

Лабораторная работа №2

Наименование работы: Статистические закономерности

Цель работы: Изучение нормального закона распределения с помощью доски Гальтона

Принадлежности: а) доска Гальтона

б) сыпучий материал

в) линейка

Рабочая формула: Вероятность попадания шарика в ячейку рассчитывается по формуле

$$P_i = \frac{N_i}{N},$$

где N_i – количество шариков в i -й ячейке;
 N – общее количество шариков.

Поскольку шарики, используемые в лаборатории, очень малы, то посчитать их количество затруднительно, но при этом количество шариков в i -й ячейке пропорционально высоте заполнения ячейки ℓ_i .

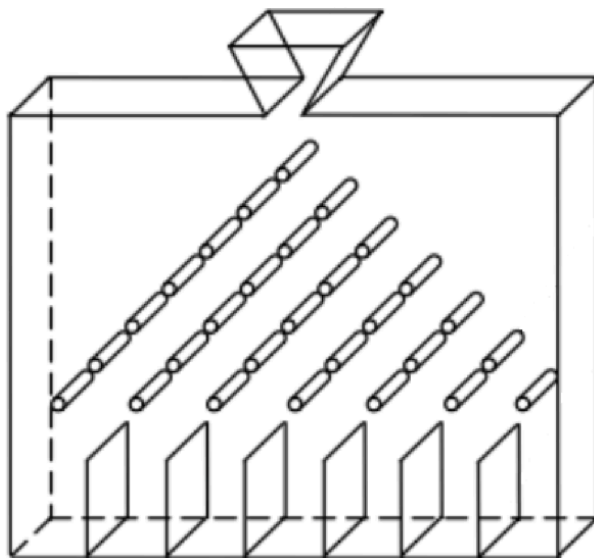
Таким образом, формула принимает вид

$$P(i) = \frac{\ell_i}{\sum_{i=-k}^k \ell_i},$$

где i – номер ячейки относительно левой стороны доски Гальтона,
 k – номер ячейки относительно центральной ячейки,
 ℓ_i – высота шариков в i -й ячейке

Значение параметра распределения будет рассчитываться по формуле — $\sigma^2 = \frac{\sum_{i=-k}^k i^2 \cdot \ell_i}{\sum_{i=-k}^k \ell_i}$

Значение функции распределения будет рассчитываться по формуле — $\rho(i, \sigma) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{i^2}{2\sigma^2}}$



