

## ამოცანა 1: განაწილების კანონის შედგენა

**მითითება:** ააგეთ  $x$ ,  $P$  ცხრილი, სადაც  $x$ -ის მნიშვნელობები განისაზღვრება ამოცანის პირობით (მაგალითად, თუ ვეძებთ კამათლის 4-ჯერ გაგორებისას 2-იანის მოსვლის განაწილების კანონს,  $x$ -ის მნიშვნელობები იქნება ყველა ის რიცხვი, თუ რამდენჯერ შეიძლება 2-იანი მოვიდეს, ანუ 0, 1, 2, 3 და 4), ხოლო  $P$ -ის შესაბამისი მნიშვნელობები, ზოგადად, გამოითვლება ბერნულის ფორმულით:

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

სადაც

$$C_n^k = \frac{n!}{k!(n-k)!}$$

$p$  არის ხელსაყრელი ხდომილობის ალბათობა (ანუ ზემოთხსენებულ კამათლის მაგალითში 2-იანის მოსვლის ალბათობა, რაც ტოლია  $\frac{1}{6}$ -სა), ხოლო  $q$  არის ხელის შემშლელი ხდომილობის ალბათობა:  $q = 1 - p$  (ჩვენს მაგალითში  $q = 1 - \frac{1}{6} = \frac{5}{6}$ ).

$n$  არის დამოუკიდებელ ცდათა რაოდენობა (ჩვენს მაგალითში 4, ვინაიდან კამათელს ოთხჯერ ვაგორებთ), ხოლო  $k$  არის  $x$ -ის შესაბამისი მნიშვნელობა.

გაითვალისწინეთ, რომ  $P$ -ს ყველა მიღებული მნიშვნელობის ჯამი უნდა იყოს 1-ის ტოლი.

1. კამათელს ვაგორებთ სამჯერ. შეადგინეთ ორიანის მოსვლის განაწილების კანონი.

$$n=3; \quad p=\frac{1}{6}; \quad q=1-\frac{1}{6}=\frac{5}{6}$$

X	0	1	2	3
P	$P_3(0)$	$P_3(1)$	$P_3(2)$	$P_3(3)$

$$P_3(0) = C_3^0 p^0 q^{3-0} = \frac{3!}{0!(3-0)!} \cdot \left(\frac{1}{6}\right)^0 \cdot \left(\frac{5}{6}\right)^3 =$$

$$= \frac{3!}{1 \cdot 3!} \cdot 1 \cdot \frac{5^3}{6^3} = 1 \cdot \frac{125}{216} = \frac{125}{216}$$

$$P_3(1) = C_3^1 p^1 q^{3-1} = \frac{3!}{1!(3-1)!} \cdot \left(\frac{1}{6}\right)^1 \cdot \left(\frac{5}{6}\right)^2 =$$

$$= \frac{3!}{1 \cdot 2!} \cdot \frac{1}{6} \cdot \frac{5^2}{6^2} = \frac{3 \cdot 2 \cdot 1}{2 \cdot 1} \cdot \frac{1}{6} \cdot \frac{25}{36} = \frac{75}{216}$$

$$P_3(2) = C_3^2 p^2 q^{3-2} = \frac{3!}{2!(3-2)!} \cdot \left(\frac{1}{6}\right)^2 \cdot \left(\frac{5}{6}\right)^1 =$$

$$= \frac{3 \cdot 2 \cdot 1}{2 \cdot 1 \cdot 1!} \cdot \frac{1}{36} \cdot \frac{5}{6} = \frac{15}{216}$$

$$P_3(3) = C_3^3 p^3 q^{3-3} = \frac{3!}{3!(3-3)!} \cdot \left(\frac{1}{6}\right)^3 \cdot \left(\frac{5}{6}\right)^0 =$$

$$= \frac{1}{0!} \cdot \frac{1}{216} \cdot 1 = \frac{1}{216}$$

X	0	1	2	3
P	$\frac{125}{216}$	$\frac{75}{216}$	$\frac{15}{216}$	$\frac{1}{216}$

შეამოწმო:  $\frac{125}{216} + \frac{75}{216} + \frac{15}{216} + \frac{1}{216} = \frac{216}{216} = 1$  (✓)

