

ელექტრული დაცვის წრედები კომპიუტერულ სისტემებში

¹ქუჩუნა გოგიაშვილი, ²ოლეგ ნამიჩიშვილი, ³გრიგოლ ჩიხრაძე, ⁴ზადრი ბარდაველიძე
^{1,2,3} ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
⁴ ქუთაისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ანოტაცია

იგულისხმება, რომ კომპიუტერულ სისტემაში ელექტრული გადატვირთვები (ნახტომები) ჩნდება გარკვეული α_0 აპრიორული ალბათობით. დაცვის მოწყობილობას, რომელიც ამ მდგომარეობას აფიქსირებს და სისტემის კვებას თიშავს, შეუძლია q_{01} ალბათობით არ გათიშოს კვების მიწოდების წრედი კრიტიკული გადატვირთვის (ნახტომის) დროს და q_{02} ალბათობით გაწყვიტოს ეს წრედი მაშინ, როცა კრიტიკულ გადატვირთვას (ნახტომს) სინამდვილეში ადგილი არ აქვს. აღნიშნული სისტემის კვების წრედში განთავსებულ გადამრთველთა ჯგუფის მტყუნების Q_s ალბათობა წარმოადგენს გადამრთველთა n_0 რიცხვის, ⁵ ნომრით მონიშნული მათი შეერთების სტრუქტურისა და q_{01} , q_{02} , α_0 ალბათობების ფუნქციას, ესე იგი $Q_s = Q_s(n_0, \alpha_0, q_{01}, q_{02})$. ნაშრომში ნაპოვნია გადამრთველთა შეერთებების (ნომრით მონიშნული) სტრუქტურები, რომლებსაც მტყუნების მინიმალური Q_s ალბათობა შეესაბამება α_0 , q_{01} , q_{02} და n_0 სიდიდეთა მოცემული მნიშვნელობების პირობებში. შექმნილია შესაბამისი პროგრამული უზრუნველყოფა კომპიუტერულ სისტემებში ელექტრული დაცვის წრედის გასაანალიზებლად და ოპტიმალური გადაწყვეტილების მისაღებად.

§1. ზოგადი მიმოხილვა

1.1. პრობლემის დასმა

განვიხილოთ კრიტიკული მდგომარეობის ინდიკატორში გამოყენებული დენის გადამრთველიან გადამწოდთა კომბონაციისა და ელექტრული დაცვის წრედის ოპტიმალური კომპიუტერული დაპროექტება [1-4] ნაშრომთა იდეებზე დაყრდნობით. როდესაც ვლინდება დენის მნიშვნელოვანი ზრდა კომპიუტერული სისტემის კვების წრედში, გადამწოდი რეაგირებს ამაზე და მისი გადამრთველი განრთავს კომპიუტერულ სისტემას, რომელთანაც დაკავშირებულია იგი.

გადამრთველიან გადამწოდს ორ შემთხვევაში შეუძლია მტყუნება:

1. დენის დიდი ნახტომის დროს კომპიუტერული სისტემა არ განირთვება (არსებობს კრიტიკული მდგომარეობა, მაგრამ მისი გამომჟღავნება არ ხდება);
2. დენის დიდი ნახტომის არარსებობისას კომპიუტერული სისტემა განირთვება (კრიტიკულ მდგომარეობას ადგილი არ აქვს, მაგრამ შეცდომით საწინააღმდეგო დასკვნა კეთდება).

ზოგად შემთხვევაში კრიტიკული მდგომარეობის გადამრთველიანი გადამწოდი მტყუნებას განიცდის მაშინ, როცა იგი ან არ რეაგირებს არსებულ კრიტიკულ მდგომარეობაზე, ან შეცდომით აღნიშნავს კრიტიკული მდგომარეობის არსებობას, როცა მას ადგილი არ აქვს. თუ კრიტიკული მდგომარეობა გამოვლენილია (სულ ერთია, შეცდომით ან ნამდვილად), ესე იგი თუ კომპიუტერული სისტემა განრთულია, მაშინ ელექტრული დაცვის წრედი განგაშის სიგნალს იძლევა. ამრიგად, დენის ცალკეული გადამრთველიანი გადამწოდის მტყუნება შეიძლება გამოიხატოს იმაში, რომ

კრიტიკული მდგომარეობის არსებობისას კომპიუტერული სისტემა არ განირთვება ან კიდევ იმაში, რომ იგი განირთვება ასეთი მდგომარეობის არარსებობის პირობებში.

მაგრამ, თუ დაცვის წრედში მრავალი სხვა გადამრთველიცაა წარმოდგენილი, მაშინ ერთ-ერთი მათგანის მტყუნებამ შეიძლება არც კი გამოიწვიოს დაცვის მთელი წრედის დაზიანება. სწორედ ასეთ ვითარებაში წამოიჭრება კრიტიკული მდგომარეობის ინდიკატორში გამოყენებული დენის გადამრთველიან გადამწოდთა კომბინაციისა და ასეთი ხერხით მიღებული ელექტრული დაცვის წრედის ოპტიმალური კონსტრუირების ამოცანა.

1.2. პრობლემის ანალიზური განხილვა

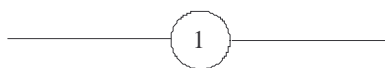
მოცემულ ნაშრომში იმ მიდგომის საფუძველზე, რომელიც განხილულია დავით ლოიდის (David K. Lloyd) და მირონ ლიპოვის (Myron Lipov) წიგნში [1], ორი პრობლემა განიხილება:

- დენის გადამრთველიან გადამწოდთა კომბინაციის ოპტიმალური დაპროექტება კომპიუტერული სისტემის ელექტრული კვების წრედში
- და შესაბამისი გადაწყვეტილების მისაღებად ხელშემწყობი პროგრამული უზრუნველყოფის შექმნა.

ამ პრობლემათა რაოდენობრივი ანალიზისა და დასაბუთებისათვის აღვნიშნოთ α_0 სიმბოლოთი სისტემის კრიტიკულ მდგომარეობაში აღმოჩენის აპრიორული ალბათობა.

დავუშვათ, რომ q_{01} აღნიშნავს გადამწოდის (ინდიკატორის, გადამრთველის, მცველის) მტყუნების ალბათობას კრიტიკულ მდგომარეობაში, ესე იგი სისტემისათვის ელექტრული ენერჯის მიწოდების წრედის არგათიშვას კრიტიკულ სიტუაციაში. q_{02} სიმბოლოთი კი აღვნიშნოთ ცალკეული გადამწოდის (ინდიკატორის, გადამრთველის, მცველის) მტყუნების ალბათობა კრიტიკული მდგომარეობის არარსებობისას, ესე იგი სისტემისათვის ელექტროენერჯის მიწოდების წრედის შეცდომით გათიშვის ალბათობა.

მაშინ სისტემისათვის ელექტრული ენერჯის მიმწოდებელ კვების წრედში პირველი



ნახ.1 დაცვის სქემა ერთი გადამწოდით

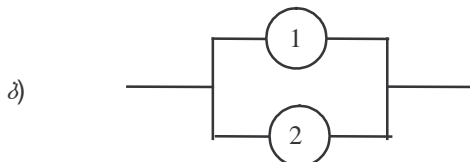
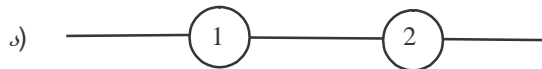
ნახაზის შესაბამისად ჩართული ცალკეული გადამწოდის (ინდიკატორის, გადამრთველის, მცველის) მტყუნების Q_1 ალბათობა შემდეგი თანაფარდობით გამოისახება:

$$Q_1 = \alpha_0 q_{01} + (1 - \alpha_0) q_{02} . \quad (1)$$

იმავე წერტილებს შორის მოთავსებული ორი გადამწოდის (ინდიკატორის, გადამრთველის, მცველის) საშუალებით შედგენილი ყველანაირი წრედი ნაჩვენებია მე-2 ნახაზზე.

განვიხილოთ, მაგალითად, 2ა ნახაზის სქემა. ადვილი შესამჩნევია, რომ ასეთი სქემის მტყუნება ორი არათავსებადი წესით შეიძლება ხორციელდებოდეს:

- ჯერ ერთი, α_0 ალბათობით მიღწეულია კრიტიკული მდგომარეობა და წრედი ჩაკეტილი რჩება იმის გამო, რომ გადამწოდები (ინდიკატორები, გადამრთველები, მცველები), როგორც პირველი, ასევე მეორეც, ჩაკეტილია; ამ ხდომილობის



ნახ.2 დაცვის სქემები ორი გადამწოდით

ალბათობა $\alpha_0 \cdot q_{01}^2$ გამოსახულებით განისაზღვრება;

- მეორე, $(1 - \alpha_0)$ ალბათობით კრიტიკული მდგომარეობა არ არსებობს, მაგრამ წრედი გათიშულია იმის გამო, რომ ან პირველი გადამწოდი (ინდიკატორი, გადამრთველი, მცველი), ან მეორე გადამწოდი (ინდიკატორი, გადამრთველი, მცველი) გათიშულია;

ამ ხდომილობის ალბათობა $(1 - \alpha_0) \cdot [1 - (1 - q_{02})^2]$ გამოსახულებით განისაზღვრება.

მაშასადამე, იმის გამო, რომ ორივე ხდომილობა არათავსებადია, 2ა ნახაზზე წარმოდგენილი სქემის მტყუნების Q_2 ალბათობა ასეთი სახით ჩაიწერება:

$$Q_2 = \alpha_0 q_{01}^2 + (1 - \alpha_0) [1 - (1 - q_{02})^2],$$

რაც გამარტივების შედეგად

$$Q_2 = \alpha_0 q_{01}^2 + (1 - \alpha_0) q_{02} (2 - q_{02}) \tag{2}$$

თანაფარდობას იძლევა.