Доска Гальтона

Таблица 1

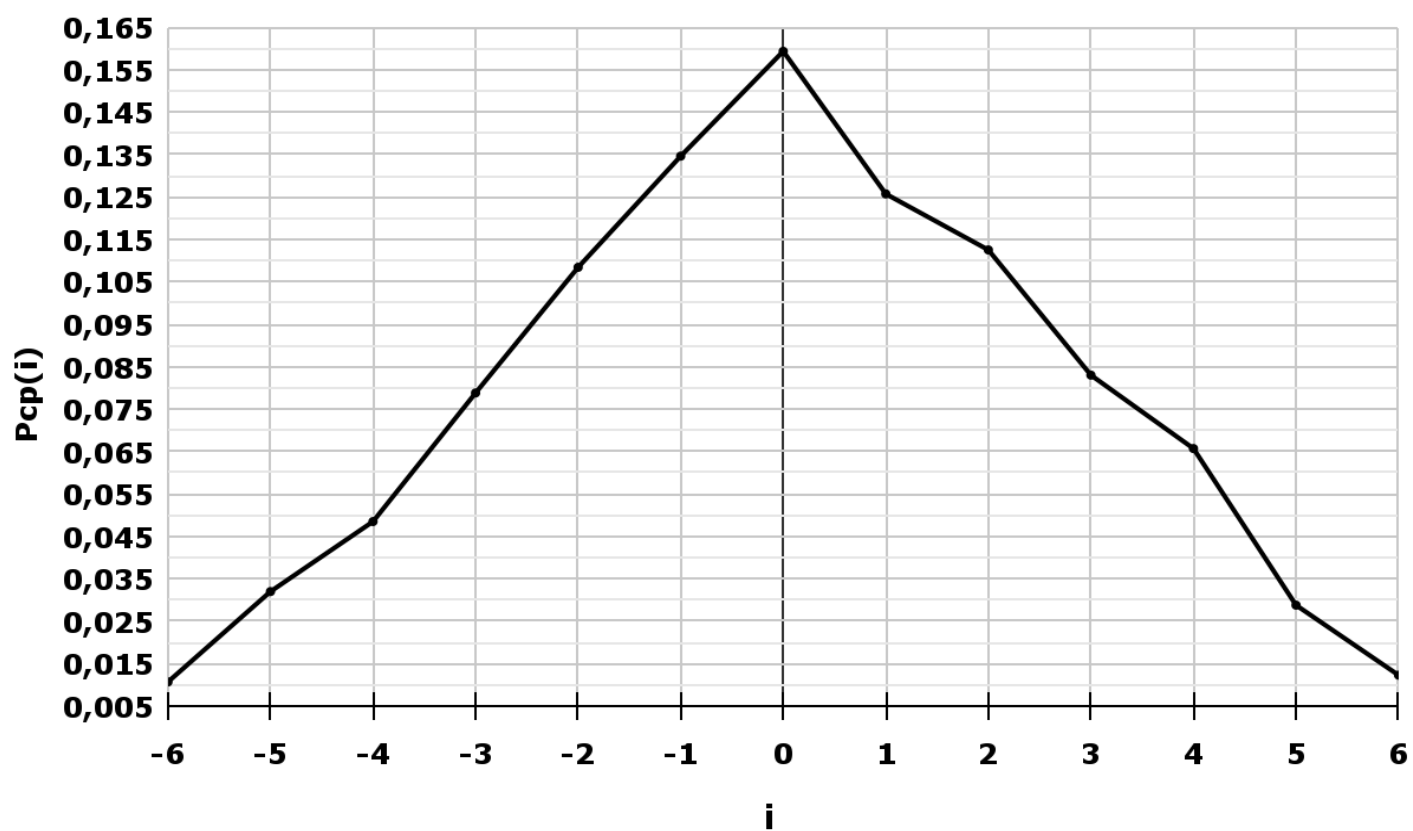
i	i ²	ℓ _{i1} , мм	P ₁ (i)	σ ₁	ρ ₁ (i, σ)
-6	36	9	0,0147	2,5964	0,0106
-5	25	20	0,0327		0,0241
-4	16	28	0,0458		0,0469
-3	9	49	0,0802		0,0788
-2	4	66	0,108		0,1142
-1	1	83	0,1358		0,1427
0	0	100	0,1637		0,1537
1	1	76	0,1244		0,1427
2	4	67	0,1097		0,1142
3	9	51	0,0835		0,0788
4	16	40	0,0655		0,0469
5	25	16	0,0262		0,0241
6	36	6	0,0098		0,0106