2. მონეტას ვაგდებთ ოთხჯერ. შეადგინეთ საფასურის მოსვლის განაწილების კანონი.

$$n=4; \quad p=\frac{1}{2}; \quad q=1-\frac{1}{2}=\frac{1}{2}$$

X	0	1	2	3	4
P	$P_4(0)$	$P_4(1)$	$P_4(2)$	$P_4(3)$	$P_4(4)$

$$P_4(0) = C_n^0 p^0 q^{n-0} = \frac{4!}{0!(4-0)!} \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^4 = \frac{1}{16}$$

$$P_4(1) = C_n^1 p^1 q^{n-1} = \frac{4!}{1!(4-1)!} \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^1 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^3 = \frac{4}{16}$$

$$P_4(2) = C_n^2 p^2 q^{n-2} = \frac{4!}{2!(4-2)!} \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^2 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{6}{16}$$

$$P_4(3) = C_n^3 p^3 q^{n-3} = \frac{4!}{3!(4-3)!} \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^3 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^1 = \frac{4}{16}$$

$$P_4(4) = C_n^4 p^4 q^{n-4} = \frac{4!}{4!(4-4)!} \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^4 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^0 = \frac{1}{16}$$

X	0	1	2	3	4
P	$\frac{1}{16}$	$\frac{4}{16}$	$\frac{6}{16}$	$\frac{4}{16}$	$\frac{1}{16}$

შეგვამოვნა:  $\frac{1}{16} + \frac{4}{16} + \frac{6}{16} + \frac{4}{16} + \frac{1}{16} = \frac{16}{16} = 1$  (✓)



3. მიზანში ისვრიან პირველ მოხვედრამდე. შევადგინოთ დახარჯულ ვაზნათა განაწილების კანონი, თუ მსროლელს აქვს სამი ვაზნა და მიზანში მოხვედრის ალბათობაა 0.7.

$$n=3; \quad p=0,7; \quad q=1-0,7=0,3$$

- (1) როცა  $X=1$ , მიზანს წაიხველიერა ყველა მოხვედა  
 (2) როცა  $X=2$ , მიზანს წაიხველიერა ყველა ახლა, მეორე მოხვედა  
 (3) როცა  $X=3$ , მიზანს წაიხველიერა მეორე ყველა ახლა  
 და მესამე მოხვედა, 5 სამოცე ახლა.

ვანოვითა შესაძლოა აქვთ მოხვედა.

$$(1) \rightarrow P = p = 0,7$$

$$(2) \rightarrow P = q \cdot p = 0,3 \cdot 0,7 = 0,21$$

$$(3) \rightarrow P = q \cdot q \cdot p + q \cdot q \cdot q = 0,3 \cdot 0,3 \cdot 0,7 + 0,3^3 = 0,3^2(0,7 + 0,3) = 0,3^2 \cdot 1 = 0,09$$

X	1	2	3
P	0,7	0,21	0,09

შეამოწმებ:  $0,7 + 0,21 + 0,09 = 1$  ✓

4. მსროლელს აქვს ოთხი ვაზნა და მიზანში ისვრის პირველ მოხვედრამდე. მიზანში მოხვედრის ალბათობაა 0.7. შეადგინეთ დაუხარჯავ ვაზნათა განაწილების კანონი.

$$n=4; \quad p=0,7; \quad q=1-0,7=0,3$$

- (1)  $X=0$ , თუ საშინეს ასეა ნივთი სა ვსსო და მოხვდა შეოოო გოხე (დაუხევი ვაზნა ან დახე), ან ასეა ოახე.
- (2)  $X=1$ , თუ საშინეს ასეა ნივთი ოო ვსსო და მოხვდა გოხე (დაუხევი დახე 1 ვაზნა)
- (3)  $X=2$ , თუ საშინეს ასეა ნივთი ვსსო და მოხვდა გოხე (დაუხევი დახე 2 ვაზნა)
- (4)  $X=3$  თუ საშინეს მოხვდა ნივთივე ვაზნა.

