საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ი. ზედგინიძე

კვალიმეტრია

სახელმძღვანელო



დამტკიცებულია სტუ-ს
სარედაქციო-საგამომცემლო
საბჭოს მიერ

თბილისი
2006

უაკ 519.2: 658.562.018.012(083.96)
ზ 445

ზ 445

სახელმძღვანელოში განხილულია პროდუქციისა და მომსახურების ხარისხის მაჩვენებელთა განსაზღვრის საკითხები. მოცემულია ხარისხის მაჩვენებელთა კლასიფიკაცია, მათი ნომენკლატურა და გამოყენებადობა. ყურადღება გამახვილებულია ხარისხის დონის შეფასების დიფერენციალურ, კომპლექსურ და შერეულ მეთოდებზე როგორც ერთგვაროვანი, ისე არაერთგვაროვანი პროდუქციისათვის, აღწერილია ხარისხის დონის განსაზღვრის მეთოდები წარმოების მართვის სხვადასხვა დონეებისათვის.

წიგნი შეესაბამება „ხარისხის მაჩვენებელთა განსაზღვრის“ კურსის პროგრამას, რომელიც იკითხება საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში და განკუთვნილია 19.02 „პროდუქციის ხარისხის აუდიტის“ და 19.06 „ექსპერტიზა, სერტიფიკაცია და ხარისხის მართვა“ სპეციალობების ბაკალავრიატისა და მაგისტრატურის სტუდენტებისათვის და ხარისხის დარგში მომუშავე სპეციალისტებისათვის.

რეცენზენტები:

რუსეთის ფედერაციის მეტროლოგიის
აკადემიის ნამდვილი წევრი *გ. ბაქრაძე*

ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფ. *ნ. ბერაია*

© გამომცემლობა „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2006

ISBN 99940-57-33-2

შესავალი

კონკურენციის გამკაცრება მსოფლიო და ნაციონალურ ბაზრებზე აიძულებს ფირმებს ეძებონ თავისი კონკურენტუნარიანობის ამაღლების დამატებითი ხერხები.

თანამედროვე კომპანიის საბაზრო პოზიციების განმსაზღვრელი ერთ-ერთი ძირითადი ფაქტორია მისი მოღვაწეობის ხარისხი. ამიტომ გრძელვადიანი საკონკურენტო უპირატესობების ფორმირებაზე ორიენტირებულ საწარმოში ხარისხის მართვის სისტემა ჩართულია საერთო მენეჯმენტის სისტემაში. კვალიფიცირებული მენეჯერების მომზადება ითვალისწინებს პროდუქციის, საქონლის, მომსახურებისა და სამუშაოების, პროცესების და თვით მართვის სისტემების ხარისხის თანამედროვე მეთოდების შესწავლასა და ათვისებას.

ხარისხის მართვისა და მისი ამაღლებისათვის უნდა შეფასდეს პროდუქციისა ან მომსახურების ხარისხის დონე.

პროდუქცია – საქმიანობის ან პროცესების შედეგია. მას შეიძლება ჰქონდეს მატერიალური გამოხატულება (მაგალითად, კვანძები ან გადასამუშავებელი მასალები) ან არამატერიალური (მაგალითად, ინფორმაცია, ცნებები), ანდა წარმოადგენდეს მათ კომბინაციას. პროდუქცია შეიძლება მოიცავდეს აგრეთვე მომსახურებას.

მომსახურება – მიმწოდებლისა და მომხმარებლის უშუალო ურთიერთქმედებისა და მომხმარებლის მოთხოვნილებათა დასაკმაყოფილებლად მიმწოდებლის შიდა საქმიანობის შედეგებია. საწარმოო ხასიათის მომსახურებას, მაგალითად რემონტს, ეწოდება *სამუშაოები*.

ხარისხი – ობიექტის იმ მახასიათებელთა ერთობლიობაა, რომლებიც დაკავშირებულია მის უნართან, დააკმაყოფილოს დადგენილი და სავარაუდო მოთხოვნილებები.

პროდუქციის ხარისხის რაოდენობრივ შეფასებასთან დაკავშირებულ საქმიანობის არეს ეწოდება *კვალიმეტრია* (ლათინური სიტყვა qualis – ხარისხის მიხედვით როგორი, და ბერძნული – μετριο – ვზომავ სიტყვების მიხედვით). პროდუქციისა და მომსახურების ხარისხის დონის შეფასება წარმოადგენს საფუძველს ხარისხის მართვის სისტემაში საჭირო მმართველი ზემოქმედების გამომუშავებისათვის.

1. ხარისხის მაჩვენებლები

ხარისხი შეიძლება შეფასდეს მაჩვენებლების ერთობლიობით. *ხარისხის მაჩვენებლები* – ობიექტის ხარისხის შემადგენელი თვისებების მახასიათებელია, რომელიც განიხილება ამ ობიექტის შექმნისა და გამოყენების განსაზღვრული პირობების მიხედვით.

პროდუქციისა და მოსახურების ხარისხის შესაფასებლად გამოიყენება სხვადასხვა მაჩვენებლები. პროდუქციის ხარისხი შეიძლება გაიზომოს და შეფასდეს რაოდენობრივი მაჩვენებლების გამოყენებით. *მომსახურების* ხარისხი ძირითადად განისაზღვრება საექსპერტო შეფასებების საფუძველზე.

1.1. პროდუქციის ხარისხის მაჩვენებლები

პროდუქციის ხარისხის მაჩვენებლების კლასიფიცირება შეიძლება სხვადასხვა ნიშანთვისების მიხედვით (ცხრილი 1.1).

ცხრილი 1.1

საწარმოო პროდუქციის ხარისხის მაჩვენებლების კლასიფიკაცია

საკლასიფიკაციო ნიშანთვისება	ხარისხის მაჩვენებელთა ჯგუფები
1. დასახასიათებელი თვისებების მიხედვით	დანიშნულების, ტექნოლოგიურობის, სტანდარტიზაციისა და უნიფიკაციის, საპატენტო-სამართლებრივი, ესთეტიკური, ერგონომიკული, ტნანსპორტაბელურობის, ეკოლოგიური, უსაფრთხოების, ეკონომიკური, საიმედოობის
2. გამოსახვის ხერხის მიხედვით	ნატურალურ ერთეულებში (კგ, მ, ბალები, უგანზომილებო) გამოსახული მაჩვენებლები. ღირებულებით ერთეულებში გამოსახული მაჩვენებლები.
3. დახასიათებული თვისებების რაოდენობის მიხედვით	ერთეულოვანი მაჩვენებლები (ახასიათებენ პროდუქციის ერთ რომელიმე თვისებას), კომპლექსური (ჯგუფური, განზოგადებული, ინტეგრალური) მაჩვენებლები (ახასიათებენ პროდუქციის რამდენიმე თვისებას).
4. შეფასებისათვის გამოყენების მიხედვით	მაჩვენებლების საბაზო მნიშვნელობები (რომლებიც საწყისად ითვლება პროდუქციის ხარისხის შეფასებისას), მაჩვენებლების ფარდობითი მნიშვნელობები (შეფასებელი პროდუქციის ხარისხის მაჩვენებლის მნიშვნელობის შეფარდებაა შესაბამის საბაზო მნიშვნელობასთან).
5. მაჩვენებელთა მნიშვნელობების განსაზღვრის სტადიის მიხედვით	პროგნოზირებული მაჩვენებლები. საპროექტო მაჩვენებლები. საწარმოო მაჩვენებლები. საექსპლუატაციო მაჩვენებლები. უტილიზაციის მაჩვენებლები.
6. მაჩვენებლის აბსოლუტური მნიშვნელობის ცვლილების გავლენა ხარისხის დონეზე	პოზიტიური (მაჩვენებლის აბსოლუტური მნიშვნელობის ზრდას შეესაბამება ხარისხის დონის გაუმჯობესება); ნეგატიური (მაჩვენებლის აბსოლუტური მნიშვნელობის ზრდას შეესაბამება ხარისხის დონის გაუარესება).

დეტალურად განვიხილოთ პირველი საკლასიფიკაციო ნიშანთვისების ხარისხის მაჩვენებლების ძირითადი ჯგუფები.

1.1.1. დანიშნულების მაჩვენებლები

დანიშნულების მაჩვენებლები ახასიათებენ პროდუქციის იმ ძირითად ფუნქციებს, რომლისთვისაც განკუთვნილია პროდუქცია და ამავე დროს განაპირობებენ პროდუქციის გამოყენების სფეროს. დანიშნულების მაჩვენებლები იყოფა შემდეგ ჯგუფებად:

ა) *საკლასიფიკაციო მაჩვენებლები*, რომლებიც ახასიათებენ პროდუქციის მიკუთვნებას გარკვეულ საკლასიფიკაციო ჯგუფთან. მათ რიცხვში, მაგალითად, შედის ელექტროძრავას სიმძლავრე, ელექტრონის ციცხვის მოცულობა, რედუქტორის გადაცემის რიცხვი, ნახშირბადის შემცველობა ფოლადში, კომპიუტერის მეხსიერების მოცულობა და სხვა.

ბ) *ფუნქციური და ტექნიკური ეფექტურობის მაჩვენებლები*, რომლებიც ახასიათებენ პროდუქციის ექსპლუატაციისაგან ან მოხმარებისაგან მიღებულ სასარგებლო ეფექტს და პროდუქციაში ასახული ტექნიკური გადაწყვეტილებების პროგრესულობას. ასეთი მაჩვენებლების მაგალითებია: საზომი ხელსაწყოს სიზუსტე, მანქანის მწარმოებლურობის მაჩვენებელი, საკვები პროდუქტების კალორიულობა, ქსოვილის სიმტკიცე და სხვა.

გ) *კონსტრუქციული მაჩვენებლები*, რომლებიც ახასიათებენ ძირითად საპროექტო-საკონსტრუქტორო გადაწყვეტებს, მონტაჟის მოხერხებულობას, პროდუქციის დააგრეგატებისა და ურთიერთშენაცვლებადობის შესაძლებლობას. მათ, მაგალითად, მიეკუთვნება: გაბარიტული და მიერთებითი ზომები, ნაკეთობის აწყობადობის (ბლოკურობის) კოეფიციენტი, ურიერთშენაცვლებადობის ეფექტურობის კოეფიციენტი და სხვ.

დ) *შემადგენლობისა და სტრუქტურის მაჩვენებლები* ახასიათებენ პროდუქციაში ქიმიური ელემენტებისა ან სტრუქტურული ჯგუფების შემცველობას. ასეთი მაჩვენებლების მაგალითებია: ფოლადში კომპონენტების (დანამატების) პროცენტული შემცველობა; მჟავებში მინარევების კონცენტრაცია; მარილის, შაქრის შემცველობა საკვებ პროდუქტებში და სხვ.

დანიშნულების მაჩვენებლების ასეთი დიფერენციაცია არ არის მკაცრი და სავალდებულო ყველა შემთხვევისათვის, მაგრამ რიგ შემთხვევებში ის გვეხმარება მაჩვენებლების საჭირო ნომენკლატურის არჩევაში.

1.1.2. ტექნოლოგიურობის მაჩვენებლები

ტექნოლოგიურობის მაჩვენებლები ახასიათებენ ნაკეთობის კონსტრუქციის ისეთი თვისებების ერთობლიობას, რომლებიც უზ-

რუნველყოფენ ნაკეთობის შექმნაზე, ექსპლუატაციაზე და რემონტზე საჭირო დანახარჯების ოპტიმიზაციას. სამრეწველო პროდუქციის ტექნოლოგიურობის ძირითად მაჩვენებლებს მიეკუთვნება: ნაკეთობის ბლოკურობის კოეფიციენტი, რაციონალური მასალების გამოყენების კოეფიციენტი და სხვ.

