

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

ПРИМЕНЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТНЫХ СЕТОК ДЛЯ ПРОВЕРКИ ГИПОТЕЗ О ЗАКОНАХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ

2.1. Цель работы

Цель работы: применение вероятностных сеток для проверки гипотез о законах распределения параметров.

Статистические данные об исследуемых параметрах получают либо путём измерения параметров, либо моделированием значений параметров на ПЭВМ.

2.2. Теоретические сведения

Для быстрого принятия решений о законах распределения параметров используют вероятностные сетки, называемые также вероятностной бумагой [1].

Вероятностная сетка – это координатная сетка в прямоугольной системе координат, в которой масштаб по оси функции распределения (ось ординат), а иногда также и по оси параметра (ось абсцисс) преобразованы таким образом, что функция распределения параметра, построенная на этой сетке, принимает вид прямой линии.

Различают вероятностную бумагу нормального распределения, экспоненциального, распределения Вейбулла и т.д. Для равномерного распределения вероятностная сетка совпадает с обычной прямоугольной системой координат. Поэтому для этого закона понятие «вероятностная сетка» теряет смысл.

Пользуются вероятностными сетками следующим образом. На вероятностную сетку наносят точки, координатами которых являются верхние границы интервалов (кроме последнего интервала) и соответствующие этим границам накопленные относительные частоты (статистические вероятности), выраженные в процентах или долях единицы. Так, применительно к параметру, статистическим рядом которого является табл. 2.1, верхними границами, которые надо принять во внимание, являются значения 76, 82, 88, 94. Верхняя граница последнего интервала (точка со значением 100) в рассмотрении не участвует.

Таблица 2.1

Интервал	70; 76	76; 82	82; 88	88; 94	94; 100
Значение p_i^*	0,05	0,20	0,42	0,27	0,06

Накопленные значения относительных частот p_i^* , то есть значения функции распределения $F^*(x)$, соответствующие принятым во внимание верхним границам интервалов, определены по формулам табл. 1.4 лабораторной работы № 1 (в предположении нормального закона распределения параметра). Эта информация приведена в табл. 2.2. Вероятностная сетка нормального распределения с нанесёнными точками показана на рис. 2.1. Номера точек соответствуют номерам интервалов табл. 2.2.

Таблица 2.2

Номер интерв.	1	2	3	4
Значение параметра	76	82	88	94
Значение $F^*(x)$	0,05	0,25	0,67	0,94

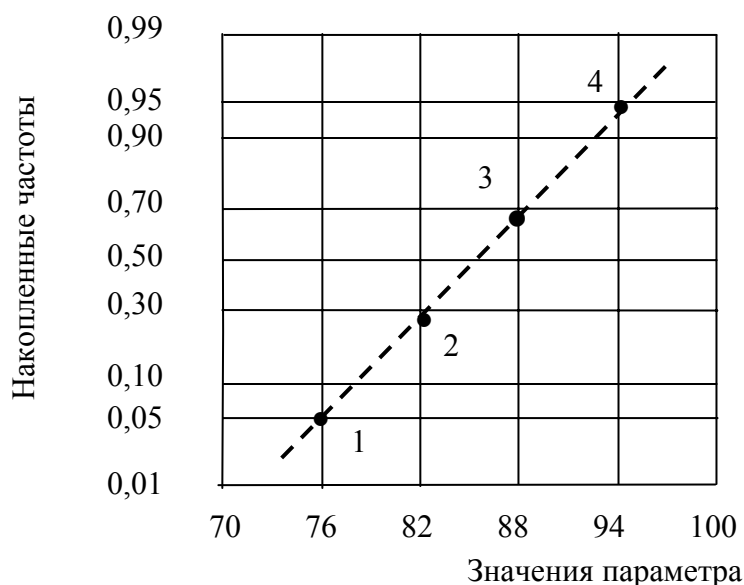


Рис. 2.1. Статистическая функция распределения, построенная на вероятностной сетке нормального закона

Если точки, нанесенные на вероятностную сетку, хорошо ложатся на прямую линию, мысленно проведенную через эти точки, то принимается гипотеза о распределении параметра по закону, вероятностная сетка которого была использована. Из рис. 2.1 видно, что точки неплохо ложатся на прямую линию. Поэтому гипотеза о нормальном законе распределения параметра не противоречит опытным данным.