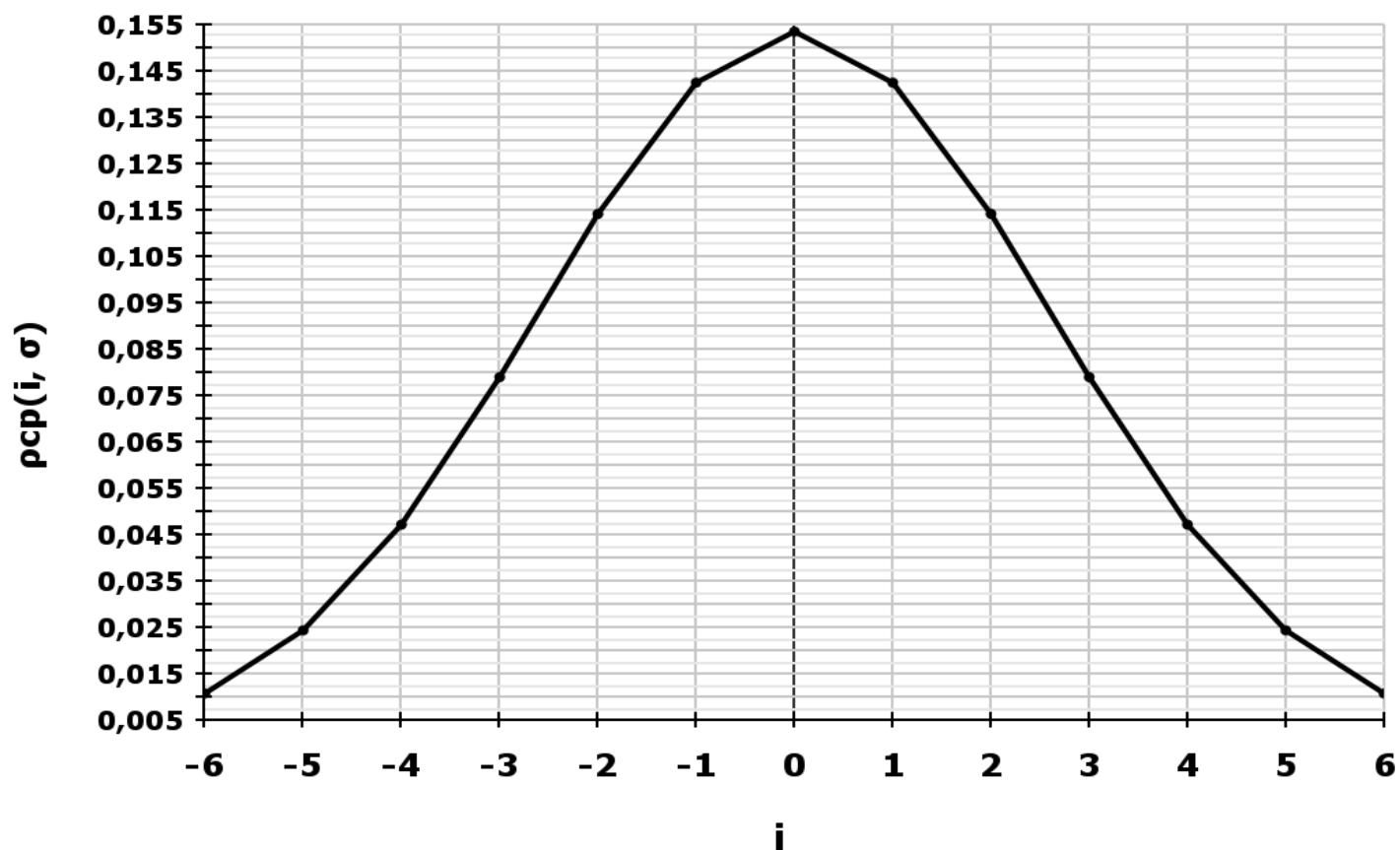
Таблица 2

i	i ²	ℓ _{i2} , мм	P ₂ (i)	σ ₂	ρ ₂ (i, σ)
-6	36	4	0,0066	2,6081	0,0108
-5	25	19	0,0313		0,0244
-4	16	31	0,0511		0,0472
-3	9	47	0,0774		0,0789
-2	4	66	0,1087		0,114
-1	1	81	0,1334		0,1421
0	0	94	0,1549		0,153
1	1	77	0,1269		0,1421
2	4	70	0,1153		0,114
3	9	50	0,0824		0,0789
4	16	40	0,0659		0,0472
5	25	19	0,0313		0,0244
6	36	9	0,0148		0,0108

Таблица 3

i	$P_1(i)$	$P_2(i)$	$P_{cp}(i)$	$\rho_1(i, \sigma)$	$\rho_2(i, \sigma)$	$\rho_{cp}(i, \sigma)$
-6	0,0147	0,0066	0,0107	0,0106	0,0108	0,0107
-5	0,0327	0,0313	0,032	0,0241	0,0244	0,0243
-4	0,0458	0,0511	0,0485	0,0469	0,0472	0,0471
-3	0,0802	0,0774	0,0788	0,0788	0,0789	0,0789
-2	0,108	0,1087	0,1084	0,1142	0,114	0,1141
-1	0,1358	0,1334	0,1346	0,1427	0,1421	0,1424
0	0,1637	0,1549	0,1593	0,1537	0,153	0,1534
1	0,1244	0,1269	0,1257	0,1427	0,1421	0,1424
2	0,1097	0,1153	0,1125	0,1142	0,114	0,1141
3	0,0835	0,0824	0,083	0,0788	0,0789	0,0789
4	0,0655	0,0659	0,0657	0,0469	0,0472	0,0471
5	0,0262	0,0313	0,0288	0,0241	0,0244	0,0243
6	0,0098	0,0148	0,0123	0,0106	0,0108	0,0107

График зависимости P_{cp} от номера ячейки i 



Вывод Алины: В ходе работы была изучена статистическая закономерность нормального распределения с помощью доски Гальтона. Экспериментально получены данные, рассчитаны вероятности и функции распределения. Построенные графики демонстрируют характерную симметричную форму, что подтверждает соответствие результатов нормальному закону. Это наглядно показывает, как случайные процессы приводят к закономерному распределению. Таким образом, цель работы — изучение и подтверждение нормального закона распределения — была достигнута.

Вывод Андрея: В ходе выполнения работы, были рассчитаны значения вероятностей попадания шариков сыпучего материала в каждую из ячеек, значения параметров функции распределения, а также графики их функций. Были построены и проанализированы график функции распределения и график вероятности. Исходя из анализа результатов выполненной работы, *кристально ясным* становится тот факт, что эксперименты были проведены успешно, поскольку на графиках отчетливо видны признаки симметрии, однако, исходя из того, что результат эксперимента основывался на вероятностях, абсолютная симметрия наблюдается не на всех графиках. Исходя из вышесказанного, цель работы, которая заключалась в изучении и подтверждении нормального закона распределения, была успешно достигнута.