ნაკეთობის ბლოკურობის კოეფიციენტი ახასიათებს ნაკეთობის აწყობის (მონტაჟის) სიმარტივეს და შეადგენს სპეციფიცირებულ ბლოკებში შემავალი კონსტრუქციული ელემენტების წილს ნაკეთობის შემადგენელი ელემენტების საერთო რაოდენობაში. ბლოკურობის კოეფიციენტი განისაზღვრება ფორმულით

$$K_{ბ} = \frac{Q_{ბ}}{Q_{ბ.ს}} = 1 - \frac{\overline{Q}_{ბ}}{Q_{ბ.ს}}, \qquad (1.1)$$

სადაც $Q_{ბ}$ ნაკეთობის სპეციფიცირებული შემადგენელი ნაწილების რაოდენობაა; $Q_{ბ.ს}$ – ნაკეთობის შემადგენელი ნაწილების საერთო რაოდენობა; $\overline{Q}_{ბ}$ - ნაკეთობის არასპეციფიცირებული შემადგენელი ნაწილების რაოდენობა.

$\overline{Q}_{ბ}$ და $Q_{ბ.ს}$ საზღვრავენ ნაკეთობის შედგენილობის შესახებ მონაცემების მიხედვით, რომლებიც ნაკეთობის სპეციფიკაციაშია მოტანილი. ამისათვის ჯერ სპეციფიკაციის განყოფილებების მიხედვით „დეტალები“, „სტანდარტული ნაკეთობები“, „სხვა ნაკეთობები“ და „მასალები“ განსაზღვრავენ ნაკეთობის შემადგენლობაში შემავალი დეტალებისა და მასალების ჯამურ რაოდენობას $\overline{Q}_{ბ}$; შემდეგ ნაკეთობის სპეციფიკაციის განყოფილებების „კომპლექსები“, „საამწყობო ერთეულები“, „სტანდარტული ნაკეთობები“, „სხვა ნაკეთობები“ და „კომპლექტები“ მიხედვით განსაზღვრავენ მოცემულ ნაკეთობაში შემავალი სპეციფიცირებული შემადგენელი ნაწილების ჯამურ რაოდენობას $Q_{ბ}$; ბოლოს განისაზღვრება ნაკეთობის შემადგენელი ნაწილების საერთო რაოდენობა $Q_{ბ.ს} = Q_{ბ} + \overline{Q}_{ბ}$.

ანალოგიურად განისაზღვრება ბლოკურობის კოეფიციენტი მასისა და ღირებულების მიხედვით:

$$K_{ბ}^{მ} = 1 - \frac{\overline{Q}_{ბ}^{მ}}{Q_{ბ.ს}^{მ}}, \qquad (1.2)$$

$$K_{ბ}^{ღ} = 1 - \frac{\overline{C}_{ბ}}{C_{ბ.ს}}, \qquad (1.3)$$

სადაც $\overline{Q}_{\text{ა}}^{\text{ა}}$, $\overline{C}_{\text{ა}}$ შესაბამისად ნაკეთობის არასპეციფიცირებული შემადგენელი ნაწილების ჯამური მასა და ჯამური ღირებულებაა;

$Q_{\text{ა.ს}}^{\text{ა}}$ და $C_{\text{ა.ს}}$ - შესაბამისად ნაკეთობის საერთო მასა და ღირებულება.

რაციონალური მასალების გამოყენების კოეფიციენტი განისაზღვრება იმ შემთხვევაში, როდესაც ნაკეთობის კონსტრუქციაში ტექნიკური და ეკონომიკური თვალსაზრისით მიზანშეწონილია მაქსიმალურად გამოვიყენოთ მასალების ცალკეული სახეები, მაგალითად ალუმინის შენადნობები, პოლიმერული მასალები, სორტული ნაგლინი და სხვ. მასალის გამოყენების კოეფიციენტი $K_{\text{ა.გ}}$ გამოითვლება ფორმულით

$$K_{\text{ა.გ}} = \frac{Q_{\text{ა}}}{Q_{\text{ნ}}}, \tag{1.4}$$

სადაც $Q_{\text{ნ}}$ ნაკეთობის საერთო მასაა; $Q_{\text{ა}}$ - ნაკეთობაში განსახილველი მასალის ჯამური მასაა, რომელიც გამოითვლება ფორმულით $Q_{\text{ა}} = Q_{\text{დეტ.}}^{\text{ნახ.}} + Q_{\text{ა.}}^{\text{სპ.}}$ აქ $Q_{\text{დეტ.}}^{\text{ნახ.}}$ განსახილველი მასალისაგან დამზადებული და ნაკეთობაში შემავალი დეტალების ნახაზებში ჩაწერილი მონაცემებია, ხოლო $Q_{\text{ა.}}^{\text{სპ.}}$ – ნაკეთობის სპეციფიკაციის (და მისი შემადგენელი ნაწილების სპეციფიკაციების) განყოფილებაში „მასალები“ ჩაწერილი მონაცემები.

ცალკეულ შემთხვევებში პროდუქციის ტექნოლოგიურობა შეიძლება განისაზღვროს წარმოების კუთრი შრომატევადობისა და პროდუქციის კუთრი მასალათტევადობის მაჩვენებლებით.

პროდუქციის წარმოების შრომატევადობა განისაზღვრება პროდუქციის ერთეულის დამზადებაზე დახარჯული დროის რაოდენობით და სამრეწველო ნაკეთობებისათვის გამოისახება ნორმა-საათებში.

კუთრი შრომატევადობა განისაზღვრება როგორც წარმოების საერთო T შრომატევადობის ფარდობა პროდუქციის ძირითად B პარამეტრთან:

$$q_{\text{შ}} = T/B. \tag{1.5}$$

კუთრი მასალათტევადობა განისაზღვრება როგორც მზა პროდუქციის M მასის ფარდობა მის მზა B პარამეტრთან

$$q_{\text{ა}} = M/B. \tag{1.6}$$

ორივეს განსაზღვრისას ძირითად პარამეტრად მიიჩნევენ პროდუქციის დანიშნულების მაჩვენებლებს.

1.1.3. სტანდარტიზაციისა და უნიფიკაციის მაჩვენებლები

სტანდარტიზაციისა და უნიფიკაციის მაჩვენებლები ახასიათებენ ნაწარმის გაჯერებულობას სტანდარტული, უნიფიცირებული და ორიგინალური შემადგენელი ნაწილებით და აგრეთვე უნიფიკაციის დონეს სხვა ნაწარმთან მიმართებაში.

სტანდარტულია ნაკეთობის შემადგენელი ნაწილები, რომელთა გამოშვება ხდება სახელმწიფო სტანდარტების მიხედვით;

უნიფიცირებულია შემადგენელი ნაწილები, რომელთა გამოშვება ხდება მოცემული მეწარმე სუბიექტის სტანდარტების მიხედვით ან მიღებულია სხვა საწარმოდან კოოპერირების გზით ან ნასესხებია ადრე დაპროექტებული ნაკეთობებიდან; *ორიგინალურია* შემადგენელი ნაწილები, რომლებიც დამუშავებულია პირველად მხოლოდ მოცემული ნაკეთობისათვის.

სტანდარტიზაციისა და უნიფიკაციის ძირითადი მაჩვენებლებია: გამოყენებადობის კოეფიციენტი $K_{გყ}$, გამეორებადობის კოეფიციენტი $K_{გმ}$, პროექტთაშორისი უნიფიკაციის (ურიერთუნიფიკაციის) კოეფიციენტი $K_{ჯუ}$. კონკრეტული ნაკეთობის უნიფიკაციისა და სტანდარტიზაციის დონის შესაფასებლად გამოიყენება გამოყენებადობისა და გამეორებადობის კოეფიციენტები, ხოლო ნაკეთობათა ჯგუფის უნიფიკაციის დონის შესაფასებლად – პროექტთაშორისი უნიფიკაციის კოეფიციენტი.

ა) გამოყენებადობის კოეფიციენტი განისაზღვრება ნაკეთობის შემადგენელი ნაწილების არაორიგინალური ტიპ-ზომების რაოდენობის შეფარდებით ამავე ნაწილების ტიპ-ზომების საერთო რაოდენობასთან პროცენტებში. ეს კოეფიციენტი ახასიათებს შემადგენელი ნაწილების კონსტრუქციული მემკვიდრეობითობის დონეს დასამუშავებელ ნაკეთობაში და გამოითვლება ფორმულით:

$$K_{გყ} = \frac{n - n_0}{n} \cdot 100, \% , \qquad (1.7)$$

სადაც n ნაკეთობის შემადგენელი ნაწილების ტიპ-ზომების საერთო რაოდენობაა; n_0 - ორიგინალური ტიპ-ზომების რაოდენობა.

ნაკეთობის ტიპ-ზომის ქვეშ იგულისხმება მოცემული ტიპის ნაკეთობა პარამეტრების განსაზღვრული მნიშვნელობებით (ტიპ-ზომების რაოდენობა შეესაბამება საკონსტრუქტორო დოკუმენტაციის სპეციფიკაციაში შემადგენელი ნაწილების დასახელებათა რაოდენობას).

მაგალითი. ნაკეთობაში n=321 ერთეული ტიპ-ზომაა, აქედან ორიგინალურია n_0=8 ერთეული, მაშინ

$$K_{გყ} = \frac{321 - 8}{321} \cdot 100 = 97{,}5\% \cdot$$

გამოყენებადობის კოეფიციენტი დეტალების რაოდენობის მიხედვით გამოითვლება ფორმულით

$$K_{გყ}^{ც} = \frac{N - N_0}{N} \cdot 100, \% , \qquad (1.8)$$

სადაც N შემადგენელ ნაწილში (მაგალითად ძრავაში) დეტალების საერთო რაოდენობაა, ცალი, N_0 - ორიგინალური დეტალების რაოდენობა, ცალი.

მაგალითი. ძრავაში N=1334 ცალი დეტალია, მათგან N_0=10 ცალი ორიგინალურია, მაშინ

$$K_{გყ}^{ც} = \frac{1334 - 10}{1334} \cdot 100 = 99,2\% \cdot$$

გამოყენებადობის კოეფიციენტი დეტალის ღირებულების მიხედვით გამოითვლება შემდეგნაირად:

$$K_{გყ}^{ღ} = \frac{C - C_0}{C} \cdot 100, \% , \qquad (1.9)$$

სადაც C ყველა დეტალის ღირებულებაა; C_0 – ორიგინალური დეტალების ღირებულებაა.

მაგალითი. ძრავაში დეტალების საერთო ღირებულებაა 352,6 ლარი, ორიგინალური დეტალებისა 4,0 ლარი, მაშინ

$$K_{გყ}^{ღ} = \frac{352,6 - 4,0}{352,6} \cdot 100 = 99,0\% \cdot$$

არსებობს გამოყენებადობის კოეფიციენტები შრომატევადობის მიხედვით, დეტალების მასის მიხედვით და სხვ.

აღნიშნული კოეფიციენტების გამოანგარიშებისას სამაგრი დეტალები (ჭანჭიკები, ხრახნები, სარჭები, შტიფტები, ჭილიბყურები, მოქლონები და სხვ.), შუასადებები, სოგმანები, ნათურები, ქანჩები და სხვ. არ გაითვალისწინება.

თუ $K_{გყ}$ კოეფიციენტს გამოვთვლით სტანდარტული შემადგენელი ნაწილების მიხედვით – $(n\text{-}n_0)$-ის მაგივრად უნდა ჩაისვას სტანდარტული შემადგენელი ნაწილების ტიპ-ზომების საერთო რაოდენობა.