Пример применения вероятностной сетки для проверки гипотезы о законе рас-

пределения параметра подробно рассмотрен в [1, с. 49; 2, с. 18].

На практике пользуются либо готовыми бланками вероятностных сеток, либо эти сетки строят с помощью шаблонов. В приложении приведены шаблоны для построения вероятностных сеток нормального и экспоненциального распределений. Шаблоны используются для построения оси ординат вероятностной сетки, на которой откладывают накопленное значение частот. Для этого на узкой полоске бумаги отмечают точками вертикальный размер (нижнюю и верхнюю границы), который будет иметь вероятностная сетка. Затем её прикладывают к шаблону и, поддерживая параллельность его вертикальным линиям, перемещают полоску влево или вправо до совпадения точек с крайними лучами. После чего на полоске делают отметки, совпадающие с промежуточными лучами, и проставляют цифровые значения. Полученная таким способом шкала используется для нанесения делений на вертикальной оси вероятностной сетки. Если требуемый вертикальный размер вероятностной сетки планируется большим, нежели размер крайней левой вертикальной линии шаблона, то лучи продлеваются на нужное расстояние влево. Ось абсцисс принимается линейной.

2.3. Задание на экспериментальную часть лабораторной работы

1. С помощью программы **lab2** в папке **ТОКТиН** смоделировать на ПЭВМ значения параметра, распределенного по **нормальному** закону ($n \approx 500 - 1000$ наблюдений, если не указано иное). Разбив диапазон наблюдаемых значений на 7 – 15 интервалов, просмотреть вид гистограммы при различном числе интервалов, выбрать «рабочий» вид гистограммы и получить статистический ряд.

Лучшей из гистограмм, построенных при разном (но сопоставимом) числе интервалов, является та, которая имеет меньше инверсий (кроме равномер-

ного распределения). Инверсией считают смену закономерности изменения высот прямоугольников гистограммы.

2. Пользуясь видом гистограммы или статистическим рядом аналогичным табл. 2.1, выполнить следующее:

- определить верхние границы интервалов (кроме последнего интервала) и соответствующие этим границам накопленные статистические вероятности (относительные частоты); в результате будут получены координаты точек, наносимых на вероятностную сетку – подобие табл. 2.2;
- используя программу **lab2**, нанести точки на вероятностную сетку нормального закона и по расположению точек на сетке принять решение о том, будет ли гипотеза о нормальном законе распределения отвергнута или принята как не противоречащая результатам наблюдений параметра;
- пользуясь ПЭВМ, нанести точки на вероятностную сетку экспоненциального закона и по расположению точек на сетке принять решение о том, будет ли гипотеза об экспоненциальном законе распределения отвергнута или принята как не противоречащая результатам наблюдений параметра.

3. С помощью программы **lab2** смоделировать на ПЭВМ 500 – 1000 значений параметра, распределенного по **экспоненциальному** закону, и далее **выполнить все действия**, указанные в пункте 2.

4. Написать отчёт по лабораторной работе.

Примечания: 1. По указанию преподавателя результаты наблюдения исследуемых параметров могут быть получены путём измерения с использованием лабораторных макетов. При этом число наблюдений будет составлять 50 – 100.

2. Число исследуемых параметров выбирается равным двум, если не указано иное.

2.4. Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Результаты измерений исследуемых параметров (приводятся только в случае использования лабораторного макета).
3. Статистический ряд и гистограмма распределения параметра (приводятся для каждого из исследуемых параметров). В случае моделирования параметров на ПЭВМ указывается закон, по которому моделировался параметр.
4. Статистические функции распределения исследуемых параметров, построенные на вероятностной сетке нормального распределения.
5. Статистические функции распределения исследуемых параметров, построенные на вероятностной сетке экспоненциального распределения.
6. Выводы.