ამის მსგავსად შეიძლება 2ბ ნახაზზე წარმოდგენილი სქემის განხილვა. მისი მტყუნება ასევე ორი არათავსებადი ხერხით შეიძლება ხორციელდებოდეს:

- ჯერ ერთი, α_0 ალბათობით მიღწეულია კრიტიკული მდგომარეობა და წრედი ჩაკეტილი რჩება იმის გამო, რომ ან პირველი გადამწოდი (ინდიკატორი, გადამრთველი, მცველი), ან მეორე გადამწოდი (ინდიკატორი, გადამრთველი, მცველი) ჩაკეტილია; ამ ხდომილობის ალბათობა $\alpha_0 [1 - (1 - q_{01})^2]$ გამოსახულებით განისაზღვრება;

ამ ხდომილობის ალბათობა $\alpha_0 [1 - (1 - q_{01})^2]$ გამოსახულებით განისაზღვრება;

- მეორე, $(1 - \alpha_0)$ ალბათობით კრიტიკული მდგომარეობა არ არსებობს, მაგრამ წრედი გათიშულია იმის გამო, რომ ორივე გადამწოდი (ინდიკატორი, გადამრთველი, მცველი) გათიშულია; ამ ხდომილობის ალბათობა $(1 - \alpha_0) q_{02}^2$ გამოსახულებით განისაზღვრება.

ამრიგად,

$$Q_3 = \alpha_0 \left[1 - (1 - q_{01})^2 \right] + (1 - \alpha_0) q_{02}^2,$$

ან, რაც იგივეა,

$$Q_3 = \alpha_0 q_{01} (2 - q_{01}) + (1 - \alpha_0) q_{02}^2. \quad (3)$$

შევუდგეთ 1, 2ა და 2ბ ნახაზთა სქემების ანალიზს. სახელდობრ, გამოვარკვიოთ პირობები, რომლის დროსაც, მაგალითად, $Q_2 \leq Q_1 \leq Q_3$.

სახელდობრ, $Q_2 \leq Q_1$ უტოლობა შემდეგი გამოსახულების ეკვივალენტურია:

$$\alpha_0 q_{01}^2 + (1 - \alpha_0) q_{02} (2 - q_{02}) \leq \alpha_0 q_{01} + (1 - \alpha_0) q_{02}.$$

ამრიგად, q_{02} ცვლადის მიმართ კვადრატული უტოლობა გვაქვს:

$$q_{02}^2 - q_{02} + \frac{\alpha_0}{1 - \alpha_0} q_{01} (1 - q_{01}) \geq 0 \quad (4)$$

$Q_1 \leq Q_3$ უტოლობისათვის კი გვაქვს:

$$\alpha_0 q_{01} + (1 - \alpha_0) q_{02} \leq \alpha_0 q_{01} (2 - q_{01}) + (1 - \alpha_0) q_{02}^2.$$

აქედან q_{02} ცვლადის მიმართ იგივე კვადრატული უტოლობა მიიღება:

$$q_{02}^2 - q_{02} + \frac{\alpha_0}{1 - \alpha_0} q_{01} (1 - q_{01}) \geq 0 \quad (4)$$

პირობა კი, რომლის შესრულებისას

$$Q_2 \leq Q_3,$$

შემდეგ უტოლობაზე დაიყვანება:

$$\alpha_0 q_{01}^2 + (1 - \alpha_0) q_{01} (2 - q_{02}) \leq \alpha_0 q_{01} (2 - q_{01}) + (1 - \alpha_0) q_{02}^2,$$

ან, რაც იგივეა,

$$q_{02}^2 - q_{02} + \frac{\alpha_0}{1 - \alpha_0} q_{01} (1 - q_{01}) \geq 0 \quad (4)$$

დაბოლოს, პირობა, რომლის დროსაც საწინააღმდეგო თანაფარდობებია Q_2 , Q_1 და Q_3 ცვლადებს შორის, მაგალითად,

$$Q_3 \leq Q_1,$$

შემდეგი უტოლობის ტოლფასია:

$$q_{02}^2 - q_{02} + \frac{\alpha_0}{1 - \alpha_0} q_{01} (1 - q_{01}) \leq 0 \quad (5)$$

ამ ანალიზიდან ვასკვნით, რომ 1, 2ა და 2ბ ნახაზთა სქემებს შორის პირველი, არ არის რა 2ა ნახაზის სქემაზე უკეთესი, ამავე დროს 2ბ ნახაზის სქემაზე უარესიც არ არის, და, პირიქით. მაშასადამე, ორი გადამწოდით (ინდიკატორით, გადამრთველით, მცველით) შედგენილი ელექტრული დაცვის სქემა ერთ გადამწოდზე (ინდიკატორზე, გადამრთველზე, მცველზე) აგებულ სქემაზე უკეთესი შეიძლება იყოს შეერთებათა სტრუქტურის სწორად არჩევის შემთხვევაში. სხვანაირად რომ ვთქვათ, რაც უფრო მეტია გადამწოდების (ინდიკატორების, გადამრთველების, მცველების) რაოდენობა დაცვის სისტემაში, მით უფრო საიმედო შეიძლება იგი გახდეს. ამრიგად, კვლევა საკმარისია შევზღუდოთ იმ არეთა ძეხნით, სადაც ან 2ა ნახაზის სტრუქტურა, ან 2ბ ნახაზის სტრუქტურა მტყუნების ნაკლებ ალბათობას იძლევა. მაგალითად, გამოვიკვლიოთ მე-(4) თანაფარდობის შესატყვისი $Q_2 \leq Q_3$ უტოლობის შესრულების პირობა.

ამისათვის განვიხილოთ კვადრატული სამწევრი

$$P(q_{02}) = q_{02}^2 - q_{02} + \frac{\alpha_0}{1 - \alpha_0} q_{01} (1 - q_{01}) \quad (6)$$

და შევადგინოთ მისი $D(\alpha_0, q_{01})$ დისკრიმინანტი:

$$D(\alpha_0, q_{01}) = 1 - 4 \frac{\alpha_0}{1 - \alpha_0} q_{01} (1 - q_{01}) \quad (7)$$

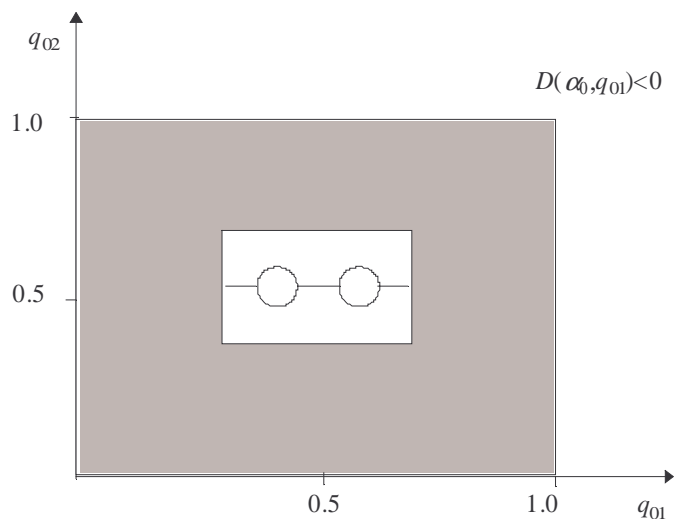
თუ

$$D(\alpha_0, q_{01}) < 0, \quad (8)$$

მაშინ $P(q_{02})$ კვადრატული სამწევრი დადებითა q_{02} ალბათობის ყველა დასაშვები $0 \leq q_{02} \leq 1$ მნიშვნელობისათვის და, ამრიგად, მე-(4) თანაფარდობა იგივეურ უტოლობას წარმოადგენს. მაშასადამე, როცა

$$\left. \begin{array}{l} 0 \leq q_{02} \leq 1 \\ D(\alpha_0, q_{01}) < 0 \end{array} \right\} \quad (9)$$

არჩევანი უნდა შეჩერდეს მიმდევრობით სტრუქტურაზე, როგორც ეს მე-3 ნახაზზეა ნაჩვენები.