ბ) გამეორებადობის კოეფიციენტი განისაზღვრება ნაკეთობის გამეორებადი შემადგენელი ნაწილების ნაკეთობის შემადგენელი ნაწილების საერთო რაოდენობასთან შეფარდებით პროცენტებში (ნაკეთობის გაჯერება გამეორებადი შემადგენელი ნაწილებით). ეს კოეფიციენტი ახასიათებს ნაკეთობის უნიფიკაციის შიდასაპროექტო დონეს და მოცემული ნაკეთობის შიგნით შემადგენელი ნაწილების ურთიერთშენაცვლებადობას, იგი გამოითვლება ფორმულით

$$K_{\text{გამ}} = \frac{N-n}{N-1} \cdot 100,\% , \qquad (1.10)$$

სადაც N ნაკეთობის შემადგენელი ნაწილების საერთო რაოდენობაა, n - ნაკეთობის შემადგენელი ნაწილების ტიპ-ზომების საერთო რაოდენობა.

მაგალითი. ძრავისათვის N=1334, n=321, მაშინ გამეორებადობის კოეფიციენტისათვის მივიღებთ:

$$K_{\text{გამ}} = \frac{1334-321}{1334-1} \cdot 100 = 75,9\% .$$

ნაკეთობის შემადგენელი ნაწილების *საშუალო გამეორეობადობის* განსაზღვრისას იყენებენ ფორმულას

$$K_{\text{გამ.ს}} = \frac{N}{n}, \qquad (1.11)$$

ე.ი. შემადგენელი ნაწილების საშუალო გამეორებადობის კოეფიციენტი (ფარდობით ერთეულებში) განისაზღვრება ნაკეთობის შემადგენელი ნაწილების (ელემენტების) საერთო რაოდენობის შეფარდებით ნაკეთობის შემადგენელი ნაწილების ტიპ-ზომების საერთო რაოდენობასთან.

მაგალითი. ძრავის დეტალების საერთო რაოდენობაა N=1334, ტიპ-ზომების საერთო რაოდენობაა n=321 ერთეული, მაშინ

$$K_{\text{გამ.ს}} = \frac{1334}{321} = 4,16.$$

ავტომობილის გამოყენებადობისა და გამეორებადობის კოეფიციენტები გამოვიანგარიშოთ 1.2 ცხრილში მოცემული მონაცემების მიხედვით.

გ) პროექტთაშორისი უნიფიკაციის (ურთიერთუნიფიკაციის) კოეფიციენტი განისაზღვრება ურთიერთუნიფიკაციის შედეგად შემადგენელი ნაწილების ტიპ-ზომების შემცირებული რაოდენობის შეფარდებით ერთობლივად დამზადებული ან ექსპლუატირებული ერთგვაროვანი ნაკეთობების შემადგენელი ნაწილების ტიპ-ზომების შემცირების მაქსიმალურად შესაძლო რაოდენობასთან პროცენტებში. იგი განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$K_{\text{ჯ.უ.}} = \frac{\sum_{i=1}^{H} n_i - Q}{\sum_{i=1}^{H} n_i - n_{max}} \cdot 100,\%, \qquad (1.12)$$

სადაც H განსახილველი პროექტების (ნაკეთობების) საერთო რაოდენობაა; n_i — i-ურ პროექტში (ნაკეთობაში) შემადგენელი ნაწი-

ცხრილი 1.2

ავტომობილის გამოყენებადობისა და გამეორებადობის კოეფიციენტების გამოანგარიშების მაგალითი

პოზიცია	შემადგენელი ნაწილების დასახელება	ტიპზომების რაოდენობა, ერთ.			დეტალების რაოდენობა, ცალი			დეტალების ღირებულება, ლარი			უნიფიკაციის მაჩვენებლები				
		საერთო n	თავდაპირველი n_0	$n-n_0$	საერთო N	თავდაპირველი N_0	$N-N_0$	საერთო C	თავდაპირველი C_0	$C-C_0$	$K_{უ} = \frac{n-n_0}{n} 100\%$	$K_{უ}^{ე} = \frac{N-N_0}{N} 100\%$	$K_{უ}^{ღ} = \frac{C-C_0}{C} 100\%$	$K_{გ} = \frac{N}{n}$	$K_{გ} = \frac{N-n}{N-1} 100\%$
10	ძრავა	321	8	313	1334	10	1324	352.60	4.00	348.60	97.5	99.2	98.9	4.16	75.9
16	გადაბმა	57	-	57	439	-	439	9.26	-	9.26	100.0	100.0	100.0	7.70	87.2
17	გადაცემათა კოლოფი	103	5	98	250	5	245	77.31	3.81	73.50	95.1	98.0	95.1	2.43	59.0
22	კარდანის ლილვი	75	4	71	562	4	558	86.66	14.55	72.11	94.7	99.3	83.2	7.49	86.8
23	წინა ხიდი	93	3	90	465	6	459	110.08	2.86	108.22	96.8	98.7	98.3	5.00	80.2
24	უკანა ხიდი	68	-	68	320	-	320	79.47	-	79.47	100.0	100.0	100.0	4.71	79.0
34	რულის მექანიზმი	60	-	60	115	-	115	12.15	-	12.15	100.0	100.0	100.0	1.92	48.2
35	მუხრუჭები	420	35	385	1648	62	1586	184.34	36.30	148.04	91.7	96.2	80.3	3.92	74.6
61	კაბინის კარები	147	1	146	576	4	572	31.08	1.72	29.36	99.3	99.3	94.5	3.92	74.6
81	კაბინის გათბობა	42	-	42	94	-	94	11.52	-	11.52	100.0	100.0	100.0	2.24	55.9
	ჯამი:	1386	56	1330	5803	91	5712	954.47	63.24	892.23	96.0	98.4	93.5	4.19	76.12

ლების ტიპ-ზომების მაქსიმალური რაოდენობა; n_{max} - ერთი პროექტის (ნაკეთობის) შემადგენელი ნაწილების ტიპ-ზომების მაქსიმალური რაოდენობა; $Q = \sum_{j=1}^{m} q_j$ - შემადგენელი ნაწილების ტიპ-ზომების საერთო რაოდენობა H პროექტისაგან (ნაკეთობისაგან) შედგენილ ჯგუფში. q_j - j-ური დასახელების შემადგენელი ნაწილის ტიპ-ზომების რაოდენობა; m - განსახილველი პროექტების (ნაკეთობების) შემადგენელი ნაწილების დასახელებათა საერთო რაოდენობა.

მაგალითი. გამოვიანგარიშოთ ავტომობილების ჯგუფის პროექტთა შორისი უნიფიკაცია შემდეგი ცხრილის მონაცემების საფუძველზე.

ცხრილი 1.3

პოზიცია	შემადგენელი ნაწილების (კვანძების) დასახელება	ავტომობილების მოდელები								ერთი დასახელების შემადგენელი ნაწილების ტიპ-ზომების რაოდენობა, q_i
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		n_1	n_2	n_3	n_4	n_5	n_6	n_7	n_8	
1	ძრავა	+	+	+	+	+	△	△	+	3
2	გადაბმა და გადაცემათა კოლოფი	+	+	+	+	+	+	+	+	1
3	ძირითადი კარდანის ლილვი	+	+	+	+	+	+	+	+	1
4	კარდანის ლილვი წინა ხიდზე	△	-	-	△	+	+	△	△	5
5	წინა წამყვანი ხიდი	△	-	-	△	+	+	△	△	5
6	უკანა წამყვანი ხიდი	+	+	+	+	+	+	+		2
7	თვლები	+	+	+	+	+	+	+	+	1
8	საბურავები	+	+	△	+	△	+	+	+	3
9	რულის მექანიზმი	+	+	o	+	+	+	o	o	2
10	რულის მექანიზმის ჰიდრომაძლიერებელი	+	-	+	+	-	-	+	△	2
11	თვლების მუხრუჭები	+	+	+	+	+	+	+	+	1
12	სადგომის მუხრუჭები	+	+	+	+	+	+	+	+	1
13	ელექტრომოწყობილობა	+	o	+	+	o	+	+	+	2
14	კაბინა	+	+	+	+	+	△	△	+	3
	ჯამი	14	11	12	14	13	13	14	14	$\sum_{j=1}^{n} = 32$

შენიშვნა: ცხრილში ნიშნებით „+“ და „0“ აღნიშნულია ავტომობილის სხვადასხვა მოდელებში გამოყენებული ერთნაირი დასახელების შემადგენელი ნაწილების ტიპ-ზომები. ნიშნით „△“ აღნიშნულია ერთნაირი დასახელების შემადგენელი ნაწილების სხვადახვა ტიპ-ზომები. ნიშნით „-“ აღნიშნულია ავტომობილის მოცემულ მოდელში ამ შემადგენელი ნაწილის არარსებობა.

ავტომობილის რვა მოდელის პროექტთაშორისი უნიფიკაციის კოეფიციენტი გამოითვლება ფორმულით

$$K_{ა.უ.} = \frac{\sum_{i=1}^{8} n_i - \sum_{j=1}^{14} q_j}{\sum_{i=1}^{8} n_i - n_{max}} \cdot 100\%.$$

აქ $\sum_{i=1}^{8} n_i = 14+11+12+14+13+13+14+14 = 105,$

$\sum_{j=1}^{14} q_j = 3+1+1+5+5+2+1+3+2+2+1+1+2+3 = 32,$

$n_{max} = 14.$

მაშინ

$$K_{ა.უ.} = \frac{105-32}{105-14} \cdot 100 = 90{,}1\%.$$

1.1.4. საპატენტო-სამართლებრივი მაჩვენებლები

საპატენტო-სამართლებრივი მაჩვენებლები ახასიათებენ პროდუქციის საპატენტო დაცულობას და საპატენტო სიწმინდეს, მის კონკურენტუნარიანობას მსოფლიო ბაზარზე. ამ მაჩვენებლების რიცხვს მიეკუთვნება საპატენტო დაცულობის $P_{ს.დ.}$ და საპატენტო სიწმინდის $P_{ს.ს.}$ მაჩვენებლები, რომლებიც განისაზღვრება ნაკეთობის საავტორო მოწმობებითა და პატენტებით დაცული შემადგენელი ნაწილებისა და ელემენტების შეპირისპირებით ნაკეთობაში შემავალი შემადგენელი ნაწილების საერთო რაოდენობასთან.

საპატენტო დაცულობის მაჩვენებელი ასახავს ნაკეთობის დაცულობის ხარისხს მწარმოებელი ქვეყნის საავტორო მოწმობებითა და მოსალოდნელი ექსპორტის ქვეყნებში პატენტებით ცალკეული ტექნიკური გადაწყვეტების მნიშვნელოვნობის გათვალისწინებით. ეს მაჩვენებელი გამოითვლება ფორმულით

$$P_{\text{ს.ღ}} = P'_{\text{ს.ღ}} + P''_{\text{ს.ღ}} = \frac{\sum_{i=1}^{s} k'_i N'_i}{N} + \frac{m\sum_{i=1}^{s} k''_i N''_i}{N}, \qquad (1.13)$$

სადაც $P'_{\text{ს.ღ}} = \frac{\sum_{i=1}^{s} k'_i N'_i}{N}$ საპატენტო დაცულობის მაჩვენებელია მწარმოებელი ქვეყნის საავტორო მოწმობებით;

$P''_{\text{ს.ღ}} = \frac{m\sum_{i=1}^{s} k''_i N''_i}{N}$ – საპატენტო დაცულობის მაჩვენებელი მოსალოდნელი ექსპორტის ქვეყნებში პატენტებით;

$k'_1, k'_2, \ldots, k'_s$ – მწარმოებელი ქვეყნის საავტორო მოწმობებით დაცული შემადგენელი ნაწილების „წონადობის" კოეფიციენტები მნიშვნელოვნობის ჯგუფების მიხედვით;

$N'_1, N'_2, \ldots, N'_s$ – მწარმოებელი ქვეყნის საავტორო მოწმობებით დაცული შემადგენელი ნაწილების რაოდენობა მნიშვნელოვნობის ჯგუფების მიხედვით;

N – ნაკეთობაში შემადგენელი ნაწილების საერთო რაოდენობა;

m – წონადობის კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია იმ ქვეყნების რაოდენობაზე, რომლებშიც მიღებულია პატენტები ამ ქვეყნების მნიშვნელოვნობის გათვალისწინებით ექსპორტისათვის;

S – მნიშვნელოვნობის ჯგუფების რაოდენობა (ნაკეთობის დანიშნულებისა და ხასიათის მიხედვით მისი ყველა შემადგენელი ნაწილი და ელემენტი შეგვიძლია დავყოთ მნიშვნელოვნობის მიხედვით სხვადასხვა ჯგუფებად, მაგალითად, ორ (S=2) ჯგუფად (ძირითადი და დამხმარე) ან სამ (S=3) ჯგუფად (განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი, ძირითადი, დამხმარე) და ა.შ.

