 0,1. Какова вероятность того, что из 10 проверенных документов большинство не будет содержать ошибки?

Решение:

k – число успехов

n – число испытаний

p – вероятность успеха

q – вероятность неудачи

k = 6; n = 10; p = 0,9; q = 0,1;

$$P_n(k \leq N \leq n) = \sum_{i=k}^n C_n^i * p^i * q^{n-i}$$

$$P_{10}(6 \leq N \leq 10) = \sum_{i=6}^{10} C_{10}^i * 0,9^i * 0,1^{10-i} =$$

Excel:

1 – БИНОМРАСП(Число успехов; Число испытаний; Вероятность успеха; Интегральная функция распределения) + БИНОМРАСП(Число успехов; Число испытаний; Вероятность успеха; Интегральная функция распределения)

буфер обмена							
Шрифт							
Выравнивание							
Число							
=1 - БИНОМРАСП(6;Е2;Е1;1) + БИНОМРАСП(6;Е2;Е1;0)							
А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н
Вероятность успеха			p =	0,9			
Число испытаний			n =	10			
Вероятность неуспеха			q =	0,1			
Вероятность, что событие наступит				k >= 6	раз(а) равна		0,998

9. Два равносильных шахматиста играют в шахматы. Что вероятнее: выиграть 2 партии из 4 или 3 партии из 6 (ничьи во внимание не принимаются)?

Решение:

k – число успехов

n – число испытаний

p – вероятность успеха

q – вероятность неудачи

A1 – выигрыш 2-х партий из 4-х

A2 – выигрыш 3-х партий из 6

k1 = 2; n1 = 4; p1 = 0,5; q = 0,5;

k2 = 3; n2 = 6; p2 = 0,5; q = 0,5;

$P(A1) = P_4(2) = C_4^2 * 0,5^2 * (1 - 0,5)^{4-2} = 0,375$

$P(A2) = P_6(3) = C_6^3 * 0,5^3 * (1 - 0,5)^{6-3} = 0,3125$

0,375 > 0,3125, поэтому событие A1 вероятнее A2

Excel:

БИНОМ.РАСП(Число успехов; Число испытаний; Вероятность успеха; Интегральная функция распределения)

H6				fx		=БИНОМ.РАСП(2;4;0,5;0)		
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Вероятность успеха			p1 =	0,5			
2	Число испытаний			n1 =	4			
3	Вероятность неуспеха			q1 =	0,5			
4								
5								
6	Вероятность, что событие наступит				k = 2	раз(а) равна		0,375
7								
8								
9	Вероятность успеха			p2 =	0,5			
10	Число испытаний			n2 =	6			
11	Вероятность неуспеха			q2 =	0,5			
12								
13								
14	Вероятность, что событие наступит				k = 3	раз(а) равна		0,3125

11. Играют равносильные противники. Что вероятнее: выиграть не менее трех партий из четырех или не менее шести из восьми (ничьи не учитываются)?

Решение:

k – число успехов

n – число испытаний

p – вероятность успеха

q – вероятность неудачи

A_1 – не менее 3-х побед из 4-х

A_2 – не менее 6 побед из 8

$k_1 = 3; n_1 = 4; p_1 = 0,5; q = 0,5;$

$k_2 = 6; n_2 = 8; p_2 = 0,5; q = 0,5;$

$$P_n(k \leq N \leq n) = \sum_{i=k}^n C_n^i p^i q^{n-i}$$

$$P(A1) = P_4(3 \leq N \leq 4) = \sum_{i=3}^4 C_4^i 0,5^3 * 0,5^{4-3} = 0,3125$$

$$P(A2) = P_8(6 \leq N \leq 8) = \sum_{i=6}^8 C_8^i 0,5^6 * 0,5^{8-6} = 0,254$$

0,3125 > 0,254, поэтому событие A1 вероятнее A2

Excel:

1 – БИНОМ.РАСП(Число успехов; Число испытаний; Вероятность успеха; Интегральная функция распределения) + БИНОМ.РАСП(Число успехов; Число испытаний; Вероятность успеха; Интегральная функция распределения)

=1 - БИНОМ.РАСП(6;E10;E9;1) + БИНОМ.РАСП(3;E10;E9;0)								
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Вероятность успеха			p1 =	0,5			
2	Число испытаний			n1 =	4			
3	Вероятность неуспеха			q1 =	0,5			
4								
5								
6	Вероятность, что событие наступит				k >= 3	раз(а) равна		0,3125
7								
8								
9	Вероятность успеха			p2 =	0,5			
10	Число испытаний			n2 =	8			
11	Вероятность неуспеха			q2 =	0,5			
12								
13								
14	Вероятность, что событие наступит				k >= 6	раз(а) равна		0,254
15								

16. С завода отправили 100 ящиков с хрупким товаром. Вероятность того, что ящик повредится в пути, равна 0,01. Какое наиболее вероятное число поврежденных ящиков будет на станции приема груза?