ნახ.3 ელექტრული დაცვის სქემათა უპირატესობის არეები $D(\alpha_0, q_{01}) < 0$ შემთხვევაში

თუ

$$D(\alpha_0, q_{01}) = 0,$$

მაშინ $P(q_{02})$ კვადრატული სამწევრი დადებითა q_{02} ალბათობის ყველა დასაშვები $0 \leq q_{02} \leq 1$ მნიშვნელობისათვის,

$$q_{02}^0 = \frac{1}{2}$$

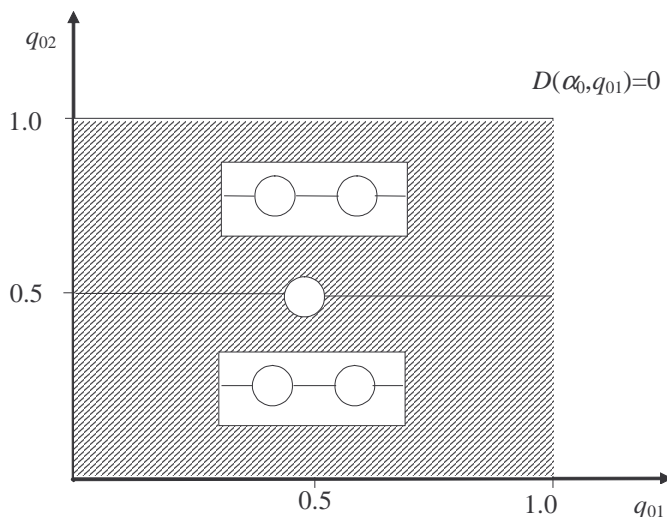
წერტილის გამოკლებით, სადაც $P(q_{02}^0) = 0$. მაშასადამე, როცა

$$\left. \begin{array}{l} 0 \leq q_{02} < \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} < q_{02} \leq 1 \\ D(\alpha_0, q_{01}) = 0 \end{array} \right\},$$

უპირატესობა მიმდევრობით სტრუქტურას უნდა მიეცეს. თუკი $q_{02} = \frac{1}{2}$, მაშინ ორივე სტრუქტურა უმტყუნობის ერთნაირ ალბათობას უზრუნველყოფს, რომელიც ემთხვევა ერთ გადამწოდზე (ინდიკატორზე, გადამრთველზე, მცველზე) აგებული სქემის მტყუნების ალბათობას. ამიტომ, როცა

$$\left. \begin{array}{l} q_{02} = \frac{1}{2} \\ D(\alpha_0, q_{01}) = 0 \end{array} \right\},$$

უპირატესობა ერთ გადამწოდზე (ინდიკატორზე, გადამრთველზე, მცველზე) აგებულ სქემას უნდა მიეცეს, ვინაიდან იგი უფრო ეკონომიურია (სხვანაირად, იაფფასიანია). განხილული შემთხვევა ილუსტრირებულია მე-4 ნახაზით.



ნახ.4 ელექტრული დაცვის სქემათა უპირატესობის არეები $D(\alpha_0, q_{01}) = 0$ შემთხვევაში დაბოლოს, თუ

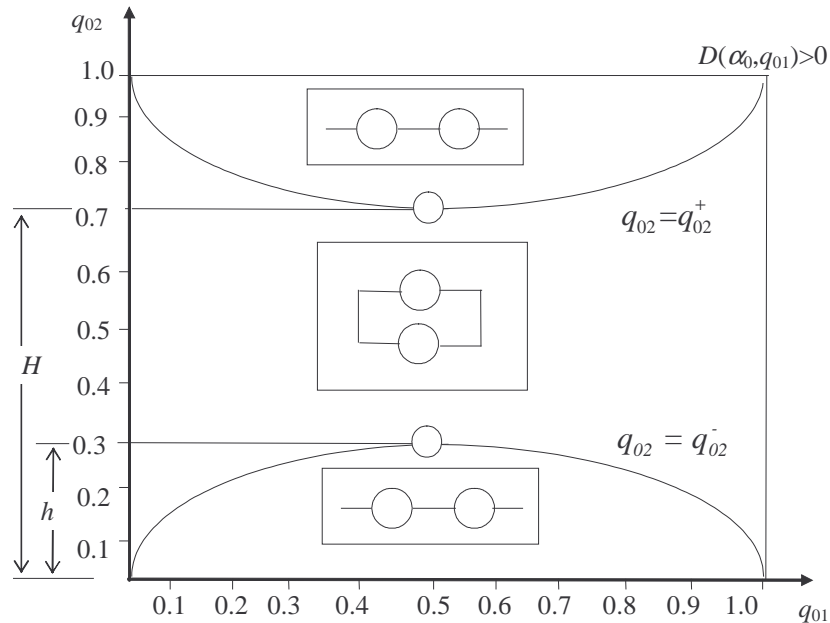
$$D(\alpha_0, q_{01}) > 0,$$

მაშინ $P(q_{02})$ კვადრატული სამწევრი დადებითია $q_{02} > q_{02}^+$ და $q_{02} < q_{02}^-$ არეებში, სადაც

$$\left. \begin{array}{l} q_{02}^+ = \frac{1 + [D(\alpha_0, q_{01})]^{1/2}}{2} \\ q_{02}^- = 1 - q_{02}^+ = \frac{1 - [D(\alpha_0, q_{01})]^{1/2}}{2} \end{array} \right\}, \quad (10)$$

ხოლო $q_{02}^- < q_{02} < q_{02}^+$ პირობის შესრულებისას იგი უარყოფითია. ამრიგად, როცა დისკრიმინანტი დადებითია, $q_{02} > q_{02}^+$ და $q_{02} < q_{02}^-$ უტოლობები იძლევა მიმდევრობითი სტრუქტურის უპირატესობის არეებს, ხოლო $q_{02}^- < q_{02} < q_{02}^+$ უტოლობა – პარალელური

სტრუქტურის უპირატესობის არეს. როცა $q_{02} = q_{02}^+$ და $q_{02} = q_{02}^-$, თუ დისკრიმინანტი დადებითია, მაშინ $P(q_{02})$ კვადრატული სამწევრი ნულს უდრის და ამიტომ $Q_2 = Q_3 = Q_1$. მაშასადამე, უპირატესობა უნდა მიეცეს ერთ გადამწოდზე (ინდიკატორზე, გადამრთველზე, მცველზე) აგებულ სქემას, როგორც უფრო იაფფასიანს. ჩეტარებული ანალიზის შედეგები $D(\alpha_0, q_{01}) > 0$ შემთხვევისათვის წარმოდგენილია მე-5 ნახაზზე.



ნახ.5 ელექტრული დაცვის სქემათა უპირატესობის არეები $D(\alpha_0, q_{01}) > 0$ შემთხვევაში

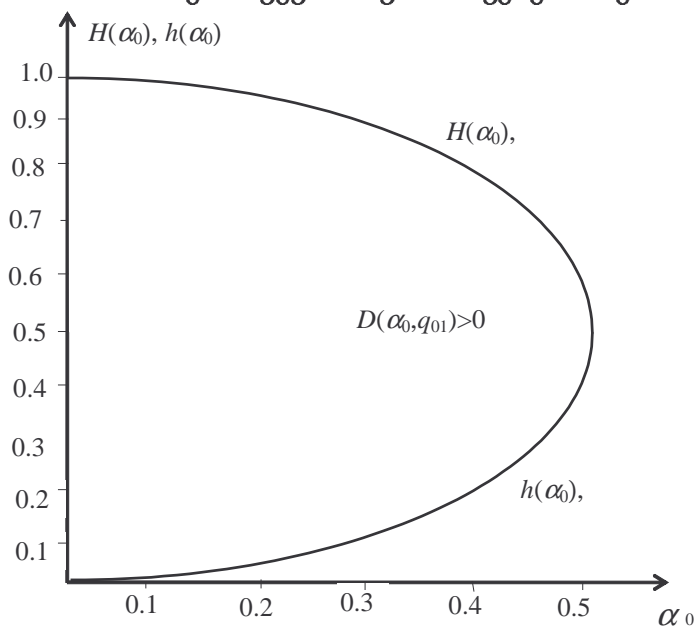
აქ

$$\left. \begin{aligned} H(\alpha_0) &= q_{02}^+ \left(q_{01} = \frac{1}{2} \right) = \frac{1 + \sqrt{1 - \frac{\alpha_0}{1 - \alpha_0}}}{2} \\ h(\alpha_0) &= q_{02}^- \left(q_{01} = \frac{1}{2} \right) = \frac{1 - \sqrt{1 - \frac{\alpha_0}{1 - \alpha_0}}}{2} \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

და, მაშასადამე, $H(\alpha_0) + h(\alpha_0) = 1$.

α_0 ცვლადის გაზრდისას $0 < \alpha_0 < \frac{1}{2}$ საზღვრებში $H(\alpha_0)$ სიდიდე კლებულობს, ხოლო $h(\alpha_0)$ სიდიდე იზრდება. როცა $\alpha_0 > \frac{1}{2}$, დისკრიმინანტი უარყოფითი ხდება, ვინაიდან

$q_{01} = \frac{1}{2}$, და ჩვენ ვცდებით განსახილველი შემთხვევის ჩარჩოებს. $H(\alpha_0)$ და $h(\alpha_0)$ დამოკიდებულებები $0 < \alpha_0 < \frac{1}{2}$ შემთხვევისათვის ნაჩვენებია მე-6 ნახაზზე.



ნახ.6 $h(\alpha_0)$ და $H(\alpha_0)$ დამოკიდებულებათა გრაფიკები

1.3. $D(\alpha_0, q_{01})$ დისკრიმინანტის კვლევა

ახლა შევუდგეთ $D(\alpha_0, q_{01})$ დისკრიმინანტის კვლევას. რადგან იგი დამოკიდებულია α_0 და q_{01} ცვლადებზე, $D(\alpha_0, q_{01})$ დისკრიმინანტის დადებითობა, უარყოფითობა თუ ნულისადმი ტოლობა ფაქტობრივად ნიშნავს α_0 და q_{01} სიდიდეებზე გარკვეული პირობების დადებას.