K'_i, K''_i და m კოეფიციენტები ჩვეულებრივ განისაზღვრება საექსპერტო გზით. თუ ნაკეთობის რომელიმე i ელემენტი ერთდროულად დაცულია მწარმოებელი ქვეყნის საავტორო მოწმობითა და საზღვარგარეთ პატენტით (პატენტებით), მაშინ $K'_i = K''_i$.

მაგალითი. ნაკეთობა შედგება 100 ელემენტისაგან, მათ რიცხვში 10 განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი, 20 ძირითადი და 70 დამხმარე. მათგან 2 განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი ელემენტი (მათ შორის გარე ხედი), 4 ძირითადი და 10 დამხმარე ელემენტი დაცულია მწარმოებელი ქვეყნის საავტორო მოწმობებით; 1 განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი (გარე ხედი), 2 ძირითადი და 3 დამხმარე ელემენტი დაცულია პატენტებით ოთხ ქვეყანაში.

მაშინ $N_1' = 2, \quad N_2' = 4, \quad N_3' = 10;$

$N_1'' = 1, \quad N_2'' = 2, \quad N_3'' = 3;$

$K_1' = K_1'' = 1{,}0, \quad K_2' = K_2'' = 0{,}7, \quad K_3' = K_3'' = 0{,}05;$

m=3,0 (დაპატენტების 4 ქვეყანა, თითოეულისათვის 0,5 ქულა, რომელთაგანაც ერთ ქვეყანაში სურთ ლიცენზიის შეძენა, რისთვისაც ემატება კიდევ ერთი ქულა m=4 · 0,5+1=3,0).

ზემოთმოყვანილი ფორმულის მიხედვით საპატენტო დაცულობის მაჩვენებლისათვის მივიღებთ:

$$P_{\text{ს.დ}} = \frac{1{,}0 \cdot 2 + 0{,}7 \cdot 4 + 0{,}05 \cdot 10}{100} + \frac{3{,}0(1{,}0 \cdot 1 + 0{,}7 \cdot 2 + 0{,}05 \cdot 3)}{100} =$$

$$= 0{,}053 + 0{,}0765 = 0{,}1295 \approx 0{,}13.$$

საპატენტო სიწმინდის მაჩვენებელი ახასიათებს ნაკეთობის შეუფერხებელი რეალიზაციის შესაძლებლობას როგორც მწარმოებელ ქვეყანაში, ისე საზღვარგარეთ. მხოლოდ მოცემული ქვეყნის შიგნით რეალიზაციისათვის განკუთვნილი ნაკეთობები არ უნდა არღვევდნენ ამ ქვეყანაში მოქმედ განსაკუთრებული უფლებების პატენტებს, ხოლო ექსპორტისათვის განკუთვნილი ნაკეთობები – მესამე პირთა მოქმედ პატენტებს, რომლებიც გაცემულია ექსპორტის მოსალოდნელ ქვეყნებში.

საპატენტო სიწმინდის მაჩვენებელი გამოითვლება ფორმულით

$$P_{\text{ს.ს.}} = \frac{N - \sum_{i=1}^{s} k_i N_i}{N}, \qquad (1.14)$$

სადაც N ნაკეთობაში შემადგენელი ნაწილების საერთო რაოდენობაა;

$N_1, N_2, \ldots, N_s$ – ნაკეთობის შემადგენელი ნაწილების რაოდენობა, რომელიც მოქცეულია მოცემულ ქვეყანაში პატენტების ზემოქმედების ქვეშ, მნიშვნელოვნობის ჯგუფების მიხედვით;

$K_1, K_2, \ldots, K_s$ – იმ შემადგენელი ნაწილების წონადობის კოეფიციენტები, რომლებიც მოქცეულია მოცემულ ქვეყანაში პატენტების მოქმედების ქვეშ, მნიშვნელოვნობის ჯგუფე-

ბის მიხედვით;

S – მნიშვნელოვნობის ჯგუფების რაოდენობა.

მაგალითი. ნაკეთობა შედგება 50 ელემენტისაგან, მათ რიცხვში 10 ძირითადი და 40 დამხმარე. მათ შორის 4 ძირითადი და 15 დამხმარე ელემენტი მოქცეულია მწარმოებელი ქვეყნის პატენტების მოქმედების ქვეშ. საექსპერტო მეთოდით დადგენილია წონადობის კოეფიციენტები $k_1=1,0$; $k_2=0,05$;

მაშინ $N=50$, $N_1=4$, $N_2=15$; ($S=2$)

$k_1=1,0$; $k_2=0,05$;

და ზემოთმოყვანილი ფორმულის მიხედვით საპატენტო სიწმინდის მაჩვენებლისათვის მივიღებთ:

$$P_{\text{ს.ს.}} = \frac{50-(1,0\cdot 4+0,05\cdot 15)}{50} = 0,905 \approx 0,90.$$

ადვილად დავრწმუნდებით, რომ საპატენტო სიწმინდის მაჩვენებელი ნაკეთობებისათვის, რომელთაც გააჩნია საპატენტო სიწმინდე მოცემული ქვეყნის მიმართ, ტოლია ერთისა.

მაგალითი. მართლაც, ასეთ შემთხვევაში წინა მაგალითის პირობებში $N_1=0$, $N_2=0$ და

$$P_{\text{ს.ს.}} = \frac{50-(1,0\cdot 0+0,05\cdot 0)}{50} = \frac{50}{50} = 1,0.$$

ცალკეულ შემთხვევებში, როდესაც ყველა ძირითად ტექნიკურ გადაწყვეტას გააჩნია საპატენტო სიწმინდე, მაგრამ არა აქვს ადგილი ნაკეთობის საერთო საპატენტო სიწმინდეს მთლიანად მასში მეორეხარისხოვანი შემადგენელი ნაწილების (ნაყიდი მაკომპლექტებელი ნაკეთობების) არსებობის გამო, რომელთაც არ გააჩნიათ საპატენტო სიწმინდე, მიზანშეწონილია ნაკეთობის საპატენტო სიწმინდის მაჩვენებელი განვსაზღვროთ მათი ღირებულებების შედარებით. ასეთ შემთხვევაში საპატენტო სიწმინდის ე.წ. ღირებულებით მაჩვენებელს ანგარიშობენ ფორმულით:

$$P^{\text{ღ}}_{\text{ს.ს}} = \frac{C_{\text{ს.ს}}}{C_{\text{საერთო}}}, \qquad (1.15)$$

სადაც $C_{\text{ს.ს}}$ საპატენტო სიწმინდის მქონე შემადგენელი ნაწილების ღირებულებაა;

$C_{\text{საერთო}}$ – ნაკეთობის საერთო ღირებულება.

მაგალითი. ნაკეთობა შეიცავს 70 შემადგენელ ნაწილსა და ელემენტს, რომელთაგანაც 67-ს გააჩნია საპატენტო სიწმინდე მოცემული ქვეყნის მიმართ და მათი ღირებულებაა 225 ლარი. ნაკეთობის საერთო ღირებულებაა – 260 ლარი.

მაშინ ნაკეთობის საპატენტო სიწმინდის ღირებულებითი მაჩვენებელი იქნება

$$P^{\text{ღ}}_{\text{ს.ს}} = \frac{225}{260} = 0{,}865 \approx 0{,}86.$$

საპატენტო სიწმინდის ღირებულებითი მაჩვენებელი საკმაოდ უტყუვრად ასახავს განსახილველი ნაკეთობებისათვის საპატენტო სიწმინდის არმქონე შემადგენელი ნაწილების მნიშვნელოვნობას, საშუალებას გვაძლევს დავსახოთ გზები საპატენტო სიწმინდის მქონე ნაკეთობის მისაღებად (ახალი შემადგენელი ნაწილის დამუშავების, ან ძველის შეცვლის, გადამუშავების გზით).

1.1.5. ესთეტიკური მაჩვენებლები

ესთეტიკური მაჩვენებლები ახასიათებენ ნაწარმის საინფორმაციო გამომხატველობას, ფორმის რაციონალურობას, კომპოზიციის მთლიანობას, საწარმოო შესრულების სრულყოფას და სტაბილურ სასაქონლო სახეს.

საინფორმაციო გამომხატველობის ჯგუფში შედის ხარისხის შემდეგი მაჩვენებლები: ნიშნურობის (სოციალურად მნიშვნელოვანი ინფორმაციის მხატვრულ-სახოვანი გამოხატვის); ორიგინალურობის (ფორმის ნიშან-თვისებათა თავისებურება, რომელიც გამოყოფს მოცემულ ნაკეთობას სხვა ანალოგიური ნაკეთობებისაგან); სტილის შესაბამისობის (დროის განსაზღვრული პერიოდისათვის დამახასიათებელი მხატვრული გამომხატველობის საშუალებებისა და ხერხებისადმი შესაბამისობის); მოდის შესაბამისობის (დროებით გაბატონებული ესთეტიკური გემოვნების შესაბამისობის).

ფორმის რაციონალურობის ჯგუფში შედის ხარისხის შემდეგი მაჩვენებლები: ფუნქციურ-კონსტრუქციული შეპირობებულობის (ნაკეთობის ფორმის მის დანიშნულებასთან, კონსტრუქციულ გადაწყვეტასთან, დამზადების ტექნოლოგიის თავისებურებებთან და გამოყენებულ მასალებთან შესაბამისობის); ერგონომიკული შეპირობებულობის (ფორმაში ადამიანის ნაკეთობასთან ურთიერთქმედების თავისებურებების გამოვლენის მაჩვენებლები).

კომპოზიციური მთლიანობის ქვეჯგუფში შედის ხარისხის შემდეგი მაჩვენებლები: მოცულობით-სივრცითი სტრუქტურის ორგანიზებულობის (ფორმის სივრცითი აგებულების, მისი მასშტაბური, პროპორციული და რიტმული ორგანიზაციის ლოგიკურობის); ტექტონიკურობის (კონსტრუქციისა და მასალების რეალური მუშაობის მხატვრული გააზრებულობის); პლასტიკურობის (მოცულობების, სიბრტყეებისა და ფორმების მოხაზულობის ურთიერთგადასვლისა და კავშირების ლოგიკურობის); გრაფიკული და სახვითი ელემენტების მოწესრიგებულობის (საერთო

კომპოზიციური გადაწყვეტის მიხედვით გრაფიკული და სახვითი ელემენტების თანადაქვემდებარების); კოლორიტისა და დეკორატიულობის (ფერთა შეხამებისა და მასალების დეკორატიული თვისებების გამოყენების ურთიერთკავშირის).

საწარმოო შესრულების სრულყოფისა და სტაბილური სასაქონლო სახის ქვეჯგუფში შედის ხარისხის შემდეგი მაჩვენებლები: კონტურებისა და შეუღლებების შესრულების სიწმინდის; დანაფარისა და გამოყვანის გულმოდგინების; ნიშნებისა და თანამდევი დოკუმენტაციის შესრულების მკაფიოობის; დაზიანებისადმი მდგრადობის.