Примечание. Вероятностные сетки нормального и экспоненциального распределений должны быть построены с помощью шаблонов (см. приложение); размер вероятностных сеток должен быть примерно 100 x 100 мм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боровиков С.М. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности: Учеб. для студ. инж.-техн. спец. вузов. – Мн.: Дизайн ПРО, 1998. – 336 с.

2. Боровиков С.М., Погребняков А.В. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности. Сборник задач: Учеб. пособие для вузов. – Мн.: БГУИР, 2001. – 124 с.
3. Герчук Я.П. Графики в математико-статистическом анализе. – М.: Статистика, 1972. – 77 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Шаблоны для построения вероятностных сеток

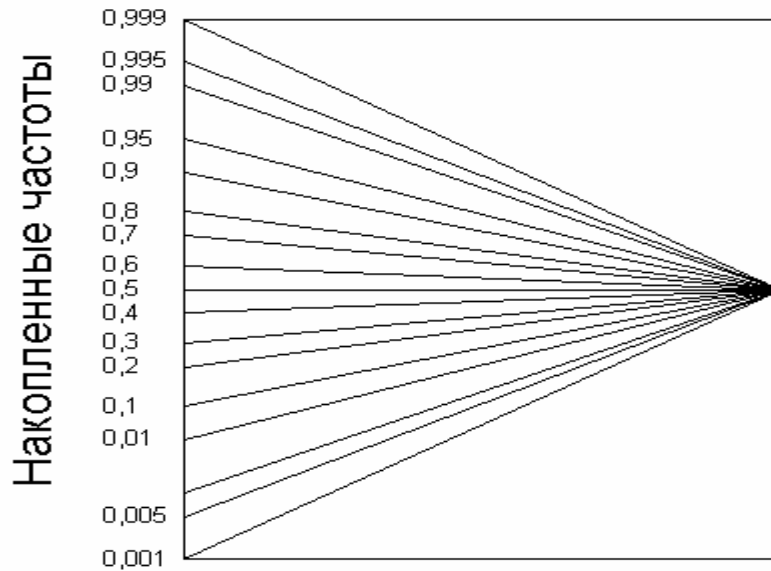


Рис. П.2.1. Шаблон для построения шкалы накопленных частот вероятностной бумаги нормального распределения (ось абсцисс – равномерная)

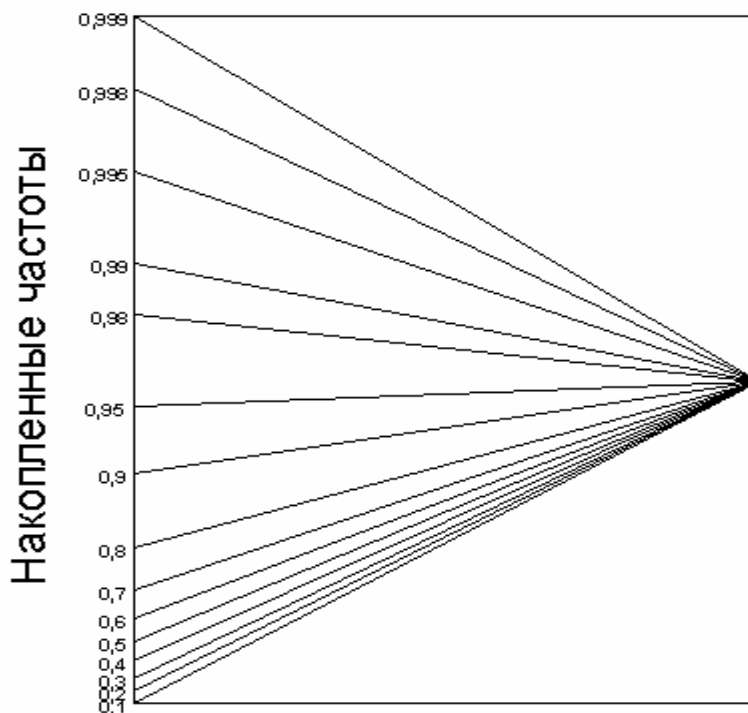


Рис. П.2.2. Шаблон для построения шкалы накопленных частот вероятностной бумаги экспоненциального распределения (ось абсцисс – равномерная)