შემთხვევა პირველი: $D(\alpha_0, q_{01})$ დისკრიმინანტი დადებითია და, ამრიგად, $D(\alpha_0, q_{01}) > 0$. მაშასადამე,

$$1 - 4 \frac{\alpha_0}{1 - \alpha_0} q_{01} (1 - q_{01}) > 0$$

საიდანაც

$$q_{01}^2 - q_{01} + \frac{1}{4} \cdot \frac{1 - \alpha_0}{\alpha_0} > 0 \tag{12}$$

ამრიგად, $D(\alpha_0, q_{01})$ დისკრიმინანტი მაშინაა დადებითი, როცა მე-12 უტოლობა სრულდება. ამ უტოლობის დისკრიმინანტს შემდეგი სახე გააჩნია:

$$d(\alpha_0) = 1 - \frac{1 - \alpha_0}{\alpha_0} = \frac{2\alpha_0 - 1}{\alpha_0} \tag{13}$$

მე-12 უტოლობა სამ შემთხვევაშია სამართლიანი, სახელდობრ:

1. როცა ამ კვადრატული უტოლობის $d(\alpha_0)$ დისკრიმინანტი უარყოფითია და, ამრიგად,

$$d(\alpha_0) = 1 - \frac{1 - \alpha_0}{\alpha_0} = \frac{2\alpha_0 - 1}{\alpha_0} < 0$$

საიდანაც $\alpha_0 < \frac{1}{2}$. მაშინ მე-12 გამოსახულება იგივე უტოლობას წარმოადგენს და იგი

q_{01} ცვლადის ნებისმიერი მნიშვნელობისთვისაა სამართლიანი: $\alpha_0 < \frac{1}{2}; 0 \leq q_{01} \leq 1$.

2. როცა ხსენებული კვადრატული უტოლობის $d(\alpha_0)$ დისკრიმინანტი ნულის ტოლია და, ამრიგად,

$$d(\alpha_0) = 1 - \frac{1 - \alpha_0}{\alpha_0} = \frac{2\alpha_0 - 1}{\alpha_0} = 0$$

საიდანაც $\alpha_0 = \frac{1}{2}$. მაშინ მე-12 გამოსახულება სამართლიანია ყველა q_{01} სიდიდისათვის

$q_{01} = \frac{1}{2}$ მნიშვნელობის გამოკლებით, რადგან $\alpha_0 = q_{01} = \frac{1}{2}$ პირობებში

$$q_{01}^2 - q_{01} + \frac{1}{4} \cdot \frac{1 - \alpha_0}{\alpha_0} = 0$$

ამრიგად, მე-12 უტოლობა სამართლიანია, თუ $\alpha_0 = \frac{1}{2}; 0 \leq q_{01} < \frac{1}{2}, \frac{1}{2} < q_{01} \leq 1$.

3. როცა $d(\alpha_0)$ დისკრიმინანტი დადებითია და, ამრიგად,

$$d(\alpha_0) = 1 - \frac{1 - \alpha_0}{\alpha_0} = \frac{2\alpha_0 - 1}{\alpha_0} > 0$$

საიდანაც $\alpha_0 > \frac{1}{2}$. მაშინ მე-12 გამოსახულება სამართლიანია ნებისმიერი $q_{01} > q_{01}^+$ და $q_{01} < q_{01}^-$ მნიშვნელობისათვის. აქ

$$\left. \begin{aligned} q_{01}^+ &= \frac{1 + \sqrt{d(\alpha_0)}}{2} \\ q_{01}^- &= \frac{1 - \sqrt{d(\alpha_0)}}{2} \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

ამრიგად, მე-12 უტოლობა მაშინაც სამართლიანია, როცა $\alpha_0 > \frac{1}{2}, q_{01} > q_{01}^+, q_{01} < q_{01}^-$, სადაც q_{01}^+ და q_{01}^- მე-14 ფორმულებით განისაზღვრება, ხოლო $d(\alpha_0)$ - მე-13 თანაფარდობით მოიცემა.

შემთხვევა მეორე: $D(\alpha_0, q_{01})$ დისკრიმინანტი უარყოფითია და, ამრიგად, $D(\alpha_0, q_{01}) < 0$. მაშასადამე,

$$1 - 4 \frac{\alpha_0}{1 - \alpha_0} q_{01} (1 - q_{01}) < 0$$

საიდანაც

$$q_{01}^2 - q_{01} + \frac{1}{4} \cdot \frac{1 - \alpha_0}{\alpha_0} < 0 \quad (15)$$

ამრიგად, $D(\alpha_0, q_{01})$ დისკრიმინანტი მაშინაა უარყოფითი, როცა მე-15 კვადრატული (q_{01} ცვლადის მიმართ) უტოლობა სრულდება. ამისათვის კი მე-15 უტოლობის $d(\alpha_0)$ დისკრიმინანტი დადებითი უნდა იყოს:

$$d(\alpha_0) = 1 - \frac{1 - \alpha_0}{\alpha_0} = \frac{2\alpha_0 - 1}{\alpha_0} > 0$$

საიდანაც $\alpha_0 > \frac{1}{2}$. ამასთა ერთად q_{01} ცვლადის მნიშვნელობები უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ პირობას:

$$q_{01}^- < q_{01} < q_{01}^+$$

აქ q_{01}^- და q_{01}^+ სიდიდეთა განსაზღვრა კვლავ მე-14 და მე-13 თანაფარდობებით ხდება.

შემთხვევა მესამე: $D(\alpha_0, q_{01})$ დისკრიმინანტი ნულის ტოლია და, ამრიგად, $D(\alpha_0, q_{01}) = 0$. მაშასადამე,

$$1 - 4 \frac{\alpha_0}{1 - \alpha_0} q_{01} (1 - q_{01}) = 0$$

საიდანაც

$$q_{01}^2 - q_{01} + \frac{1}{4} \cdot \frac{1 - \alpha_0}{\alpha_0} = 0 \tag{16}$$

ამრიგად, $D(\alpha_0, q_{01})$ დისკრიმინანტი მაშინაა უარყოფითი, როცა მე-16 კვადრატული (q_{01} ცვლადის მიმართ) განტოლობა სრულდება.

1. სახელობრ, თუ $d(\alpha_0) > 0$, ესე იგი, თუ $\alpha_0 > \frac{1}{2}$, მაშინ მე-16 განტოლებას ორი განსხვავებული ნამდვილი ფესვი გააჩნია:

$$\left. \begin{aligned} q_{01} &= q_{01}^+ = \frac{1 + \sqrt{d(\alpha_0)}}{2} \\ q_{01} &= q_{01}^- = \frac{1 - \sqrt{d(\alpha_0)}}{2} \end{aligned} \right\}$$

სადაც $d(\alpha_0) = 1 - \frac{1 - \alpha_0}{\alpha_0} = \frac{2\alpha_0 - 1}{\alpha_0} > 0$.

2. თუ $d(\alpha_0) = 0$, ესე იგი, თუ $\alpha_0 = \frac{1}{2}$, მაშინ მე-16 განტოლებას ორი ერთნაირი ნამდვილი ფესვი გააჩნია:

$$q_{01} = q_{01}^+ = \frac{1 + \sqrt{d(\alpha_0)}}{2} = q_{01}^- = \frac{1 - \sqrt{d(\alpha_0)}}{2} = \frac{1}{2},$$

ვინაიდან $d(\alpha_0) = 1 - \frac{1 - \alpha_0}{\alpha_0} = \frac{2\alpha_0 - 1}{\alpha_0} = 0$.

3. თუ $d(\alpha_0) < 0$, ესე იგი, თუ $\alpha_0 < \frac{1}{2}$, მაშინ მე-16 განტოლებას ორი კომპლექსურად შეუღლებული ფესვი გააჩნია:

$$\left. \begin{aligned} q_{01} = q_{01}^+ &= \frac{1 + i\sqrt{|d(\alpha_0)|}}{2} \\ q_{01} = q_{01}^- &= \frac{1 - i\sqrt{|d(\alpha_0)|}}{2} \end{aligned} \right\}$$

$$d(\alpha_0) = 1 - \frac{1 - \alpha_0}{\alpha_0} = \frac{2\alpha_0 - 1}{\alpha_0} < 0$$

სადაც $\alpha_0 < \frac{1}{2}$, მაგრამ ეს შემთხვევა მოკლებულია ინტერესს q_{01} სიდიდის არსიდან გამომდინარე. იგი ალბათობას წარმოადგენს და, მაშასადამე $0 \leq q_{01} \leq 1$.

მიღებული შედეგები თავმოყრილია პირველ ცხრილში.

ცხრილი 1.

$D(\alpha_0, q_{01})$ დისკრიმინანტის კვლევის შედეგები

| $D(\alpha_0, q_{01})$ დისკრიმინანტი | | |
|--|--|--|
| დადებითია, თუ: | უარყოფითია, თუ: | ნულის ტოლია, თუ: |
| $\alpha_0 < \frac{1}{2}, 0 \leq q_{01} \leq 1$ | $\alpha_0 > \frac{1}{2}, q_{01}^- < q_{01} < q_{01}^+$ | $\alpha_0 > \frac{1}{2}, q_{01} = q_{01}^+, q_{01} = q_{01}^-$ |
| $\alpha_0 = \frac{1}{2}, 0 \leq q_{01} < \frac{1}{2}, \frac{1}{2} < q_{01} \leq 1$ | | $\alpha_0 = \frac{1}{2}, q_{01} = \frac{1}{2}$ |
| $\alpha_0 > \frac{1}{2}, q_{01} > q_{01}^+, q_{01} < q_{01}^-$ | | |