1.1.6. ერგონომიკული მაჩვენებლები

ერგონომიკული მაჩვენებლები ახასიათებენ ნაწარმის ექსპლუატაციის მოხერხებულობასა და კომფორტს. ხარისხის ეს მაჩვენებლები მოიცავენ მომუშავე ადამიანზე და ექსპლუატირებულ ნაკეთობაზე მოქმედი ფაქტორების მთელ სიმრავლეს. ერგონომიკული მაჩვენებლები იყოფა ოთხ ძირითად ჯგუფად: ჰიგიენური მაჩვენებლები, ანტროპომეტრული მაჩვენებლები, ფიზიოლოგიური და ფსიქოფიზიოლოგიური მაჩვენებლები, ფსიქოლოგიური მაჩვენებლები.

ა) *ჰიგიენური მაჩვენებლები* გამოიყენება ნაკეთობასთან ურთიერთქმედებისას ადამიანის ცხოველქმედობისა და შრომისუნარიანობის ჰიგიენურ პირობებთან მოცემული ნაკეთობის შესატყვისობის განსაზღვრისას.

ნაკეთობათა ხარისხის შეფასებისას გამოიყენება ერგონომიკული მაჩვენებლების ტიპური ნომენკლატურა. ესაა განათებულობის დონის; ტემპერატურის დონის; ტენიანობის დონის; წნევის დონის; მაგნიტური და ელექტრული ველების დაძაბულობის დონის; მტვრიანობის დონის; გამოსხივების დონის; ტოქსიკურობის დონის; ხმაურის დონის; ვიბრაციის დონის; გადამეტტვირთვის (აჩქარების) დონის მაჩვენებლები.

ჰიგიენური მაჩვენებლები ახასიათებენ ნაკეთობის შესატყვისობას სანიტარულ-ჰიგიენურ ნორმებთან და რეკომენდაციებთან.

ბ) *ანტროპომეტრული მაჩვენებლები* ახასიათებენ ნაკეთობის კონსტრუქციის შესატყვისობას ადამიანის სხეულის ან მისი ცალკეული ნაწილების ზომასთან, ფორმასთან, ნაკეთობის შესატყვისობას ადამიანის სხეულის მასის განაწილებასთან და ა.შ. ცხადია, რომ ხარისხის ანტროპომეტრული მაჩვენებლები ახასიათებენ ნაკეთობებს, რომლებიც უშუალო (კონტაქტურ) კავშირშია ადამიანთან: ტანსაცმელი და ფეხსაცმელი, ავეჯი, მართვის ორგანოების ელემენტები და სხვ.

გ) ფიზიოლოგიური და ფსიქოფიზიოლოგიური მაჩვენებლები გამოიყენება ნაკეთობის კონსტრუქციის შესატყვისობის განსაზღვრისას ადამიანის ძალურ, მჭარობლურ, სმენით, მხედველობით, შეხებით, გემოვნებით, ყნოსვის შესაძლებლობებთან. ნაკეთობის კონსტრუქციის ადამიანის მხედველობით ფსიქოფიზიოლოგიურ შესაძლებლობებთან შესატყვისობის განსაზღვრისას ითვალისწინებენ განსახილველი ობიექტის ზომას, ფორმას, სიკაშკაშეს, კონტრასტს, ფერს და მის სივრცით მდგომარეობას.

დ) ფსიქოლოგიური მაჩვენებლები გამოიყენება ნაკეთობის შესატყვისობის განსაზღვრისას ინფორმაციის აღქმისა და გადამუშავების შესაძლებლობებთან; ადამიანის დამყარებულ და ახლად ფორმირებულ ჩვევებთან (მათი ფორმირების სიადვილისა და სისწრაფის გათვალისწინებით).

ხარისხის ერგონომიკული მაჩვენებლების ნომენკლატურა ვრცელდება სამრეწველო ნაკეთობებზე, რომლებშიც შედის: ინტერიერისა და სამუშაო ადგილის მოწყობილობა; მართვისა და კონტროლის პულტები; მნემოსქემები; ხელსაწყოები და სიგნალიზატორები; ხელსაწყოების ციფერბლატები და მაჩვენებლები; ფირფიტები წარწერებით და აღნიშვნებით; მართვის ორგანოები; ინსტრუმენტის, მართვის ორგანოების, გადასატანი კონსტრუქციების სახელურები; საწარმოო და საყოფაცხოვრებო ავეჯი და სხვ.

მაგალითი. საყოფაცხოვრებო გადასატანი ვიდეომაგნიტოფონის ხარისხის შეფასებისას გათვალისწინებული უნდა იქნეს:

ჰიგიენური მაჩვენებლებიდან:

– ტემპერატურის დონის მაჩვენებელი (ახასიათებს ვიდეომაგნიტოფონის გარსაცმის პანელების გაცხელებას);

–ტოქსიკურობის დონის მაჩვენებელი (ახასიათებს საკონსტრუქციო და გამოსაყვან მასალებს);

– ვიბრაციის დონის მაჩვენებელი (ახასიათებს ვიდეომაგნიტოფონის შასისა და ძრავის კონსტრუქციას);

ანტროპომეტრული მაჩვენებლებიდან:

– ვიდეომაგნიტოფონის კონსტრუქციის შესაბამისობის მაჩვენებელი ადამიანის სხეულის ან მისი ცალკეული ნაწილების ზომებთან (ახასიათებს სახელურების, გადამრთველების, შესაბამისობას ადამიანის ხელის მტევანის ზომასთან);

– ვიდეომაგნიტოფონის კონსტრუქციის შესაბამისობის მაჩვენებელი ადამიანის სხეულის ან მისი იმ ცალკეული ნაწილების ფორმასთან, რომლებიც კონტაქტშია ვიდეომაგნიტოფონის კონსტრუქციის ელემენტების ზედაპირთან (ახასიათებს სახელურების, გადამრთველების ფორმის შესაბამისობას ადამიანის ხელის ჩაჭერასთან);

– ვიდეომაგნიტოფონის კონსტრუქციის შესაბამისობის მაჩვენებელი ადამიანის სხეულის ან მისი იმ ცალკეული ნაწილების ფორმასთან, რომლებიც კონტაქტშია ვიდეომაგნიტოფონის კონსტრუქციის ელემენტების

ზედაპირთან (ახასიათებს სახელურების, გადამრთველების ფორმის შესაბამისობას ადამიანის ხელის ჩაჭერასთან);

ფიზიოლოგიური და ფსიქოფიზიოლოგიური მაჩვენებლებიდან:

– ვიდეომაგნიტოფონის კონსტრუქციის შესაბამისობის მაჩვენებელი ადამიანის ძალურ შესაძლებლობებთან (ახასიათებს გადასატანი ვიდეომაგნიტოფონის კონსტრუქციის მასას და საცვლო ელემენტების (კასეტების) ჩაყენების გადამრთველების კლავიშების ჩართვის საანგარიშო ძალვას);

– ვიდეომაგნიტოფონის კონსტრუქციის შესაბამისობის მაჩვენებელი ადამიანის მჭქარობლურ შესაძლებლობებთან (ახასიათებს ვიდეომაგნიტოფონის ლენტის გადახვევის სიჩქარეს მოცემულ ნიშნულზე ადამიანის მიერ ლენტის გაჩერების შესაძლებლობის თვალსაზრისით);

– ვიდეომაგნიტოფონის კონსტრუქციის შესაბამისობის მაჩვენებელი ადამიანის მხედველობით ფსიქოფიზიოლოგიურ შესაძლებლობებთან (ახასიათებს ჩაწერის დონის ინდიკატორის ზომას, განლაგებას, ფერსა და სიკაშკაშეს);

– ვიდეომაგნიტოფონის კონსტრუქციის შესაბამისობის მაჩვენებელი ადამიანის სმენით ფსიქოფიზიოლოგიურ შესაძლებლობებთან (ახასიათებს ვიდეომაგნიტოფონის დინამიკების სმენით მახასიათებლებს);

ფსიქოლოგიური მაჩვენებლებიდან:

– ვიდეომაგნიტოფონის კონსტრუქციის შესაბამისობის მაჩვენებელი ადამიანის დამყარებულ და ახლად ფორმირებულ ჩვევებთან (ახასიათებს ბეჭრის ხმამაღლობის რეგულატორის შემობრუნების შესატყვისობას საათის ისრის მიმართულებით მოძრაობის პრინციპთან ხმამაღლობის მომატებისას).

ხარისხის ერგონომიკული მაჩვენებლების დონეს განსაზღვრავენ ექსპერტ-ერგონომისტები სპეციალური სკალის მიხედვით ბალებით (ქულებით).

მაგალითი. წევის ძალვის ფიზიოლოგიური მაჩვენებელი მართვის ბერკეტზე ფასდება ოთხბალიანი სკალით. ძალვის ოპტიმალური მნიშვნელობა 10 ± 2 კგ (შეფასება 4); დამაკმაყოფილებელი მნიშვნელობა $6 \div 7{,}5$ კგ და $12{,}1 \div 14$ კგ (შეფასება 2); დასაშვები მნიშვნელობა $4 \div 5{,}9$ კგ და $14{,}1 \div 16$ კგ (შეფასება 1); დაუშვებელი მნიშვნელობა $0 \div 3{,}9$ კგ და 16 კგ-ზე მეტი (შეფასება 0).

1.1.7. ტრანსპორტაბელურობის მაჩვენებლები

ტრანსპორტაბელურობის მაჩვენებლები ახასიათებენ პროდუქციის მოხერხებულობას სივრცეში გადაადგილების (ტრანსპორტირების) თვალსაზრისით, რომელსაც თან არ ახლავს პროდუქციის ექსპლუატაცია ან მოხმარება, აგრეთვე მის მომარჯვებულობას ტრანსპორტირებასთან დაკავშირებული მოსამზადებელი და დასკვნითი ოპერაციების მიმართ.

ტრანსპორტაბელურობის მაჩვენებლების არჩევა ხდება ტრანსპორტის კონკრეტული სახეობის (საავტომობილო, რკინიგზის, წყლის, საჰაერო) და ზოგჯერ სატრანსპორტო საშუალებების კონკრეტული სახის მიხედვით. ტნანსპორტაბელურობის ძირითად მაჩვენებლებს მიეკუთვნება: ტრანსპორტირებისათვის პროდუქციის ერთეულის მომზადების საშუალო შრომატევადობა; განსაზღვრული სატრანსპორტო საშუალებებით პროდუქციის ერთეულის 1 კილომეტრზე გადაზიდვის საშუალო ღირებულება; გარკვეული ტიპის რკინიგზის ვაგონიდან კონკრეტული მოცულობის პროდუქციის პარტიის გადმოტვირთვის საშუალო ხანგრძლივობა; სატრანსპორტო საშუალების ტევადობის მაქსიმალურად შესაძლო გამოყენება, გამოსახული პროდუქციის ერთეულებში; პროდუქციის ნაწილი, რომელიც ინარჩუნებს მოცემულ საზღვრებში პირვანდელ თვისებებს ტრანსპორტირების განმავლობაში და სხვ.

ტრანსპორტაბელურობის მაჩვენებლების მნიშვნელობათა განსაზღვრა ხდება ექსპერიმენტული, საანგარიშო და საექსპერტო მეთოდებით.

საანგარიშო მეთოდის მაგალითის სახით შეგვიძლია მოვიყვანოთ სატრანსპორტო საშუალების ან ტარის მოცულობის მაქსიმალურად შესაძლო გამოყენების კოეფიციენტის K_v განსაზღვრა პროდუქციის განსახილველი სახის პარტიისათვის. ეს კოეფიციენტი მოიძებნება ფორმულით:

$$K_v = NV/V(1-I),$$

სადაც N პროდუქციის ერთეულთა რაოდენობაა, V – სატრანსპორტო საშუალების მოცულობა, I – სატრანსპორტო საშუალების ტევადობის ნორმატიული დანაკარგების კოეფიციენტი (მაგალითად, დანაკარგები შტაბელებს შორის გასასვლელების მოწყობის გამო).