ვაზნა გუნდის აღმოჩენა

$$(1) \rightarrow P = q \cdot q \cdot q \cdot p + \underline{q \cdot q \cdot q \cdot q} = q^3(p+q) = 0,3^3(0,3+0,7) = 0,027$$

$$(2) \rightarrow P = q \cdot q \cdot p = 0,3 \cdot 0,3 \cdot 0,7 = 0,063$$

$$(3) \rightarrow P = q \cdot p = 0,3 \cdot 0,7 = 0,21$$

$$(4) \rightarrow P = p = 0,7$$

X	0	1	2	3
P	0,027	0,063	0,21	0,7

შეშენა:  $0,027 + 0,063 + 0,21 + 0,7 = 1$



ამოცანა 2: შემთხვევითი სიდიდეთა კომბინაცია (ჯამი, სხვაობა, ნამრავლი)

მითითება: პირობაში მოცემულია ორი შემთხვევითი სიდიდის ( $x$  და  $y$ ) განაწილების კანონი (ცხრილი).

$x$	$x_1$	$x_2$	$x_3$
$P_x$	$P_{x1}$	$P_{x2}$	$P_{x3}$

$y$	$y_1$	$y_2$	$y_3$
$P_y$	$P_{y1}$	$P_{y2}$	$P_{y3}$

მათი გამოყენებით უნდა ააგოთ სამი ახალი ცხრილი,  $x + y$ ,  $x - y$  და  $xy$ . მათ ასაგებად,  $x$ -ის პირველი წევრისთვის  $y$ -ის ყველა წევრზე შეასრულეთ შესაბამისი მოქმედება (შეკრება, გამოკლება და ბოლოს გამრავლება), შემდეგ  $x$ -ის მეორე წევრისთვის შეასრულეთ იგივე მოქმედება და ა.შ.  $x$ -ის ყოველი წევრისთვის. სამივე ცხრილს ექნება  $P$ -ს ერთი და იგივე მნიშვნელობები, რომლებიც მიიღება შესაბამისი  $P_x$ -სა და  $P_y$ -ს გამრავლებით.

$x + y$	$x_1 + y_1$	$x_1 + y_2$	$x_1 + y_3$	$x_2 + y_1$	$x_2 + y_2$	$x_2 + y_3$	$x_3 + y_1$	$x_3 + y_2$	$x_3 + y_3$
$P$	$P_{x1}P_{y1}$	$P_{x1}P_{y2}$	$P_{x1}P_{y3}$	$P_{x2}P_{y1}$	$P_{x2}P_{y2}$	$P_{x2}P_{y3}$	$P_{x3}P_{y1}$	$P_{x3}P_{y2}$	$P_{x3}P_{y3}$

$x - y$	$x_1 - y_1$	$x_1 - y_2$	$x_1 - y_3$	$x_2 - y_1$	$x_2 - y_2$	$x_2 - y_3$	$x_3 - y_1$	$x_3 - y_2$	$x_3 - y_3$
$P$	$P_{x1}P_{y1}$	$P_{x1}P_{y2}$	$P_{x1}P_{y3}$	$P_{x2}P_{y1}$	$P_{x2}P_{y2}$	$P_{x2}P_{y3}$	$P_{x3}P_{y1}$	$P_{x3}P_{y2}$	$P_{x3}P_{y3}$