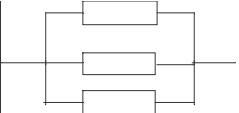
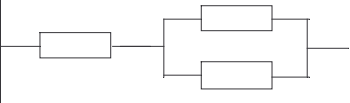
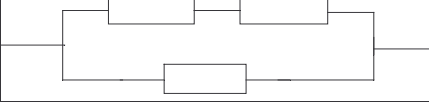
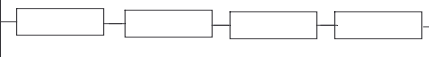
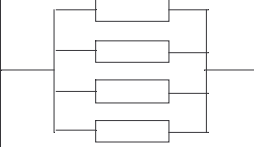
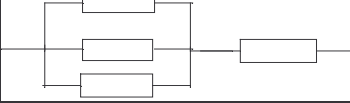
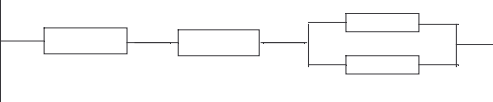
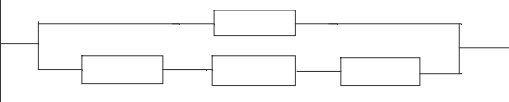
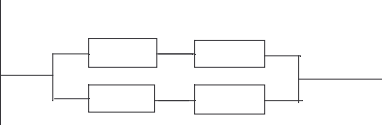
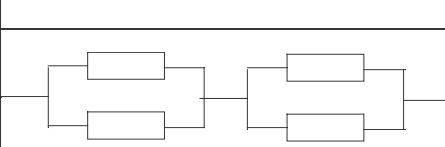
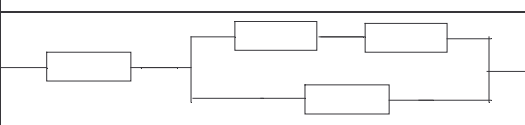
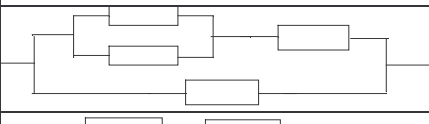
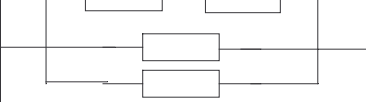
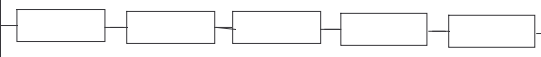
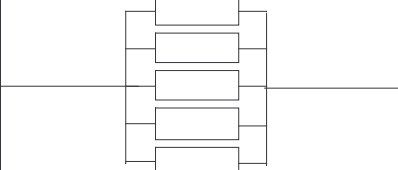
1.4. რიცხვითი ანალიზის აუცილებლობა

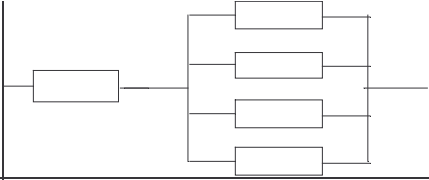
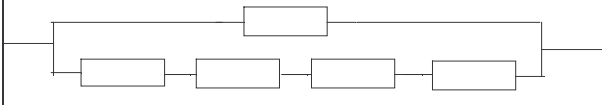
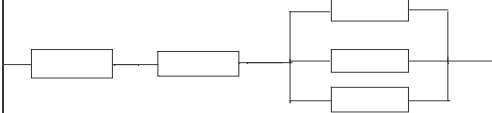
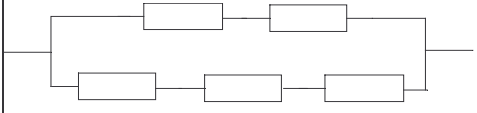
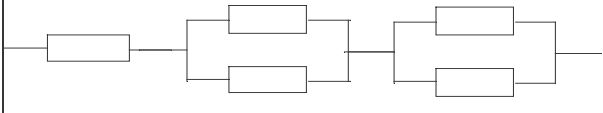
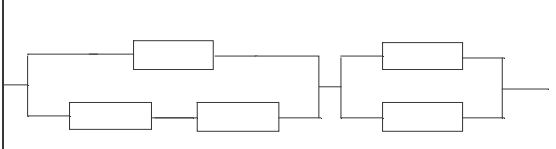
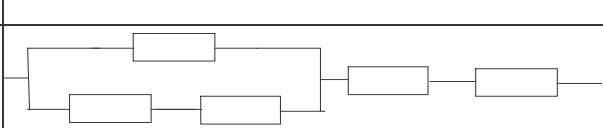
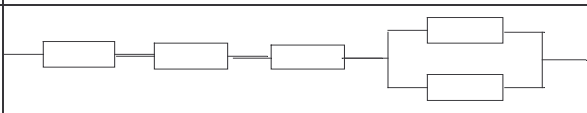
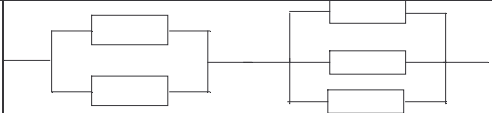
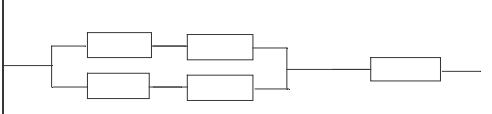
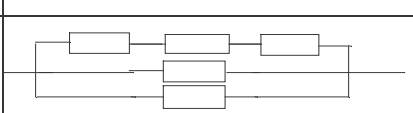
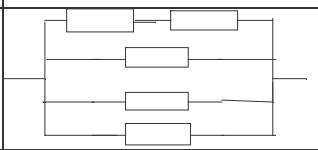
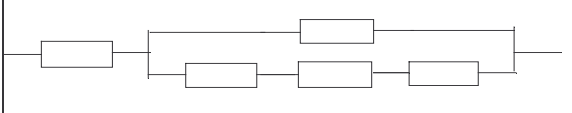
როცა გადამწოდების (ინდიკატორების, გადამრთველების, მცველების) რიცხვი ორს აღემატება ($n \geq 3$), ასეთი ამომწურავი ანალიზური კვლევის ჩატარება შეუძლებელი ხდება და ამიტომ რიცხვით ანალიზს უნდა მივმართოთ. შესწავლის რაციონალურად ორგანიზებისათვის შეიძლება გადაინომროს გადამწოდების (ინდიკატორების, გადამრთველების, მცველების) შეერთების ყველა სტრუქტურა, რომელიც $n_0 = 1, n_0^*$ მნიშვნელობებს შეესაბამება, სადაც n_0^* დამცველების ზღვრული რაოდენობაა განხილვისას. ვთქვათ, სავსებით საკმარისია ჩაითვალოს, რომ n_0^* ხუთს შეადგენს. ყველა ეს სტრუქტურა და თითოეულის შესაბამისი მტყუნების ალბათობა, გამოთვლილი [2] შრომაში აღწერილი მეთოდით, მოცემულია პირველ (კრებსით) ცხრილში.

ცხრილი 2.

ელექტრული დაცვის სქემათა სტანდარტული სტრუქტურები და მათი შესაბამისი მტყუნებათა ალბათობები

| n_0 | S | გადამრთველთა შეერთება დაცვის სქემაში | სქემის მტყუნების Q_s ალბათობა |
|-------|-----|--------------------------------------|---|
| 1 | 1 | | $Q_1 = \alpha_0 q_{01} + (1 - \alpha_0) q_{02}$ |
| 2 | 2 | | $Q_2 = \alpha_0 q_{01}^2 + (1 - \alpha_0) (1 - (1 - q_{02})^2)$ |
| | 3 | | $Q_3 = \alpha_0 (1 - (1 - q_{01})^2) + (1 - \alpha_0) q_{02}^2$ |
| 4 | 4 | | $Q_4 = \alpha_0 q_{01}^3 + (1 - \alpha_0) (1 - (1 - q_{02})^3)$ |

| | | | |
|----|---|---|--|
| 3 | 5 |  | $Q_5 = \alpha_0(1 - (1 - q_{01})^3) + (1 - \alpha_0)q_{02}^3$ |
| | 6 |  | $Q_6 = \alpha_0 q_{01} (1 - (1 - q_{01})^2) + (1 - \alpha_0) \times (1 - (1 - q_{02})(1 - q_{02}^2))$ |
| | 7 |  | $Q_7 = \alpha_0 (1 - (1 - q_{01})(1 - q_{01}^2)) + (1 - \alpha_0) \times q_{02} (1 - (1 - q_{02})^2)$ |
| 4 | 8 |  | $Q_8 = \alpha_0 q_{01}^4 + (1 - \alpha_0)(1 - (1 - q_{02})^4)$ |
| | 9 |  | $Q_9 = \alpha_0(1 - (1 - q_{01})^4) + (1 - \alpha_0)q_{02}^4$ |
| | 10 |  | $Q_{10} = \alpha_0 q_{01} (1 - (1 - q_{01})^3) + (1 - \alpha_0) \times (1 - (1 - q_{02})(1 - q_{02}^3))$ |
| | 11 |  | $Q_{11} = \alpha_0 q_{01}^2 (1 - (1 - q_{01})^2) + (1 - \alpha_0) \times (1 - (1 - q_{02})^2 (1 - q_{02}^2))$ |
| 4 | 12 |  | $Q_{12} = \alpha_0 (1 - (1 - q_{01})(1 - q_{01}^3)) + (1 - \alpha_0) \times q_{02} (1 - (1 - q_{02})^3)$ |
| | 13 |  | $Q_{13} = \alpha_0 (1 - (1 - q_{01}^2)^2) + (1 - \alpha_0) \times (1 - (1 - q_{02})^2)^2$ |
| | 14 |  | $Q_{14} = \alpha_0 (1 - (1 - q_{01})^2)^2 + (1 - \alpha_0) \times (1 - (1 - q_{02}^2)^2)$ |
| | 15 |  | $Q_{15} = \alpha_0 q_{01} (1 - (1 - q_{01})(1 - q_{01}^2)) + (1 - \alpha_0) \times (1 - (1 - q_{02})(1 - q_{02}(1 - q_{02}^2)))$ |
| | 16 |  | $Q_{16} = \alpha_0 (1 - q_{01})(1 - q_{01}(1 - (1 - q_{01})^2)) + (1 - \alpha_0) \times q_{02}(1 - q_{02})(1 - q_{02}^2)$ |
| | 17 |  | $Q_{17} = \alpha_0 (1 - (1 - q_{01})^2 (1 - q_{01}^2)) + (1 - \alpha_0) \times q_{02}^2 (1 - (1 - q_{02})^2)$ |
| | 18 |  | $Q_{18} = \alpha_0 q_{01}^5 + (1 - \alpha_0)(1 - (1 - q_{02})^5)$ |
| 19 |  | $Q_{19} = \alpha_0 (1 - (1 - q_{01})^5) + (1 - \alpha_0)q_{02}^5$ | |