მეორე მაგალითის სახით განვსაზღვროთ პროდუქციის ნაწილი K_6, რომელიც ინარჩუნებს მოცემულ საზღვრებში თავის პირვანდელ თვისებებს ტრანსპორტირების განმავლობაში

$$K_6 = \frac{Q_{გად.}}{Q_{ჩატ.}} \cdot 100,$$

სადაც $Q_{ჩატ.}$ სატრანსპორტო საშუალებაში (ვაგონის ძარა, ავტომანქანის ძარა, გემის ტრიუმი, კონტეინერი და სხვ.) ჩატვირთული პროდუქციის რაოდენობაა, $Q_{გად.}$ – სატრანსპორტო საშუალებიდან გადმოტვირთული პროდუქციის რაოდენობა, რომელმაც შეინარჩუნა ხარისხის მაჩვენებელთა მნიშვნელობები დასაშვებ ფარგლებ-

ში. ცხადია, რომ K_6 კოეფიციენტი ერთდროულად ტრანსპორტირების პროცესში პროდუქციის შენახულობის მაჩვენებელია.

საექსპერტო მეთოდი საშუალებას გვაძლევს როდენობრივად შევაფასოთ ბალებით პროდუქციის მომარჯვებულობა ტრანსპორტირებისადმი მისი ისეთი თვისებრივი მახასიათებლების მიხედვით, როგორიცაა სამარჯვების არსებობა დატვირვისა და ტრანსპორტირებისას დამაგრებისათვის, სახელურების არსებობა და მოხერხებულობა გადატანისათვის, გადმოტვირთვისათვის და სხვ.

1.1.8. ეკოლოგიური მაჩვენებლები

ეკოლოგიური მაჩვენებლები ახასიათებენ პროდუქციის ექსპლუატაციის ან მოხმარების შედეგად გამოწვეული მავნე გავლენის დონეს გარემოზე. ეკოლოგიურ მაჩვენებლებს შორის შეიძლება გამოვყოთ შემდეგი მნიშვნელოვანი მაჩვენებლები: გამოფრქვეული მავნე ნივთიერებების კონცენტრაცია გარემოში; მავნე ნივთიერებების ნაწილაკებისა და აირების გამოფრქვევის, გამოსხივების ალბათობა პროდუქციის შენახვის, ტრანსპორტირების, ექსპლუატაციის ან მოხმარების დროს; მექანიკური, ბგერითი და მავნე ფიზიკური ზემოქმედების სხვა სახეობები; გამოყენებული სივრცე (ფართობი, მოცულობა და სხვ.); გამოყენებული ნივთიერებების, მასალების, კომპონენტების აღდგენა და სხვ.

პროდუქციის ტექნიკური დონისა და ხარისხის შეფასებისას ეკოლოგიური მაჩვენებლების გათვალისწინების აუცილებლობის დასაბუთებისათვის ტარდება პროდუქციის ექსპლუატაციისა და მოხმარების პროცესების ანალიზი გარემოზე ქიმიური, სინათლის, ბგერითი, რადიაციული და სხვ. ზემოქმედების გამოვლენის მიზნით. გარემოს დაცვისადმი მოთხოვნები და ნორმები განისაზღვრება ისო-ს და სხვა საერთაშორისო ორგანიზაციების სტანდარტებით, რეკომენდაციებით, ნორმებით.

ეკოლოგიური მაჩვენებლების შესახებ სტატისტიკური მონაცემების უქონლობის შემთხვევაში დასაშვებია ისეთი თვისობრივი მახასიათებლების გამოყენება, როგორიცაა საწმენდი მოწყობილობები, სახშობები, მტვერსაჭერები და სხვ.

1.1.9. უსაფრთხოების მაჩვენებლები

უსაფრთხოების მაჩვენებლები ახასიათებენ პროდუქციის ისეთ თვისებებს, რომლებიც უზრუნველყოფენ ადამიანის (მომსახურე პერსონალის) და სხვა ობიექტების უსაფრთხოებას პროდუქციის ექსპლუატაციის ან მოხმარების, მომსახურების, ტრანსპორტირე-

ბის და შენახვის პროცესში, ისინი უნდა ასახავდნენ ისეთ მოთხოვნებს, რომლებიც უზრუნველყოფენ ადამიანის დაცვას ავარიულ, არასანქციონირებულ და შესაძლო საფრთხის ზონაში ექსპლუატაციის წესებით გათვალისწინებულ სიტუაციებში. უსაფრთხოების მაჩვენებლებია: ადამიანის უსაფრთხო მუშაობის ალბათობა დროის განსაზღვრულ მონაკვეთში; ავარიული სიტუაციების წარმოქმნის ალბათობა; მაღალვოლტიანი წრედების ელექტრული სიმტკიცე; იმ დენგამტარი ნაწილების იზოლაციის წინაღობა, რომლებთანაც შესაძლოა ადამიანის შეხება; დამცავი მოწყობილობების ამოქმედების დრო და სხვ.

უსაფრთხოების მაჩვენებლების გათვალისწინებით პროდუქციის ტექნიკური დონისა და ხარისხის შეფასებისას ამოდიან ადამიანის უსაფრთხოების მოთხოვნებიდან (ნორმებიდან), რომლებიც დგინდება შრომის უსაფრთხოების სტანდარტებით, უსაფრთხოების ტექნიკის, სახანძრო უსაფრთხოების, საწარმოო სანიტარიის წესებითა და ნორმებით, ისო-ს და სხვა საერთაშორისო ორგანიზაციების სტანდარტებით, რეკომენდაციებითა და ნორმებით.

უსაფრთხოების მაჩვენებლების შესახებ სტატისტიკური მონაცემების უქონლობის შემთხვევაში დასაშვებია ისეთი თვისობრივი მახასიათებლების გამოყენება, როგორიცაა მაბლოკირებელი მოწყობილობების, ავარიული სიგნალიზაციის, უსაფრთხოების ქამრების და სხვ. არსებობა.

1.1.10. ეკონომიკური მაჩვენებლები

ხარისხის მაჩვენებლების განსაკუთრებულ ჯგუფს წარმოადგენს ეკონომიკური მაჩვენებლები, რადგან ისინი ახასიათებენ ნაწარმის ხარისხს კი არა, არამედ ამ ნაწარმის შექმნაზე, დამზადებაზე და ხარისხის გაუმჯობესებაზე გაწეულ დანახარჯებს. ეკონომიკური მაჩვენებლების საფუძველზე შეიძლება შევაფასოთ აგრეთვე ნაწარმის ექსპლუატაციის ეკონომიკური ეფექტურობა. ეკონომიკურ მაჩვენებლებს შორის ყველაზე მნიშვნელოვანია: პროდუქციის თვითღირებულება; ფასი; დაყვანილი დანახარჯები პროდუქციის ერთეულზე; პროდუქციის ხარისხის ფარდობითი ეკონომიკური მაჩვენებელი.

1.1.11. საიმედოობის მაჩვენებლები

საიმედოობის მაჩვენებლები წარმოადგენენ პროდუქციის ხარისხის მაჩვენებლების ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს ჯგუფს. სწორედ ამის გათვალისწინებით უფრო დეტალურად შევჩერდებით ამ ჯგუფის განხილვაზე, მაგრამ წინასწარ ჩავატაროთ მოკლე ექსკურსი საიმედოობის თეორიაში.

ექსპლუატაციის დროს ნაკეთობა შეიძლება იყოს სხვადასხვა მდგომარეობაში: მუშა ან დაკონსერვებული, მუშაობის ან უმოქმედო, მუშაუნარიან ან არამუშაუნარიან, წესივრულ და უწესივრო და ა.შ. საიმედოობის თეორია განიხილავს ნაკეთობის შემდეგ მდგომარეობებს:

წესივრულობა – ნაკეთობა შეესაბამება ტექნიკური დოკუმენტაციის ყველა მოთხოვნას.

უწესივრობა – ნაკეთობა არ შეესაბამება ტექნიკური დოკუმენტაციის მოთხოვნებიდან თუნდაც ერთ მოთხოვნას.

მუშაუნარიანობა – ნაკეთობას შეუძლია შეასრულოს გათვალისწინებული ფუნქციები იმ პარამეტრებით, რომლებიც დადგენილია ტექნიკური დოკუმენტაციით.

განსხვავება ცნებებს შორის „წესივრულობა“ და „მუშაუნარიანობა“ ისაა, რომ ნაკეთობა შეიძლება იყოს უწესივრო, მაგრამ მუშაუნარიანი.

მაგალითად, თუ გაუფრთხილებლად ტარების შედეგად შეიჭეჭყა ავტომობილის ფრთა და დაზიანებულია საღებავის ფენა, ავტომობილი ითვლება მუშაუნარიანად, მაგრამ უწესივროდ, ვინაიდან დარღვეულია მოთხოვნა, რომელიც წაყენება მის გარეგნულ სახეს.

უნდა აღინიშნოს, რომ არამუშაუნარიანი ნაკეთობა არ შეიძლება ჩაითვალოს წესივრულად.

მაგალითად, თუ ავტომობილში არ მუშაობს სამუხრუჭე მოწყობილობა, ასეთი ავტომობილი არამუშაუნარიანია და უწესივრო.

მტყუნება – ხდომილობა: რომელიც მდგომარეობს ნაკეთობის მუშაუნარიანობის დარღვევაში.

ნაკეთობის მტყუნება შეიძლება გამოვლინდეს სიზუსტის დაკარგვის, დამსხვრევის, ცვეთის, გაჭედვის, ემ ძალის დადაბლების და ტექნიკური დოკუმენტაციის სხვა მოთხოვნებიდან გადახრის სახით.

საჭიროა განვასხვაოთ უწესივრობა, რომელსაც არ მივყევართ მტყუნებამდე და უწესივრობა (ან მათი ერთობლიობა), რომელიც იწვევს მტყუნებას.

მაგალითად, რადიომიმღების სკალის გამანათებელი ნათურის გადაწვა აძნელებს რადიომიმღების სხვა ტალღაზე აწყობას, მაგრამ არ არღვევს მის მუშაუნარიანობას, ხოლო დაბალი სიხშირის მაძლიერებლის ერთი მილაკის წყობიდან გამოსვლა იწვევს მიმღების მტყუნებას.

ზოგ შემთხვევაში ნაკეთობის პარამეტრები შეიძლება საჭიროზე დაბალი იყოს, თუმცა მისი გამოყენება მაინც შესაძლებელია.

მაგალითად, ტელევიზორის კინესკოპის სიმკვეთრის შემცირება აუარესებს გამოსახულებას, თუმცა ტელევიზორის პატრონს კვლავ შეუძლია გადაცემის ყურება.

მტყუნების ნიშნები (კრიტერიუმები) წინასწარ უნდა იყოს დათქმული მოცემული ტიპის ნაკეთობაზე ტექნიკურ დოკუმენტაციაში.

მტყუნებებს ყოფენ ორ დიდ კლასად: უეცარი და თანდათანობითი.

უეცარი მტყუნება ეწოდება ნაკეთობის ელემენტის წყობიდან გამოსვლას, რომლის წინასწარმეტყველება შეუძლებელი იყო დროში პარამეტრების სიდიდის ცვლილების მიხედვით. უეცარი მტყუნებები ძირითადად განპირობებულია კონსტრუქციის, ტექნოლოგიის დეფექტებით,

ექსპლუატაციის ნორმალური პირობებისა და რეჟიმების დარღვევით. მაგალითად, იზოლაციის გარღვევა, ავტომობილის საბურავის გაჩხვლეტა, ელექტრული წრედის ელემენტის გადაწვა, დეტალის დამუშავების დროს მჭრელი ინსტრუმენტის ან თვით დეტალის დამსხვრევა შემთხვევითი გადატვირთვისას წარმოადგენს უეცარ მტყუნებას, ე.ი. ისინი შემთხვევითია.