$xy$	$x_1y_1$	$x_1y_2$	$x_1y_3$	$x_2y_1$	$x_2y_2$	$x_2y_3$	$x_3y_1$	$x_3y_2$	$x_3y_3$
$P$	$P_{x1}P_{y1}$	$P_{x1}P_{y2}$	$P_{x1}P_{y3}$	$P_{x2}P_{y1}$	$P_{x2}P_{y2}$	$P_{x2}P_{y3}$	$P_{x3}P_{y1}$	$P_{x3}P_{y2}$	$P_{x3}P_{y3}$

---



მაგალითი:

X	-1	2	3
P	0,2	0,5	0,3

Y	-2	0	4
P	0,5	0,1	0,4

X+Y	-1+(-2)	-1+0	-1+4	2+(-2)	2+0	2+4	3+(-2)	3+0	3+4
P	0,2·0,5	0,2·0,1	0,2·0,4	0,5·0,5	0,5·0,1	0,5·0,4	0,3·0,5	0,3·0,1	0,3·0,4



X+Y	-3	-1	3	0	2	6	1	3	7
P	0,1	0,02	0,08	0,25	0,05	0,2	0,15	0,03	0,12

უპრატო P ყველაზე უფრო ადრე, პირველად მოხდება გეგმვა

X-Y	-1-(-2)	-1-0	-1-4	2-(-2)	2-0	2-4	3-(-2)	3-0	3-4
P	0,1	0,02	0,08	0,25	0,05	0,2	0,15	0,03	0,12



X-Y	1	-1	-5	4	2	-2	5	3	-1
P	0,1	0,02	0,08	0,25	0,05	0,2	0,15	0,03	0,12

XY	-1·(-2)	-1·0	-1·4	2·(-2)	2·0	2·4	3·(-2)	3·0	3·4
P	0,1	0,02	0,08	0,25	0,05	0,2	0,15	0,03	0,12



XY	2	0	-4	-4	0	8	-6	0	12
P	0,1	0,02	0,08	0,25	0,05	0,2	0,15	0,03	0,12

### ამოცანა 3: დისპერსია

მითითება: გამოიყენეთ დისპერსიის შემდეგი თვისებები ( $c$  აღნიშნავს რაიმე რიცხვს):

1.  $D(c) = 0$  (რიცხვის დისპერსია ნულის ტოლია)
2.  $D(cx) = c^2 D(x)$  (რიცხვი დისპერსიიდან გასვლისას კვადრატში ადის)
3.  $D(x \pm y) = D(x) + D(y)$  (ორი შემთხვევის ჯამის ან სხვაობის დისპერსია ყოველთვის დისპერსიათა ჯამის ტოლია)

---

1.  $D(x) = 2$ ;  $D(y) = 5$ ;  $z = 3x - 4y$ ;  $D(z) = ?$

$$\begin{aligned} D(z) &= D(3x - 4y) = D(3x) + D(4y) = 3^2 D(x) + 4^2 D(y) \\ &= 9 \cdot 2 + 16 \cdot 5 = 18 + 80 = 98 \end{aligned}$$

---

2.  $D(x) = 5$ ;  $D(y) = 3$ ;  $z = 5x - 4y$ ;  $D(z) = ?$

$$\begin{aligned} D(z) &= D(5x - 4y) = D(5x) + D(4y) = 5^2 D(x) + 4^2 D(y) \\ &= 25 \cdot 5 + 16 \cdot 3 = 125 + 48 = 173 \end{aligned}$$

---



## ამოცანა 4: შუალედში მოხვედრის ალბათობა

მითითება: გამოიყენეთ ფორმულა

$$P(\alpha < x < \beta) = F(\beta) - F(\alpha)$$

---

$$1. \quad F(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ x^2, & 0 < x \leq 1 \\ 1, & x > 1 \end{cases} \quad \text{იპოვეთ } P\left(\frac{1}{3} < x < \frac{1}{2}\right)$$

$$P\left(\frac{1}{3} < x < \frac{1}{2}\right) = F\left(\frac{1}{2}\right) - F\left(\frac{1}{3}\right) = \left(\frac{1}{2}\right)^2 - \left(\frac{1}{3}\right)^2 = \frac{1}{4} - \frac{1}{9} = \frac{9-4}{36} = \frac{5}{36}$$