Решение:

m – наивероятнейшее число наступлений успеха

n – число испытаний

p – вероятность успеха

q – вероятность неудачи

$n = 100$; $p = 0,99$; $q = 0,01$;

Воспользуемся формулой: $np - q \leq m \leq np + p \Rightarrow 100 \cdot 0,99 - 0,01 \leq m \leq 100 \cdot 0,99 + 0,99$; $98,99 \leq m \leq 99,99 \Rightarrow m = 99$;

Значит наивероятнейшее число наступлений неудачи $= n - m = 100 - 99 = 1$;

Excel:

ОКРУГЛВВЕРХ(Число испытаний * Вероятность успеха – Вероятность неудачи; Число разрядов)

I5		fx =ОКРУГЛВВЕРХ(E2*E1-E3;0)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Вероятность успеха			p =	0,99					
2	Число испытаний			n =	100					
3	Вероятность неуспеха			q =	0,01					
4									m	
5	Событие имеет наивероятнейшее число наступлений:						98,99	<=	99	<=
6										
7	Противоположное событие имеет наивероятнейшее число наступлений n - m =								1	
8										

22. В цехе работают 8 станков. Вероятность безотказной работы каждого 0,9. Найдите вероятность того, что хотя бы один станок откажет в работе.

Решение:

k – число успехов

n – число испытаний

p – вероятность неудачи

q – вероятность успеха

$n = 8$; $k \geq 1$; $p = 0,9$; $q = 0,1$;

$$P_n(X \geq 1) = 1 - P_n(0) = 1 - q^n$$

$$P_8(X \geq 1) = 1 - P_8(0) = 1 - 0,9^8 = 0,57$$

Excel:

1 – БИНОМ.РАСП(Число успехов; Число испытаний; Вероятность успеха; Интегральная функция распределения)

=1-БИНОМ.РАСП(0;E2;E1;0)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Вероятность успеха			p =	0,1				
2	Число испытаний			n =	8				
3	Вероятность неуспеха			q =	0,9				
4									
5									
6	Вероятность, что событие наступит хотя бы					k = 1	раз(а) равна		0,570

24. Каждый из 100 компьютеров в интернет-кафе занят клиентом в среднем в течение 80 % рабочего времени. Какова вероятность того, что в момент проверки клиентами будет занято: а) от 70 до 90 компьютеров; б) не менее 80 компьютеров?

Решение:

k – число успехов

n – число испытаний

p – вероятность успеха

q – вероятность неудачи

$$n = 100; p = 0,8; q = 0,2$$

$$a) 90 \geq k \geq 70;$$

$$P_n(k_1 \leq N \leq k_2) = \sum_{i=k_1}^{k_2} C_n^i \cdot p^i \cdot q^{n-i} = \sum_{i=70}^{90} C_{100}^{70} \cdot 0,8^{70} \cdot 0,2^{90-70} = 0,992$$

<div> <div>J6</div> <div> <div>✕</div> <div>✓</div> <div>f_x</div> </div> <div>= БИНОМ.РАСП(90;E2;E1;1) - БИНОМ.РАСП(70;E2;E1;1) + БИНОМ</div> </div>										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Вероятность успеха			p =	0,8					
2	Число испытаний			n =	100					
3	Вероятность неуспеха			q =	0,2					
4										
5										
6	Вероятность, что событие наступит					90 >= k >= 70		раз(а) равна		0,992

$$P_n(k \leq N \leq n) = \sum_{i=k}^n C_n^i p^i * q^{n-i} = \sum_{i=80}^{100} C_{100}^{80} * 0,8^{80} * 0,2^{100-20} = 0,559$$

Вероятность успеха	$p =$	0,8				
Число испытаний	$n =$	100				
Вероятность неуспеха	$q =$	0,2				
Вероятность, что событие наступит		$k \geq 80$		раз(a) равна		0,559

n – число испытаний

p – вероятность успеха

q – вероятность неудачи

$n = 10000; p = 0,98; q = 0,02; k \leq 250;$

$$P_n(0 \leq k \leq k_3) = \sum_{i=k_3}^n C_{n*}^i p^i * q^{n-i}$$

$$P_{10000}(0 \leq k \leq 250) = \sum_{i=250}^{10000} C_{10000}^{250} * 0,98^{250} * 0,02^{10000-250} = 0$$

Excel:

БИНОМ.РАСП(Число успехов; Число испытаний; Вероятность успеха;
Интегральная функция распределения)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Вероятность успеха			p =	0,98					
2	Число испытаний			n =	10000					
3	Вероятность неуспеха			q =	0,02					
4										
5										
6	Вероятность, что событие наступит					k<=250		раз(a) равна		0,000

Вывод: освоили применение формулы Бернулли для решения практических задач.