თანდათანობითი მტყუნება ეწოდება ნაკეთობის პარამეტრის გამოსვლას დაშვების საზღვრებს გარეთ, რაც განპირობებულია ამ პარამეტრების თანდათან გაუარესებით ექსპლუატაციის ან შენახვის პროცესში. თანდათანობითი მტყუნებების მიზეზია ცვეთა, კოროზია და მასალის რღვევის სხვა სახეების ერთობლივი ზემოქმედება, რაც ძირითადად გამოწვეულია ექსპლუატაციის ხანგრძლივობით. თანდათანობითი მტყუნების დადგომის დროის პროგნოზირება შესაძლებელია. ასეთ მტყუნებებს მიეკუთვნება მტყუნებები, რომლებიც ხასიათდება ჩარხის სიმტკიცის დაკარგვით, ძრავას ემ ძალის დადაბლებით და სხვ.

საიმედოობა წარმოადგენს ნაკეთობის თვისებას შეასრულოს თავისი ფუნქცია და შეინარჩუნოს საექსპლუატაციო მაჩვენებლები მოცემულ საზღვრებში დროის მოთხოვნილი მონაკვეთის ან მტყუნებათშორისი ნამუშევრის განმავლობაში.

ნამუშევრის ქვეშ იგულისხმება ნაკეთობის მუშაობის ხანგრძლივობა დროის ერთეულში ან მის მიერ შესრულებული სამუშაოს მოცულობა, რომელიც იზომება კილომეტრებში, ჰექტრებში და გაზომვის სხვა ერთეულებში. არჩევენ „ნამუშევარს პირველ მტყუნებამდე", „ნამუშევარს მტყუნებებს შორის", „სადღეღამისო ნამუშევარს" და ნამუშევრის სხვა სახეებს.

ნაკეთობის საიმედოობა რთული, კომპლექსური თვისებაა, რომელიც ხასიათდება უმტყუნებლობით, ხანგამძლეობით, სარემონტოდ ვარგისობით და შენახულობით და დამოკიდებულია ნაკეთობის შემადგენელი ნაწილების ხანგამძლეობაზე.

უმტყუნებლობა ნაკეთობის თვისებაა შეინარჩუნოს მუშაუნარიანობა მოცემული ნამუშევრის განმავლობაში იძულებითი შესვენების გარეშე. ეს თვისება განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია არარემონტირებადი ნაკეთობებისათვის და იმ ნაკეთობებისათვის, რომელთა მტყუნება იწვევს დიდ ეკონომიკურ დანაკარგებს ან ემუქრება ადამიანის უსაფრთხოებას: ჰიდროტურბინები, კოსმოსური ხომალდები, თვითმფრინავები, რაკეტები, სამედიცინო მოწყობილობები და სხვა ნაკეთობები და ელემენტები.

უმტყუნებლობის მაჩვენებლებს მიეკუთვნება უმტყუნებო მუშაობის ალბათობა, მტყუნებათა ინტენსიურობა, საშუალო ნამუშევარი პირველ მტყუნებამდე, მტყუნებების ნაკადის პარამეტრი, მტყუნებაზე ნამუშევარი.

ა) უმტყუნებო მუშაობის ალბათობა $P(t)$ იმის ალბათობაა, რომ დროის მოცემულ t ინტერვალში ან ნამუშევრის მოცემულ საზღ-

ვრებში მტყუნება ნაკეთობის მუშაობაში არ მოხდება. იგი გამოისახება ნულიდან ერთამდე ინტერვალში მოთავსებული რიცხვით $(0 \le P(t) \le 1)$ ან პროცენტებში.

უმტყუნებო მუშაობის ალბათობა $P(t)=1$ ნიშნავს, რომ ნაკეთობა t ნამუშევრის განმავლობაში უეჭველად შეინარჩუნებს მუშაუნარიანობას, ხოლო $P(t)=0$ ნიშნავს, რომ ნაკეთობას t ნამუშევრის განმავლობაში უეჭველად მოუვა მტყუნება.

მუშაობის დაწყების მომენტში უმტყუნებო მუშაობის ალბათობა უდრის ერთს და მუშაობის მსვლელობის პროცესში მცირდება. ამრიგად, უმტყუნებო მუშაობის ალბათობა არის კლებადი ფუნქცია ნამუშევრის მიმართ.

ცდისეული მონაცემებით უმტყუნებო მუშაობის ალბათობა შეიძლება შეფასდეს ფორმულით

$$P(t) \approx \frac{N(t)}{N_0}, \tag{1.17}$$

სადაც N_0 გამოცდის დაწყებისას მომუშავე ნაკეთობათა რაოდენობაა, $N(t)$ – დროის t შუალედის ბოლოს მუშაობის უნარის მქონე ნაკეთობების რაოდენობა.

მაგალითი. თუ t=1000 სთ, N_0=100, ხოლო $N(t)$=98, მაშინ მოცემული ნაკეთობის უმტყუნებო მუშაობის ალბათობა 1000 სთ-ის განმავლობაში ტოლია:

$$P(1000\ \text{სთ}) \approx \frac{98}{100} = 0{,}98.$$

უმტყუნებო მუშაობის ალბათობის შესაფასებლად შეგვიძლია გამოვიყენოთ სხვა ფორმულაც

$$P(t) \approx 1 - \frac{\overline{N}(t)}{N_0}, \tag{1.18}$$

სადაც $\overline{N}(t)$ ნაკეთობათა რაოდენობაა, რომლებსაც დროის t მომენტისათვის მოუვიდათ მტყუნება.

მაგალითი. გამოცდის დაწყებიდან 5 საათის (t = 5) შემდეგ 50 ერთტიპური ნაკეთობიდან მტყუნება მოუვიდა ოთხს. ასეთ შემთხვევაში უმტყუნებო მუშაობის ალბათობა 5 სთ-ის განმავლობაში იქნება

$$P(5\ \text{სთ}) \approx 1 - \frac{4}{50} = 1 - 0{,}08 = 0{,}92.$$

ზემოთმოყვანილი ფორმულები იძლევა საკმაოდ ზუსტ შეფასებას მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როცა გამოცდა ტარდება ყველა ნაკეთობის მტყუნებაზე და ნაკეთობები, რომელთაც მოუვიდათ მტყუნება ახლით არ იცვლება.

თუ წინა ორ მაგალითში ვსაზღვრავდით უმტყუნებო მუშაობის ალბათობას დროის მოცემულ t ინტერვალში, ახლა განვიხილოთ მაგალითი, სადაც $P(t)$ განისაზღვრება ნამუშევრის (ჩვენს შემთხვევაში განარბენის) მოცემულ საზღვრებში და დავრწმუნდეთ იმაში, რომ უმტყუნებო მუშაობის ალბათობის გრაფიკს ნამდვილად კლებადი ფუნქციის სახე გააჩნია.

მაგალითი. 310 ძრავაზე საექსპლუატაციო დაკვირვებების მონაცემების მიხედვით მიღებული მტყუნებამდე ნამუშევრების მნიშვნელობები შეტანილია 1.4 ცხრილში.

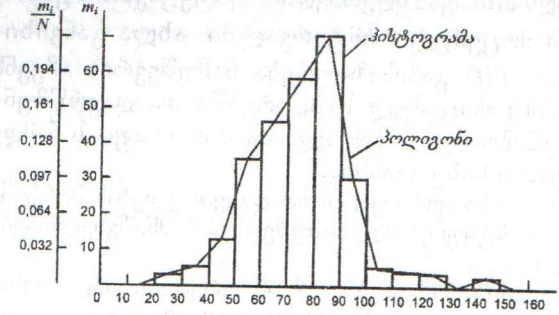
ცხრილის პირველ სვეტში ნაჩვენებია 14 ინტერვალი, რაც შეესაბამება ყველა ძრავას ნამუშევარს (განარბენს), მეორეში მოცემულია ყოველი ინტერვალისათვის განარბენის საშუალო მნიშვნელობები, ხოლო მესამეში – ძრავების რაოდენობა, რომელთაც აქვთ ინტერვალში მოცემული განარბენი (მაგალითად, ორ ძრავას აქვს განარბენი 20-30 ათასი კმ რვას – 30-40 ათასი კმ და ა.შ.).

ცხრილი 1.4

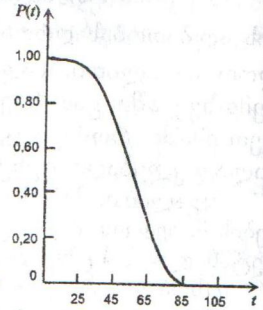
განარბენი, ათასი კმ	ინტერვალის შუა წერტილი t_i, ათასი კმ	t_i განარბენის მქონე ნაკეთობების რაოდენობა, m_i	მტყუნების სიხშირე, $\frac{m_i}{N}$	დაგროვებული სიხშირეები	უმტყუნებო მუშაობის ალბათობა $P(t)$	$m_i t_i$
1	2	3	4	5	6	7
20-30	15	2	0,0064	0,0064	0,9936	50
30-40	35	8	0,0258	0,0322	0,9678	280
40-50	45	16	0,0516	0,0838	0,9162	720
50-60	55	32	0,1032	0,1870	0,8130	1760
60-70	65	42	0,1355	0,3225	0,6775	2730
70-80	75	57	0,1839	0,5064	0,4936	4275
80-90	85	72	0,2322	0,7386	0,2614	6120
90-100	95	38	0,1226	0,8612	0,1388	3610
100-110	105	28	0,0903	0,9515	0,0485	2940
110-120	115	7	0,0226	0,9741	0,0259	805
120-130	125	3	0,0097	0,9838	0,0162	375
130-140	135	3	0,0097	0,9935	0,0065	405
140-150	145	-	-	0,9935	0,0065	-
150-160	155	2	0,0064	0,9999	0,0001	310
Σ			0,9999			24380

უმტყუნებო მუშაობის ალბათობის სტატისტიკური შეფასებისათვის თავდაპირველად გამოითვლება მტყუნებების სიხშირე m_i/N (მაგალითად, 2/310=0,0064; 8/310=0,0258 და ა.შ.). მიღებული მნიშვნელობები შეტანილია მეოთხე სვეტში.

ამოცანის გრაფიკული სახის მისაღებად ავაგოთ სიხშირეების გრაფიკი. იგი ახასიათებს ალბათობების სიმკვრივის ფუნქციას და მისი აგება ხდება სიხშირეების მიხედვით (ნახ.1.1).



ნახ.1.1. ავტომობილის ძრავას ნამუშევრის სიხშირეების განაწილება



ნახ.1.2. ავტომობილის ძრავას უმტყუნებო მუშაობის ალბათობის გრაფიკი

სიხშირეების შეჯამებით მივიღებთ განაწილების ემპირიულ ფუნქციას (მეხუთე გრაფა). თუ ერთს გამოვაკლებთ ამ მნიშვნელობებს, მივიღებთ უმტყუნებო მუშაობის ალბათობის განაწილების $P(t)$ მნიშვნელობებს (მეექვსე გრაფა).

იმ შემთხვევაში, როდესაც ცვლადის მნიშვნელობები დაყოფილია ინტერვალებად (როგორც განხილულ მაგალითში), t- ს მნიშვნელობად უნდა ჩაითვალოს ინტერვალის ზედა მნიშვნელობა. მაგალითად, 30 ათას კმ განარბენამდე უმტყუნებო მუშაობის ალბათობა უდრის 0,9936, 40 ათას კმ-მდე – 0,9678 და ა.შ. $P(t)$ ფუნქციის გრაფიკი მოყვანილია 1.2 ნახაზზე.