---

$$2. \quad F(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ \frac{3}{4}x - \frac{3}{4}, & 0 < x \leq \frac{7}{3} \\ 1, & x > \frac{7}{3} \end{cases} \quad \text{იპოვეთ } P\left(\frac{3}{2} < x < 2\right)$$

$$\begin{aligned} P\left(\frac{3}{2} < x < 2\right) &= F(2) - F\left(\frac{3}{2}\right) = \left(\frac{3}{4} \cdot 2 - \frac{3}{4}\right) - \left(\frac{3}{4} \cdot \frac{3}{2} - \frac{3}{4}\right) \\ &= \left(\frac{6}{4} - \frac{3}{4}\right) - \left(\frac{9}{8} - \frac{3}{4}\right) = \frac{3}{4} - \left(\frac{9}{8} - \frac{6}{8}\right) = \frac{3}{4} - \frac{3}{8} = \frac{6}{8} - \frac{3}{8} = \frac{3}{8} \end{aligned}$$

---

## ამოცანა 5: k კოეფიციენტის პოვნა

მითითება: გამოიყენეთ ფორმულა

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f(x) dx = 1$$

ზღვრები  $-\infty$  და  $+\infty$  ამოხსნისას ჩანაცვლდება იმ ზღვრებით, რომლებშიც არის მთავარი ფუნქცია განსაზღვრული.

---

$$1. \quad f(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ kx^2, & 0 < x \leq 2 \\ 0, & x > 3 \end{cases}$$

$$\int_0^2 kx^2 dx = 1$$

$$\left. \frac{kx^3}{3} \right|_0^2 = 1$$

$$\frac{8k}{3} = 1$$

$$k = \frac{3}{8}$$

---

$$2. \quad f(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ k \sin x, & 0 < x \leq \frac{\pi}{3} \\ 0, & x > \frac{\pi}{3} \end{cases}$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{3}} k \sin x = 1$$

$$-k \cos x \Big|_0^{\frac{\pi}{3}} = 1$$

$$-k \left[ \cos \frac{\pi}{3} - \cos 0 \right] = 1$$

$$-k \left[ \frac{1}{2} - 1 \right] = 1$$

$$k = 2$$

---

## ამოცანა 6: მოცემული განაწილების კანონიდან დისპერსიის პოვნა

მითითება: დისპერსია გამოითვლება ფორმულით

$$D(x) = M(x^2) - (M(x))^2$$

სადაც  $M(x) = x_1P_1 + x_2P_2 + \dots$ , ხოლო  $M(x^2) = x_1^2P_1 + x_2^2P_2 + \dots$

მაგალითი:

$x$	-2	3	5
$P$	0.2	0.3	0.5

$$M(x) = -2 \cdot 0.2 + 3 \cdot 0.3 + 5 \cdot 0.5 = -0.4 + 0.9 + 2.5 = 3$$

$$\begin{aligned} M(x^2) &= (-2)^2 \cdot 0.2 + 3^2 \cdot 0.3 + 5^2 \cdot 0.5 = 4 \cdot 0.2 + 9 \cdot 0.3 + 25 \cdot 0.5 \\ &= 0.8 + 2.7 + 12.5 = 3.5 + 12.5 = 16 \end{aligned}$$

$$D(x) = M(x^2) - (M(x))^2 = 16 - 3^2 = 16 - 9 = 7$$



## ამოცანა 7: განაწილების კანონის შედგენა და დისპერსიის პოვნა

*მოთითება:* ეს ამოცანა იდენტურია 1-ლი და მე-6 ამოცანებისა.