| | | | |
|---|----|---|---|
| 5 | 20 |  | $Q_{20} = \alpha_0 q_{01} \left(1 - (1 - q_{01})^4 \right) + (1 - \alpha_0) \times \left(1 - (1 - q_{02}) (1 - q_{02}^4) \right)$ |
| | 21 |  | $Q_{21} = \alpha_0 \left(1 - (1 - q_{01}) (1 - q_{01}^4) \right) + (1 - \alpha_0) \times q_{02} \left(1 - (1 - q_{02})^4 \right)$ |
| | 22 |  | $Q_{22} = \alpha_0 q_{01}^2 \left(1 - (1 - q_{01})^3 \right) + (1 - \alpha_0) \times \left(1 - (1 - q_{02})^2 (1 - q_{02}^3) \right)$ |
| 5 | 23 |  | $Q_{23} = \alpha_0 \left(1 - (1 - q_{01}^2) (1 - q_{01}^3) \right) + (1 - \alpha_0) \times \left(1 - (1 - q_{02})^2 (1 - (1 - q_{02})^3) \right)$ |
| | 24 |  | $Q_{24} = \alpha_0 q_{01} \left(1 - (1 - q_{01})^2 \right)^2 + (1 - \alpha_0) \times \left(1 - (1 - q_{02}) (1 - q_{02}^2) \right)^2$ |
| | 25 |  | $Q_{25} = \alpha_0 \left(1 - (1 - q_{01}) (1 - q_{01}^2) \right) \times \left(1 - (1 - q_{01})^2 \right) + (1 - \alpha_0) \times \left(1 - (1 - q_{02})^2 (1 - q_{02} (1 - (1 - q_{02})^2)) \right)$ |
| | 26 |  | $Q_{26} = \alpha_0 q_{01}^2 \left(1 - (1 - q_{01}) \right) (1 - q_{01}^2) + (1 - \alpha_0) \left(1 - (1 - q_{02})^2 (1 - q_{02} (1 - (1 - q_{02})^2)) \right)$ |
| | 27 |  | $Q_{27} = \alpha_0 q_{01}^3 \left(1 - (1 - q_{01})^2 \right) + (1 - \alpha_0) \times \left(1 - (1 - q_{02})^3 (1 - q_{02}^2) \right)$ |
| | 28 |  | $Q_{28} = \alpha_0 \left(1 - (1 - q_{01})^2 \right) \left(1 - (1 - q_{01})^3 \right) + (1 - \alpha_0) \left(1 - (1 - q_{02})^2 (1 - q_{02}^3) \right)$ |
| | 29 |  | $Q_{29} = \alpha_0 q_{01} \left(1 - (1 - q_{01}^2) \right)^2 + (1 - \alpha_0) \times \left(1 - (1 - q_{02}) \left(1 - (1 - (1 - q_{02})^2) \right)^2 \right)$ |
| | 30 |  | $Q_{30} = \alpha_0 \left(1 - (1 - q_{01})^2 (1 - q_{01}^3) \right) + (1 - \alpha_0) q_{02}^2 \left(1 - (1 - q_{02})^3 \right)$ |
| | 31 |  | $Q_{31} = \alpha_0 \left(1 - (1 - q_{01})^3 (1 - q_{01}^2) \right) + (1 - \alpha_0) \times q_{02}^3 \left(1 - (1 - q_{02})^2 \right)$ |
| | 32 |  | $Q_{32} = \alpha_0 q_{01} \left(1 - (1 - q_{01}) (1 - q_{01}^3) \right) + (1 - \alpha_0) \left(1 - (1 - q_{02}) \left(1 - q_{02} (1 - (1 - q_{02})^3) \right) \right)$ |

| | | |
|------|--|--|
| 33 | | $Q_{33} = \alpha_0 \left(1 - (1 - q_{01}) \left(1 - q_{01}^2 \left(1 - (1 - q_{01})^2 \right) \right) \right) + (1 - \alpha_0) q_{02} \left(1 - (1 - q_{02})^2 \left(1 - q_{02}^2 \right) \right)$ |
| 34 | | $Q_{34} = \alpha_0 \left(1 - (1 - q_{01})^2 \left(1 - q_{01} \left(1 - (1 - q_{01})^2 \right) \right) \right) + (1 - \alpha_0) q_{02}^2 \left(1 - (1 - q_{02}) \left(1 - q_{02}^2 \right) \right)$ |
| 35 | | $Q_{35} = \alpha_0 \left(1 - (1 - q_{01}) \left(1 - \left(1 - (1 - q_{01})^2 \right)^2 \right) \right) + (1 - \alpha_0) q_{02} \left(1 - \left(1 - q_{02}^2 \right)^2 \right)$ |
| 36 | | $Q_{36} = \alpha_0 \left(1 - (1 - q_{01}) \left(1 - q_{01}^2 \right) \right)^2 + (1 - \alpha_0) q_{02} \left(1 - (1 - q_{02})^2 \right)^2$ |
| 37 | | $Q_{37} = \alpha_0 \left(1 - \left(1 - q_{01}^2 \right) \left(1 - q_{01} \left(1 - (1 - q_{01})^2 \right) \right) \right) + (1 - \alpha_0) \left(1 - (1 - q_{02})^2 \right) \left(1 - (1 - q_{02}) \left(1 - q_{02}^2 \right) \right)$ |
| 38 | | $Q_{38} = \alpha_0 \left(1 - (1 - q_{01}) \left(1 - q_{01} \left(1 - (1 - q_{01})^3 \right) \right) \right) + (1 - \alpha_0) q_{02} \left(1 - (1 - q_{02}) \left(1 - q_{02}^3 \right) \right)$ |
| 5 39 | | $Q_{39} = \alpha_0 q_{01} \left(1 - (1 - q_{01})^2 \left(1 - q_{01}^2 \right) \right) + (1 - \alpha_0) \left(1 - (1 - q_{02}) \left(1 - q_{02}^2 \left(1 - (1 - q_{02})^2 \right) \right) \right)$ |
| 40 | | $Q_{40} = \alpha_0 \left(1 - (1 - q_{01}) \left(1 - q_{01} \left(1 - (1 - q_{01})^2 \right) \right) \right) + (1 - \alpha_0) q_{02} \times \left(1 - (1 - q_{02}) \left(1 - q_{02} \left(1 - (1 - q_{02})^2 \right) \right) \right)$ |
| 41 | | $Q_{41} = \alpha_0 q_{01} \left(1 - (1 - q_{01}) \left(1 - q_{01} \left(1 - (1 - q_{01})^2 \right) \right) \right) + (1 - \alpha_0) \times \left(1 - (1 - q_{02}) \left(1 - q_{02} \left(1 - (1 - q_{02}) \left(1 - q_{02}^2 \right) \right) \right) \right)$ |
| 42 | | $Q_{42} = \alpha_0 q_{01} \left(2q_{01}^2 + 2q_{01}^3 - 5q_{01}^5 \right) + (1 - \alpha_0) \left(1 - 2 \left(1 - q_{02} \right)^2 - 2 \left(1 - q_{02} \right)^3 + 5 \left(1 - q_{02} \right)^4 - 2 \left(1 - q_{02} \right)^5 \right)$ |

შემდეგ უთითებენ n_0 ($n_0 \leq n_0^*$), q_{01} , q_{02} , α_0 სიდიდეთა მნიშვნელობებს და ანგარიშობენ მტყუნების Q_s ალბათობას დაცვის შესაბამისი სქემებისათვის. ასე, მაგალითად, $n_0 = 3$ შემთხვევისათვის გასაანალიზებელ სქემათა რაოდენობა შვიდს შეადგენს.

დაბოლოს, ხდება იმ სტრუქტურის არჩევა, რომელსაც Q_s სიდიდეთა განსახილველ სიმრავლეზე მტყუნების მინიმალური ალბათობა შეესაბამება. თუ ასეთ სტრუქტურათა

რიცხვი ერთზე მეტი აღმოჩნდა, უპირატესობა ეძლევა სქემას გადამწოდების (ინდიკატორების, გადამრთველების, მცველების) ნაკლები რაოდენობით, როგორც უფრო ეკონომიურს, იაფფასიანს.

1.5. რიცხვითი ანალიზის კომპიუტერული პროგრამის აღწერა

სწორედ ეს ალგორითმია რეალიზებული კომპიუტერულ პროგრამაში, რომლის აღწერას

ვიწყებთ. მისი შემავალი სიდიდეებია n_0 ($n_0 \leq n_0^* = 5$), q_{01}, q_{02} და α_0 . გამომავალი მონაცემები კი შეიცავს შემავალ ინფორმაციას მთლიანად, გადამწოდების (ინდიკატორების, გადამრთველების, მცველების) შეერთების ოპტიმალურ სტრუქტურას, ამ სტრუქტურის შესაბამისი ელექტრული დაცვის სქემის მტყუნების ალბათობასა და სხვადასხვა სტრუქტურათა უპირატესობის არეებს (სათანადო ფერებში). სახელდობრ:

1. ($0 \leq q_{01} \leq 1, 0 \leq q_{02} \leq 1$) კვადრატის წერტილებს ორგანზომილებიანი 400×400 მასივის ელემენტები შეესაბამება. მასივში შეიტანება სტრუქტურის მტყუნების ალბათობის უმცირესი Q_s მნიშვნელობა ერთმანეთში ჩასმული ციკლებით განსაზღვრული q_{01} და q_{02} ალბათობებისათვის s ნომრით მონიშნული ყველა იმ შეერთების გადასინჯვისას, რომელშიც გადამწოდების (ინდიკატორების, გადამრთველების, მცველების) რიცხვი კიდევ ერთი ციკლით მითითებულ n_0 რაოდენობას არ აღემატება.

