

Составлено:  
проф. О.А. Подрезовым  
октябрь, 2019

Методы статистической обработки и анализа  
гидрометеорологических наблюдений

### РАСЧЕТНО-ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3.1 (по теме лекции 3.1)

**Тема работы 3.1:** Аппроксимация сгруппированной выборки законами Пуассона и Бернулли (Биномрасп) с использованием программ Excel ( 4 ч). (Все расчеты ведутся по форме приведенной ниже таблицы 1 – аналог табл.3 стр.92).

**Исходные данные:** Сгруппированная выборка максимальных скоростей ветра в бурях за 20 лет по гипотетической МС. **Внимание:** в конце эмпирическое распределение следует дополнить двумя «нулевыми» по частоте  $n_i$  классами и произвести для них все расчеты в столбцах (8)-(17), т.к.  $p_i$  и  $F_i$  теоретические всегда продолжают за границей эмпирической выборки.

Исходная выборка (пример, $V_{\text{бурь}}$ , м/с)				Расчет момен- тов $m_1$ и $m_2$			Аппроксимация законом Пуассона (теор.)					Аппроксимация законом Бернулли (теор.)				
НГ, м/с	ВГ, м/с	СК, м/с	$n_i$	$x_i$	$x_i n_i$	$x_i^2 n_i$	$F_i(x_i)$	$p_i(x_i)$	$n_{iT}$	расч $\chi^2$	$T_i$ годы	$F_i(x_i)$	$p_i(x_i)$	$n_{iT}$	расч $\chi^2$	$T_i$ годы
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
15	17	16	135	0												
17	19	18	62	1												
19	21	20	19	2												
....																
29	31	30	0	7												
31	33	32	0	8												
			$\Sigma$		$\Sigma_1$	$\Sigma_2$	$\Sigma$		$\Sigma$			$\Sigma$		$\Sigma$		
			$\Sigma/n$		$m_1$	$m_2$										

#### Основные формулы:

$$N=20 \text{ лет}; \bar{n} = \frac{n}{N} \text{ (среднее годовое число бурь)}; \mu_2=S^2=m_2-m_1^2; \chi^2 = \sum_k \frac{(n_i - n_{iT})^2}{n_{iT}};$$

**Задание 1.** В исходной выборке скоростей (колонки 1-4) перейти к целочисленной условной переменной  $x = 0, 1, 2, \dots$  (колонка 5) и рассчитать в ней два начальных  $m_1$  и  $m_2$  момента (колонки 6-7). Найти значение второго центрального момента  $\mu_2 = S^2 = m_2 - (m_1)^2$  и оценить по приближенному критерию  $S^2 \approx m_1$  применимость закона Пуассона.

**Задание 2.** Рассчитать с использованием Excel (см. стр.95-96) пуассоновские вероятности классов  $p_i(x_i)$ , обеспеченности верхних границ классов  $F_i(x_i)$ , частоты классов  $n_{iT} = n p_i(x_i)$  (колонки 8-10). Рассчитать критерий согласия  $\chi^2$ -Пирсона (колонка 11) и оценить качество аппроксимации законом Пуассона (см. стр. 83-85 и 98). Рассчитать периоды повторения в годах (см. стр.98-99) верхних границ классов скоростей  $T_i$  (колонка 12, см. стр. 98-99). Рассчитать интерполяцией по найденным значениям  $T_i$  скорости ветра, вероятные 1 раз в год, 5, 10 и 20 лет.

**Порядок работы с программой Пуассон:** 1) выделить под запись  $F_i(x_i)$  (колонка 13 табл. 1) массив ячеек, равный числу классов  $x$ , 2) в программе **Пуассон** последовательно задать: массив значений  $x$ , 2)  $m_1 =$  среднему значению  $x$ , 3) в строке «интегральная» - 1 (или слово истина), тогда будет вычислен массив  $F_i(x_i)$ , 4) нажать три клавиши и получить запись массива  $F_i(x_i)$  в колонке 8. Для вычисления вероятностей  $p_i(x_i)$  выполняются те же операции, только в

строке интегральная задается 0 (или слово ложь). Вычисление теоретических частот производится умножением вероятностей на объем выборки по формуле  $n_{iT} = p_i * n$ .

**Задание 3.** Рассчитать, аналогично заданию 2, аппроксимацию биномиальным законом Бернулли (см. стр. 100-101) по форме заданной в таблице 1. Сравнить результаты аппроксимации (качество аппроксимации по критерию согласия  $\chi^2$  – Пирсона).

**Порядок работы с программой Биномрасп:** 1) выделить под запись  $F_i(x_i)$  (колонка 13) массив ячеек, равный числу классов  $x$ , 2) в программе **Биномрасп** последовательно задать: «число успехов» – это массив значений  $x$ , 2) «число испытаний» =  $n$ , т.е. объем выборки, 3) «вероятность успеха» – она равна отношению  $m_1 / n$ , т.е. это вероятность события в выборке, 4) в строке «интегральная» - 1 (или слово истина), тогда будет вычислен массив  $F_i(x_i)$ , 5) нажать три клавиши и получить запись массива  $F_i(x_i)$  в колонке 13. Для вычисления вероятностей  $p_i(x_i)$  выполняются те же операции, только в строке «интегральная» задается 0 (или слово ложь). Вычисление теоретических частот производится обычным путем умножением вероятностей на объем выборки по формуле  $n_{iT} = p_i * n$ .

**Отчетность:** Сделать краткие выводы по каждому из заданий с приведением расчетов, построить две совмещенные гистограммы (для Пуассона и Биномрасп), на каждой из которых привести для средин классов скоростей  $V_i$  эмпирические вероятности и рассчитанные по Пуассону и Бернулли теоретические вероятности. Привести значения максимальных скоростей, вероятных 1 раз в год, 5, 10 и 20 лет.