განაწილების ცხრილი იპოვეთ 1-ლი ამოცანის მეთოდით, ხოლო დისპერსია მე-6 ამოცანის მიხედვით.

**მაგალითი:** შეადგინეთ ერთი კამათლის გაგორებისას მოსულ ქულათა განაწილების კანონი და იპოვეთ მისი დისპერსია.

**ამოხსნა:** კამათლის გაგორებისას შეიძლება მოვიდეს 1, 2, 3, 4, 5 ან 6.

თითოეულ შემთხვევას აქვს ერთი და იგივე ალბათობა:  $P = \frac{1}{6}$ .

შესაბამისად, განაწილების კანონს ექნება შემდეგი სახე:

$x$	1	2	3	4	5	6
$P$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$

$$M(x) = 1 \cdot \frac{1}{6} + 2 \cdot \frac{1}{6} + 3 \cdot \frac{1}{6} + 4 \cdot \frac{1}{6} + 5 \cdot \frac{1}{6} + 6 \cdot \frac{1}{6} = \frac{21}{6}$$

$$\begin{aligned} M(x^2) &= 1^2 \cdot \frac{1}{6} + 2^2 \cdot \frac{1}{6} + 3^2 \cdot \frac{1}{6} + 4^2 \cdot \frac{1}{6} + 5^2 \cdot \frac{1}{6} + 6^2 \cdot \frac{1}{6} \\ &= 1 \cdot \frac{1}{6} + 4 \cdot \frac{1}{6} + 9 \cdot \frac{1}{6} + 16 \cdot \frac{1}{6} + 25 \cdot \frac{1}{6} + 36 \cdot \frac{1}{6} = \frac{91}{6} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D(x) &= M(x^2) - (M(x))^2 = \frac{91}{6} - \left(\frac{21}{6}\right)^2 = \frac{91}{6} - \frac{441}{36} = \frac{546 - 441}{36} = \frac{105}{36} \\ &= \frac{35}{12} \end{aligned}$$

ამოცანა 8: მოცემული ვარიაციული მწკრივიდან შერჩევითი დისპერსიის პოვნა

მითითება: შერჩევითი დისპერსია გამოითვლება ფორმულით

$$S^2 = \bar{x}^2 - (\bar{x})^2$$

სადაც

$$\bar{x} = \frac{x_1n_1 + x_2n_2 + \dots}{n_1 + n_2 + \dots}$$

ხოლო

$$\bar{x}^2 = \frac{x_1^2n_1 + x_2^2n_2 + \dots}{n_1 + n_2 + \dots}$$

მაგალითი:

$x_i$	2	3	5
$n_i$	3	2	5

$$\bar{x} = \frac{2 \cdot 3 + 3 \cdot 2 + 5 \cdot 5}{2 + 3 + 5} = \frac{6 + 6 + 25}{10} = \frac{37}{10} = 3.7$$

$$\bar{x}^2 = \frac{2^2 \cdot 3 + 3^2 \cdot 2 + 5^2 \cdot 5}{2 + 3 + 5} = \frac{4 \cdot 3 + 9 \cdot 2 + 25 \cdot 5}{10} = \frac{12 + 18 + 125}{10} = \frac{155}{10} = 15.5$$

$$S^2 = \bar{x}^2 - (\bar{x})^2 = 15.5 - (3.7)^2 = 15.5 - 13.69 = 1.81$$

# ამოცანა 9: თეორიული 1

## 1. განაწილების ფუნქციის ცნება

ვთქვათ გვაქვს რაიმე ელემენტალურ ხდომილობათა  $\Omega$  სივრცე და მის ყოველ ელემენტარულ ხდომილობას შევუსაბამოთ ნამდვილი რიცხვი  $X(\omega)$  და მას უწოდოთ შემთხვევითი სიდიდე. ნებისმიერი ნამდვილი  $x$  რიცხვისათვის გამონათქვამები  $(X(\omega) < x)$ ,  $(X(\omega) = x)$  და  $(X(\omega) \geq x)$  ხდომილობებს წარმოადგენენ. ამის გამო ბუნებრივია მასზე განვსაზღვროთ ალბათობა და შევნიშნოთ, რომ ეს ალბათობა დამოკიდებული იქნება  $x$  ნამდვილ რიცხვზე და

$$F(x) = P(X < x)$$

$F(x)$  ფუნქციას უწოდებენ  $X$  შემთხვევითი სიდიდის განაწილების ფუნქციას.