2. შემდეგ ხდება სათანადო სტრუქტურათა შესაბამისი განსხვავებული ფერების საჭირო რაოდენობის დადგენა. წინასწარი შეფასებით განსხვავებულ ფერთა რიცხვი ათს არ აღემატება.

3. სხვადასხვა ფერის არეთა შესატყვისი სტრუქტურების ვიზუალიზაცია *bmp* გაფართოებით წარმოდგენილ ნახაზთა სიმრავლიდან სათანადო სურათის გამოტანით ხდება.

4. ($0 \leq q_{01} \leq 1, 0 \leq q_{02} \leq 1$) კვადრატის წერტილებზე კურსორის გადაადგილებისას პროგრამა არკვევს, თუ რომელ წერტილზეა კურსორი და ხელახლა ითვლის q_{01}, q_{02} და Q_s პარამეტრებს მათი მნიშვნელობების ვიზუალიზაციით.

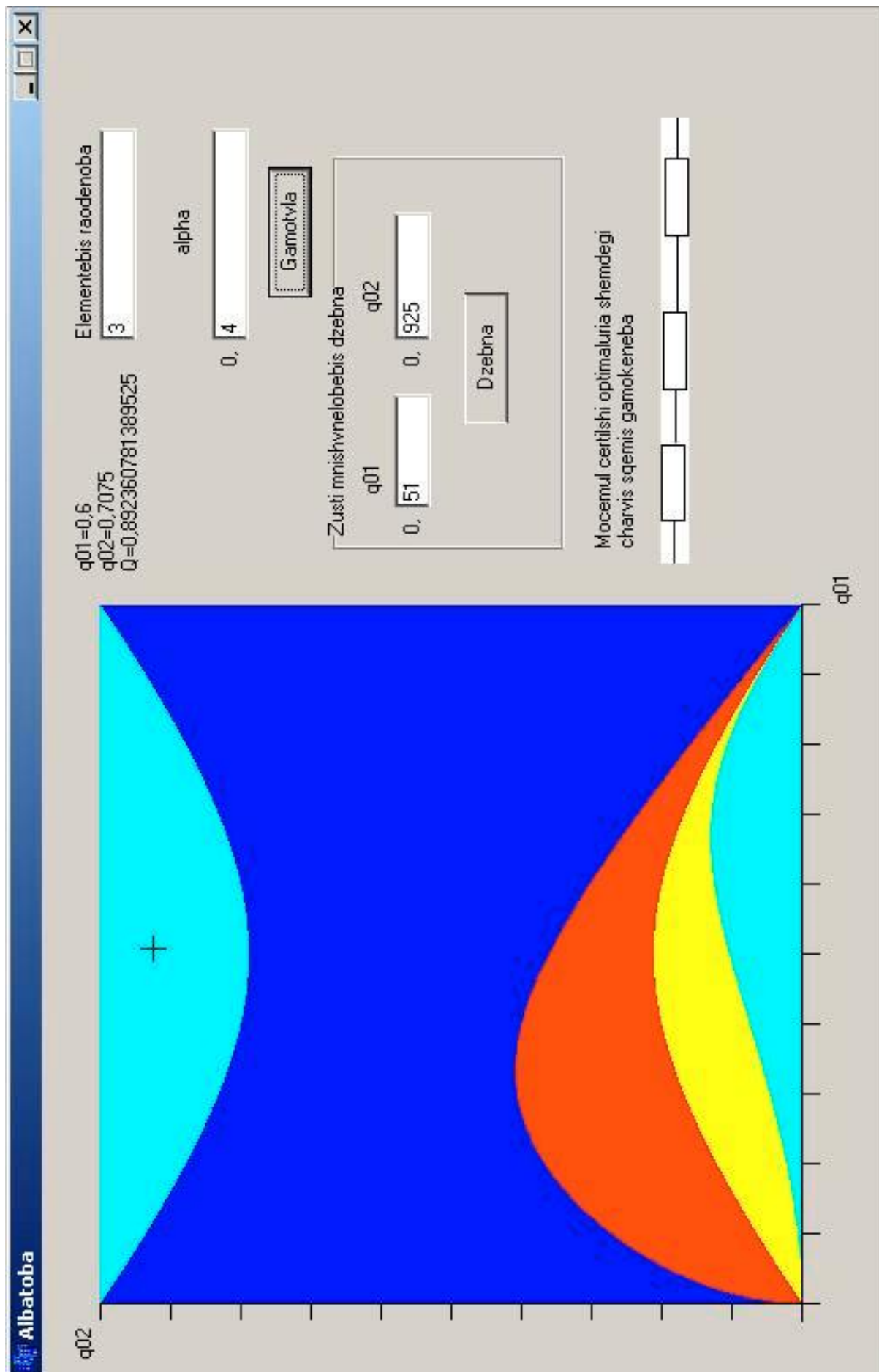
§2. რიცხვითი ექსპერიმენტები

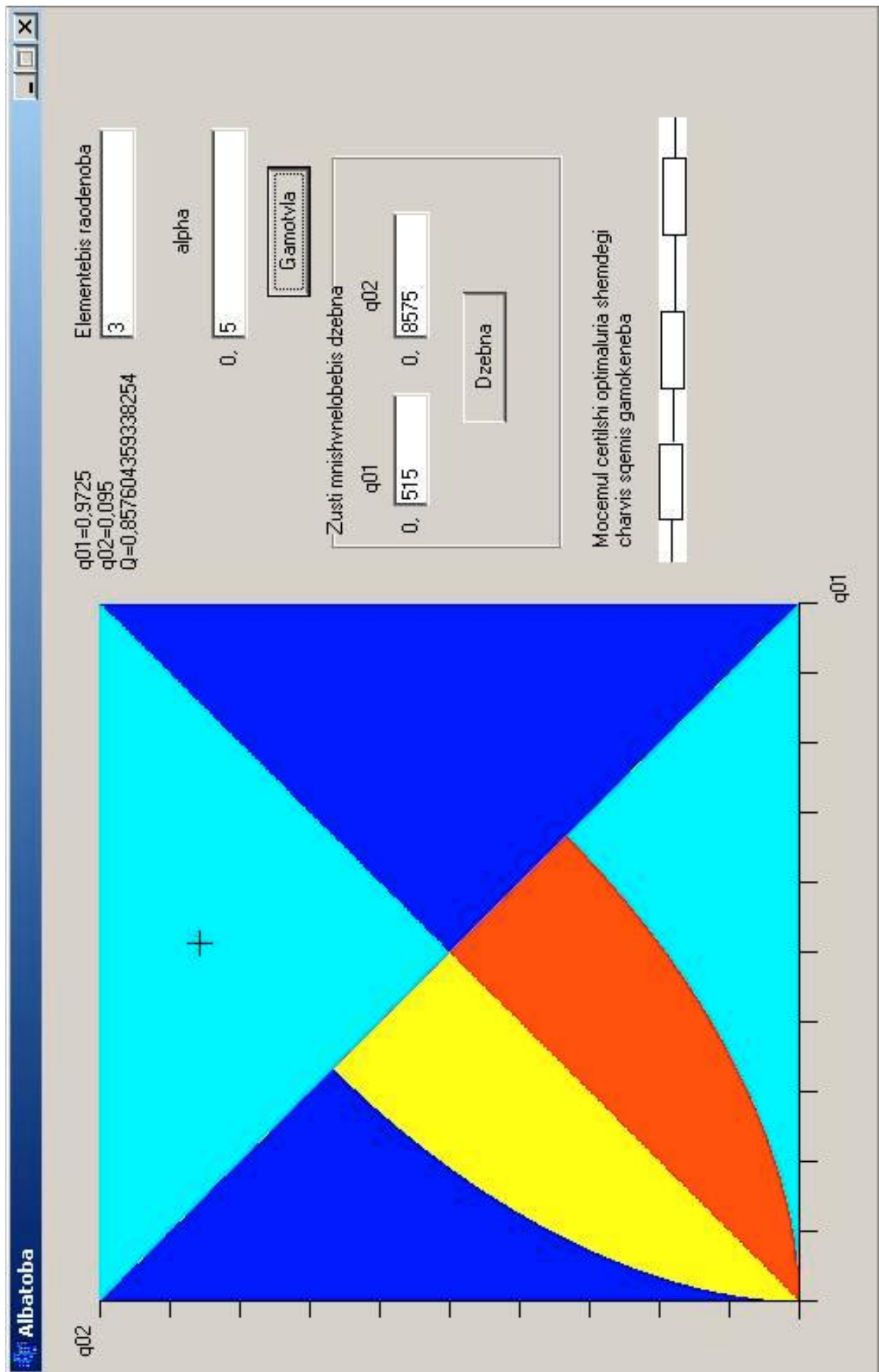
თვალსაჩინო ექსპერიმენტების საწყისი მონაცემები ასახულია შემდეგ ცხრილში, სადაც M სიმბოლოთი აღნიშნულია არეთა (ფერების) რაოდენობა მონაცენტა შესაბამის შემთხვევაში ($0 \leq q_{01} \leq 1; 0 \leq q_{02} \leq 1$) კვადრატზე (პროგრამა, რომლის გამოყენებითაც ეს რიცხვითი ექსპერიმენტები შეიძლება ჩატარდეს, თანდართულია):