## 2. შემთხვევითი სიდიდის მათემატიკური ლოდინი და მისი თვისებები

გასაზღვრება. შემთხვევითი სიდიდის საშუალო მნიშვნელობას მის მათემატიკურ ლოდინს უწოდებენ.

ვთქვათ მოცემულია დისკრეტული ტიპის შემთხვევითი სიდიდე განაწილების კანონით

$X$	$x_1$	$x_2$	$\dots$	$x_n$	$\dots$
$P$	$p_1$	$p_1$	$\dots$	$p_n$	$\dots$

განმარტებით მათემატიკური ლოდინი

$$M(x) = x_1 p_1 + x_2 p_2 + \dots + x_n p_n = \sum_{n=1}^{\infty} x_n p_n$$

თუკი შემთხვევითი სიდიდე უწყვეტი ტიპისაა, რომლის განაწილების სიმკვრივე

$$f(x), \text{ მაშინ მათემატიკური ლოდინი } M(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} x f(x) dx$$

განვიხილოთ მათემატიკური ლოდინის თვისებები:

1.  $M(c) = c$

2.  $M(cx) = cM(x)$

3.  $M(x \pm y) = M(x) \pm M(y)$

4.  $M(xy) = M(x)M(y)$  თუ  $x$  და  $y$  ურთიერთდამოუკიდებელი შემთხვევითი

სიდიდეებია.



### 3. შემთხვევითი სიდიდის დისპერსია და მისი თვისებები

განვიხილოთ რაიმე ორი შემთხვევითი სიდიდე განაწილების კანონებით

$X$	-1	1
$P$	0,5	0,5

$Y$	-100	100
$P$	0,5	0,5

ადვილი შესამჩნევია რომ  $M(x) = M(y) = 0$

მიუხედავად იმისა რომ შემთხვევითი სიდიდეთა შესაძლო მნიშვნელობები აშკარად განსხვავდება ერთმანეთისაგან მათი მათემატიკური ლოდინი არის ერთმანეთის ტოლი. ეს მიგვანიშნებს რომ მათემატიკური ლოდინი როგორც რიცხვითი მახასიათებელი ვერ ახასიათებს შემთხვევითი სიდიდის მნიშვნელობების გაბნევას ნამდვილ ღერძზე. შემოვიღოთ ახალი მახასიათებელი, რომელიც დაახასიათებს შემთხვევითი სიდიდის მისი მათემატიკური ლოდინიდან გადახრას და მას ვუწოდოთ დისპერსია  $D(x) = M(x - M(x))^2$ .

თუ გამოვიყენებთ მათემატიკური ლოდინის თვისებებს შეგვიძლია მივიღოთ დისპერსიის გამოსათვლელი მეორე ფორმულა. მართლაც

$$\begin{aligned} D(x) &= M(x - M(x))^2 = M(x^2 - 2xM(x) + M^2(x)) = M(x^2) - 2M(x) \cdot M(x) + M^2(x) = \\ &= M(x^2) - M^2(x) \end{aligned}$$

განვიხილოთ დისპერსიის თვისებები

$$1. D(c) = 0$$

$$2. D(cx) = c^2 D(x)$$

$$3. D(x \pm y) = D(x) + D(y) \text{ თუ } x \text{ და } y \text{ ურთიერთდამოუკიდებელი შემთხვევითი}$$

სიდიდეებია.