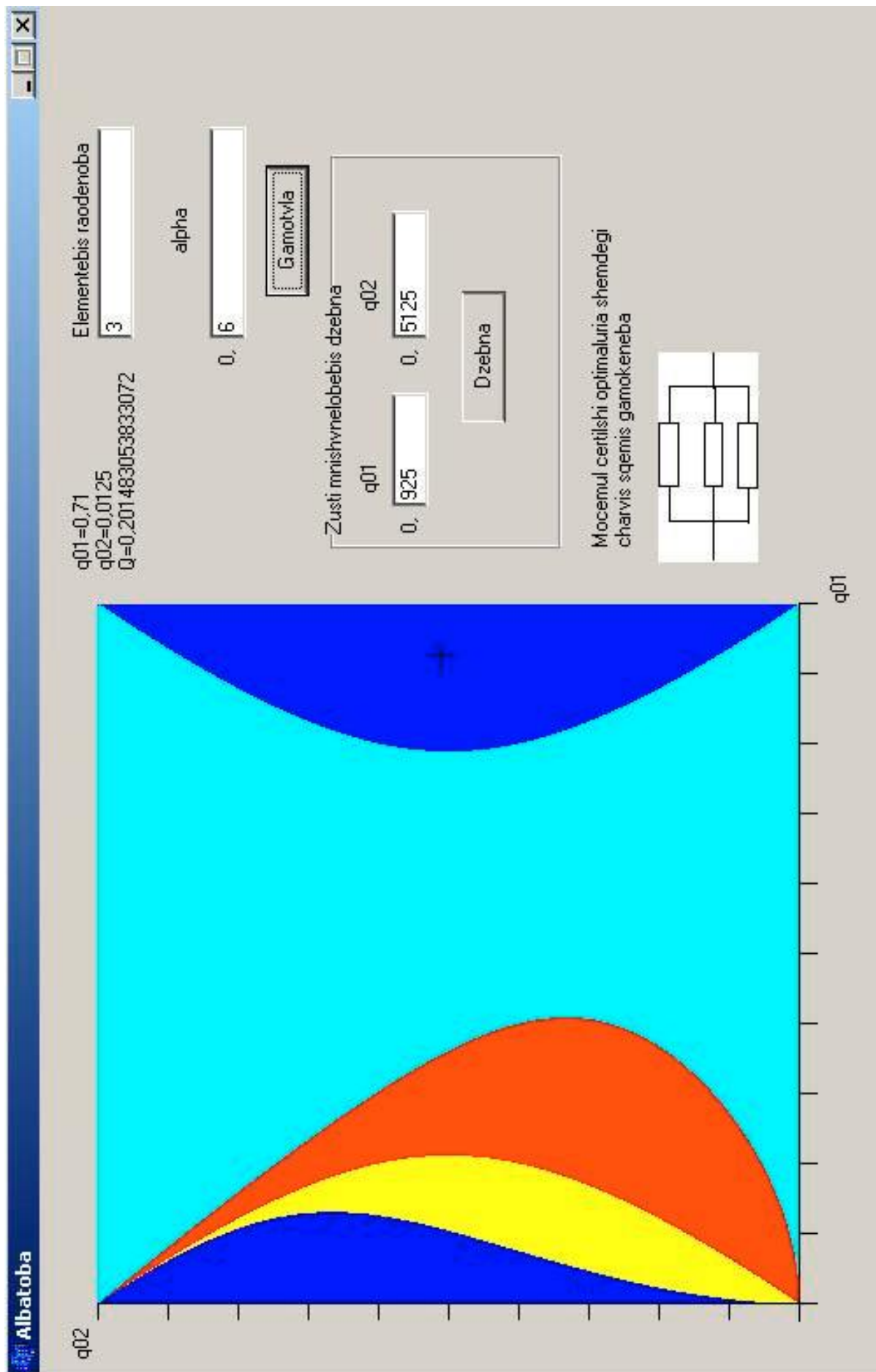
| | | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------------|
| $n = 2$ $\alpha = 0,4$ $M = 3$ | $n = 2$ $\alpha = 0,5$ $M = 4$ | $n = 2$ $\alpha = 0,6$ $M = 3$ | სულ: 10 ფიგურა |
| $n = 3$ $\alpha = 0,4$ $M = 5$ | $n = 3$ $\alpha = 0,5$ $M = 6$ | $n = 3$ $\alpha = 0,6$ $M = 5$ | სულ: 16 ფიგურა |
| $n = 4$ $\alpha = 0,4$ $M = 4$ | $n = 4$ $\alpha = 0,5$ $M = 5$ | $n = 4$ $\alpha = 0,6$ $M = 7$ | სულ: 16 ფიგურა |
| $n = 5$ | $n = 5$ | $n = 5$ | სულ: |

| | | | |
|----------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------|
| $\alpha = 0,4$ $M = 7$ | $\alpha = 0,5$ $M = 8$ | $\alpha = 0,6$ $M = 10$ | 25 ფიგურა |
| ფიგურათა საერთო რაოდენობა: | | | 67 |

ამ ფერების შესატყვისი სქემები კი დაფიქსირებულია სათანადო არეში დასმული ჭდით. ხსენებული ექსპერიმენტული მასალის დიდი მოცულობის გამო (67 ფერადი ფიგურა) აქ ასახულია მხოლოდ ზოგიერთი შედეგი, რომელიც $n = 3$ შემთხვევის გარკვეულ ნაწილს ეხება.







დასკვნა

1. დასმულია ამოცანა, რომელშიც იგულისხმება, რომ კომპიუტერულ სისტემაში ელექტრული გადატვირთვები (ნახტომები) ჩნდება გარკვეული α_0 აპრიორული ალბათობით. დაცვის მოწყობილობას, რომელიც ამ მდგომარეობას აფიქსირებს და სისტემის კვებას თიშავს, შეუძლია q_{01} ალბათობით არ გათიშოს კვების მიწოდების წრედი კრიტიკული გადატვირთვის (ნახტომის) დროს და q_{02} ალბათობით გაწყვიტოს ეს წრედი მაშინ, როცა კრიტიკულ გადატვირთვას (ნახტომს) სინამდვილეში ადგილი არ აქვს.
2. სისტემისათვის ელექტრული ენერჯის მიმწოდებელ კვების წრედში ჩართული ცალკეული გადამწოდის (ინდიკატორის, გადამრთველის, მცველის) მტყუნების Q_1 ალბათობა $Q_1 = \alpha_0 q_{01} + (1 - \alpha_0) q_{02}$ თანაფარდობით გამოისახება და, თუ მისი მნიშვნელობა მიუღებლად დიდია, ამ გადამწოდთა დარეზერვებას მიმართავენ.
3. მაშინ სისტემის კვების წრედში განთავსებულ გადამრთველთა ჯგუფის მტყუნების Q_s ალბათობა წარმოადგენს გადამრთველთა n_0 რიცხვის, s ნომრით მონიშნული მათი შეერთების სტრუქტურისა და q_{01} , q_{02} , α_0 ალბათობების ფუნქციას, ესე იგი $Q_s = Q_s(n_0, \alpha_0, q_{01}, q_{02})$.
4. ნაშრომში ნაპოვნია გადამრთველთა შეერთებების (s ნომრით მონიშნული) სტრუქტურები, რომლებსაც მტყუნების მინიმალური Q_s ალბათობა შეესაბამება α_0 , q_{01} , q_{02} და n_0 სიდიდეთა მოცემული მნიშვნელობების პირობებში.
5. შექმნილია შესაბამისი პროგრამული უზრუნველყოფა კომპიუტერულ სისტემებში ელექტრული დაცვის წრედის გასაანალიზებლად და ოპტიმალური გადაწყვეტილების მისაღებად (განხილვა შემოვიფარგლულია $n_0 \leq 5$ შემთხვევით, როცა ინდიკატორთა შეერთების შესასწავლ სტრუქტურათა რიცხვი 42-ს არ აღემატება).
6. ნაშრომში წარმოდგენილია ხსენებული პროგრამული უზრუნველყოფის მეშვეობით ჩატარებული რიცხვითი ექსპერიმენტების შედეგები რჩეული შემთხვევებისათვის, როცა $n = 3$ და ამასთან ერთად $\alpha_0 = 0, 4; 0, 5; 0, 6$.

დამოწმებული ლიტერატურა:

1. David K. Lloyd, Myron Lipov Reliability: Management, methods and mathematics.-New Jersey: Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, 1962. არსებობს ამ წიგნის რუსული გამოცემა: Ллойд Д., Липов М. Над, жность: организация исследования, методы, математический аппарат: Пер. с англ.-М.: Сов. радио, 1964.-686 с.
2. ოლეგ ნამიჩეიშვილი საიმედოობის თეორია.-თბილისი: თბილისის უნივერსიტეტის გამომცემლობა, 1984.-237 გვ.
3. Намичейшвили О.М. Пороговое резервирование в управляющих вычислительных системах.-Тбилиси: Ганатлеба, 1988.-142 с.
4. Намичейшвили О.М., Шония Г.Г. Структурный анализ схем индикации критического состояния входов порогового органа с релейной адаптацией // КомпьюЛог: Всероссийский журнал по информатике, связи и смежным вопросам.-1999.-№1 (31).-С. 45-51.

სტატია მიღებულია: 2006-04-28