$$4. D(xy) = D(x)D(y) + D(x)M^2(y) + D(y)M^2(x) \text{ თუ } x \text{ და } y \text{ ურთიერთდამოუკიდებელი შემთხვევითი სიდიდეებია.}$$

$$5. D(xy) = D(x)D(y) \text{ თუ } x \text{ და } y \text{ ურთიერთდამოუკიდებელი და ცენტრირებული შემთხვევითი სიდიდეებია.}$$

## ამოცანა 10: თეორიული 2

### 1. ბინომიალური განაწილების კანონი

დისკრეტული ტიპის  $x$  შემთხვევით სიდიდეს უწოდებენ განაწილებულს ბინომიალური განაწილების კანონით თუ მის განაწილების კანონს აქვს სახე:

$X$	0	1	2	...	$K$	...	$n$
$P$	$P_0$	$P_1$	$P_2$	...	$P_k$	...	$P_n$

$$\text{სადაც } P_k = C_n^k p^k q^{n-k}$$

აღნიშნული  $x$  შემთხვევითი სიდიდე შეგვიძლია წარმოვიდგინოთ  $n$  ურთიერთდამოუკიდებელი ერთნაირად განაწილებული შემთხვევით სიდიდეთა ჯამის სახით:

$$X = X_1 + X_2 + \dots + X_n = \sum_{k=1}^n X_k$$

სადაც თვითოეული  $X_k$  შემთხვევითი სიდიდე განაწილებულის შემთხვევითი

სახით:

$X_k$	0	1
$p$	$q$	$p$

$$M(x_k) = 0 \cdot q + 1 \cdot p = p$$

$$D(x_k) = M(x_k^2) - M^2(x_k) = p - p^2 = p(1 - p) = pq$$

$$M(x) = np$$

$$D(x) = npq$$

$$\sigma(x) = \sqrt{D(x)} = \sqrt{npq}$$

## 2. თანაბარი განაწილების კანონი და მისი რიცხვითი მახასიათებლები

უწყვეტი ტიპის შემთხვევით სიდიდეს უწოდებენ განაწილებულ თანაბრად თუ მის განაწილების სიმკვრივეს აქვს სახე:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{b-a} & x \in [a; b] \\ 0 & x \notin [a; b] \end{cases}$$

$$F(x) = \begin{cases} 0 & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & a \leq x \leq b \\ 1 & x > b \end{cases}$$

ვიპოვოთ რიცხვითი მახასიათებლები

$$M(x) = \frac{b+a}{2}$$

$$D(x) = M(x^2) - M^2(x)$$

$$D(x) = \frac{(b-a)^2}{12}$$

$$\sigma(x) = \frac{b-a}{2\sqrt{3}}$$



### 3. მაჩვენებლიანი განაწილების კანონი და მისი რიცხვითი მახასიათებლები

უწყვეტი ტიპის შემთხვევით სიდიდეს უწოდებენ განაწილებულს მაჩვენებლიანი განაწილების კანონით თუ შესაბამის განაწილების სიმკვრივეს აქვს სახე:

$$f(x) = \begin{cases} \lambda e^{-\lambda x} & x \geq 0 \quad (\lambda > 0) \\ 0 & x < 0 \end{cases}$$

ავაგოთ განაწილების ფუნქცია

$$F(x) = \begin{cases} 1 - e^{-\lambda x} & x \geq 0 \\ 0 & x < 0 \end{cases}$$

ვიპოვოთ რიცხვითი მახასიათებლები

$$M(x) = \frac{1}{\lambda}$$

$$M(x) = \frac{1}{\lambda}$$

$$D(x) = M(x^2) - M^2(x)$$

$$D(x) = M(x^2) - M^2(x) = \frac{2}{\lambda^2} - \frac{1}{\lambda^2} = \frac{1}{\lambda^2}$$

$$\sigma(x) = \frac{1}{\lambda}$$