უმტყუნებო მუშაობის ალბათობის მაჩვენებელი გამოიყენება როგორც აღდგენადი, ისე არააღდგენადი ნაკეთობებისათვის.

ბ) მტყუნებათა ინტენსიურობა $\lambda(t)$ არააღდგენადი (არარემონტირებადი) ნაკეთობის მტყუნების ალბათობაა დროის ერთეულში დროის მოცემული მომენტის შემდეგ, იმ პირობით, რომ მტყუნება ამ მომენტამდე არ ყოფილა.

ცდისეული მონაცემების მიხედვით დროის t მომენტში მტყუნებათა ინტენსიურობას აფასებენ ფორმულით

$$\lambda(t) = \frac{\Delta N}{N(t) \cdot \Delta t}, \qquad (1.19)$$

სადაც ΔN ნაკეთობათა რაოდენობაა, რომელთაც Δt დროის განმავლობაში მოუვიდათ მტყუნება (გამოვიდა მწყობრიდან); Δt – დროის შუალედი იმ t მომენტის შემდეგ, რომლისთვისაც იძებნება $\lambda(t)$; $N(t)$- ნაკეთობათა რაოდენობა, რომლებმაც შეინარჩუნეს მუშაობის უნარი t დროის შუალედის ბოლოს.

მაგალითი. თუ t დროის შუალედის ბოლოს წესივრულ მდგომარეობაში იყო $N(t)=1000$ ნაკეთობა და ამის შემდეგ $\Delta t=100$ საათის განმავლობაში მწყობრიდან გამოვიდა $\Delta N=50$ ნაკეთობა, მტყუნებათა ინტენსიურობა იქნება

$$\lambda(t)=\frac{50}{1000\cdot 100}=5\cdot 10^{-4}\,\frac{1}{\text{სთ}}.$$

მტყუნებათა ინტენსიურობის განზომილებაა 1/სთ. თუ მტყუნებათა ინტენსიურობაა $\lambda(t)$=0,1 1/სთ, ეს ნიშნავს, რომ ერთი საათის განმავლობაში მტყუნება მოუვა ნაკეთობების 10%-ს ნაკეთობების საერთო რიცხვიდან, რომელიც წესივრულია მოცემულ დრომდე. ვთქვათ, ერთდროულად მუშაობს 100 ნაკეთობა. პირველი ერთი საათის განმავლობაში მტყუნება მოუვიდა 10 ნაკეთობას, ე.ი. მეორე საათის დასაწყისისათვის წესივრული რჩება 90 ნაკეთობა. მეორე საათის განმავლობაში მტყუნება მოუვა 9 ნაკეთობას, შესაბამისად მეორე საათის ბოლოს წესივრული რჩება 81 ნაკეთობა. მესამე საათის განმავლობაში მათგან მტყუნება მოუვა 8 ნაკეთობას და ა.შ.

მტყუნებათა ინტენსიურობა შეიძლება აგრეთვე განისაზღვროს ნამუშევრის მიხედვითაც, რაც ნათლად ჩანს შემდეგი მაგალითიდან

მაგალითი. განვსაზღვროთ მტყუნების ინტენსიურობის სიდიდე 1.4 ცხრილში მოცემული მონაცემებისათვის. ძრავას მტყუნების ინტენსიურობის გამოთვლის შედეგები მოყვანილია 1.5 ცხრილში.

ცხრილი 1.5

განარბენი, ათასი კმ	Δt	ΔN	$N(t)$	$\lambda(t)$
20-30	10	2	308	0,00065
30-40	10	8	300	0,00267
40-50	10	16	284	0,00563
50-60	10	32	252	0,01270
60-70	10	42	210	0,02000
70-80	10	57	153	0,03725
80-90	10	72	81	0,08889
90-100	10	38	43	0,08837
100-110	10	28	15	0,18667
110-120	10	7	8	0,08750
120-130	10	3	5	0,0600
130-140	10	3	2	0,15000
140-150	10	-	2	0,00000
150-160	10	2	0	

(1.19) ფორმულაში ჩავსვათ მნიშვნელობები 1.5 ცხრილიდან, მივიღებთ:

$$\lambda_1(t=30)=\frac{2}{10\cdot 308}=0{,}00065 \text{ 1/ათასი კმ;}$$

$$\lambda_2(t=40)=\frac{8}{10\cdot 300}=0{,}00267 \text{ 1/ათასი კმ;}$$

$$\lambda_3(t=50)=\frac{16}{10\cdot 284}=0{,}00563 \text{ 1/ათასი კმ;}$$

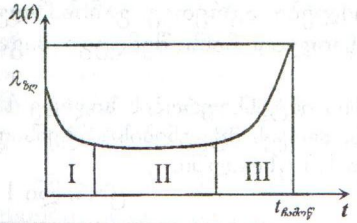
$$\lambda_4(t=60)=\frac{32}{10\cdot 252}=0{,}01266 \text{ 1/ათასი კმ;}$$

$$\lambda_5(t=70)=\frac{42}{10\cdot 210}=0{,}02 \text{ 1/ათასი კმ;}$$

$$\lambda_6(t=80)=\frac{57}{10\cdot 153}=0{,}03725 \text{ 1/ათასი კმ;}$$

მტყუნების ინტენსიურობის მოყვანილი სიდიდეები ახასიათებს მტყუნების სიხშირეს განარბენის 1 ათას კმ-ზე.

ზოგადად შეიძლება ითქვას, რომ მტყუნების ინტენსიურობა არის მუშაობის ხანგრძლივობის ფუნქცია. მანქანათ- და ხელსაწყოთმშენებლობის ნაკეთობების უმეტესობისათვის $\lambda(t)$ სიდიდეს აქვს 1.3 ნახაზზე ნაჩვენები სახე. მრუდი აგებულია დაკვირვების საფუძველზე ნაკეთობის დამზადების მომენტიდან მის ჩამოწე-რამდე.



ნახ. 1.3. მტყუნების ინტენსიურობის ცვლილების გრაფიკი: I – მისახმარისების პერიოდი; II – ნორმალური მუშაობის პერიოდი; III – ინტენსიური ცვეთის პერიოდი

I პერიოდში თავს იჩენს კონსტრუქციის, დამზადების და აწყობის დეფექტები. ამ მონაკვეთში მტყუნების ინტენსიურობა კლებულობს მაქსიმუმიდან მუდმივ სიდიდემდე. II პერიოდში ინტენ-სიურობა პრაქტიკულად მუდმი-ვია. III პერიოდში მტყუნების ინტენსიურობა მკვეთრად მატულობს.

ჩვეულებრივ, წინასწარ დათქვამენ მტყუნების ინტენსიურობის მაქსიმალურ დასაშვებ სიდიდეს $\lambda_{\text{ზღ}}$ (λ-ს ზღვრული მნიშვნელობა), რომლის მიღწევისას ნაკეთობის ექსპლუატაცია ან პრაქტიკულად შეუძლებელია, ან ეკონომიკურად გაუმართლებელი. $\lambda_{\text{ზღ}}$-ს შეესაბამება $t_{\text{ჩვწ}}$ სიდიდე და განსაზღვრავს ნაკეთობის ჩამოწერის მომენტს (მტყუნების ინტენსიურობის სიდიდის მიხედვით).

რაც ნაკლებია მტყუნების ინტენსიურობა, მით მაღალია ნაკეთობის საიმედოობა.

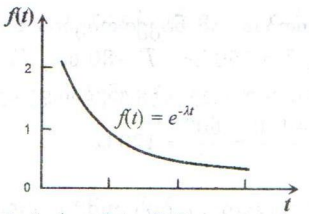
თუ მოცემული ტიპის ნაკეთობის საიმედოობა კარგადაა შესწავლილი, მაშინ კლებადობის მრუდისათვის შეიძლება მოიძებნოს ანალიზური ფორმულა (განტოლება). თუ არარემონტირებადი ნაკეთობის მტყუნებები განაწილებულია ექსპონენციალური კანონის მიხედვით (ნახ.1.4), მაშინ კლებადობის მრუდი (ნახ.1.5) გამოისახება განტოლებით

$$P(t) = e^{-\lambda t},$$

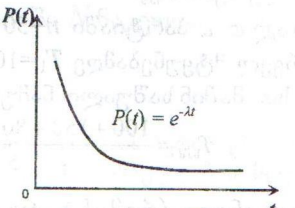
სადაც λ მტყუნების ინტენსიურობაა და მოცემული ნაკეთობისათვის მუდმივია;

t – მუშაობის მოცემული დრო (ნამუშევარი);

e=2,718 (ნეპერის რიცხვი).



ნახ.1.4. ექსპონენციალური განაწილების ფუნქცია



ნახ.1.5. კლებადობის მრუდი

მაგალითი. გარკვეულ ნაკეთობაზე სტანდარტში მოცემულია მტყუნების ინტენსიურობა ($\lambda(t)$=800·10^{-6} 1/სთ), ცნობილია აგრეთვე განაწილების კანონი (მოცემულ შემთხვევაში ექსპონენციალური, λ=*const*). საჭიროა განვსაზღვროთ ამ ნაკეთობების უმტყუნებო მუშაობის ალბათობა 100 სთ-ის განმავლობაში

$$P(t) = 2{,}718^{-800 \cdot 10^{-6} \cdot 100} \approx 0{,}92,$$

რაც ნიშნავს, რომ 100 სთ-ის განმავლობაში წყობიდან შეიძლება გამოვიდეს მომუშავე ნაკეთობების 8 %.

მაკომპლექტებელი ნაკეთობების მტყუნების ინტენსიურობის მნიშვნელობა გამოიყენება რთული მოწყობილობების საიმედოობის გამოსათვლელად. კომპონენტების დიდი რაოდენობისაგან შემდგარი რთული მოწყობილობები ძირითადად ექვემდებარებიან საიმედოობის ექსპონენციალურ კანონს. მაკომპლექტებელი ნაკეთობებისაგან შემდგარი მოწყობილობების ნებისმიერი ნაწილის მტყუნება იწვევს მთელი მოწყობილობის მტყუნებას, უმტყუნებო მუშაობის ალბათობა კი გამოითვლება ფორმულით

$$P(t) = e^{-(\lambda_1+\lambda_2+\lambda_3+\cdots+\lambda_n)\cdot t},$$

სადაც $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, ..., \lambda_n$ მაკომპლექტებელი ნაკეთობების მტყუნებების ინტენსიურობაა.

გ) საშუალო ნამუშევარი პირველ მტყუნებამდე ($T_{საშ}$) –პირველ მტყუნებამდე ობიექტის ნამუშევრის მათემატიკური ლოდინია, რომელიც განისაზღვრება ფორმულით

$$T_{საშ} = \frac{\sum_{i=1}^{n} T_i}{n}, \qquad (1.20)$$

სადაც T_i i–ური ნაკეთობის ნამუშევარია მტყუნებამდე; n – გამოცდილი ნაკეთობების რაოდენობა პარტიაში, რომლისთვისაც განისაზღვრება $T_{საშ}$.

მაგალითი. პარტიაში n=50 ნაკეთობაა. ამ ნაკეთობების ნამუშევარია პირველ მტყუნებამდე T_1=100 სთ, T_2=150 სთ, T_3=80 სთ, T_4=120 სთ, T_5=150 სთ. მაშინ საშუალო ნამუშევარი პირველ მტყუნებამდე იქნება

$$T_{საშ} = \frac{100+150+80+120+150}{5} = \frac{600}{5} = 120 \text{ სთ}.$$

აღდგენადი (რემონტირებადი) ნაკეთობების უმტყუნებლობის დახასიათების და ანგარიშის დროს უმტყუნებო მუშაობის ალბათობის გარდა გამოიყენება ზემოთგანხილულის ანალოგიური ორი მაჩვენებელი: მტყუნებების ნაკადის პარამეტრი და მტყუნებაზე ნამუშავარი.

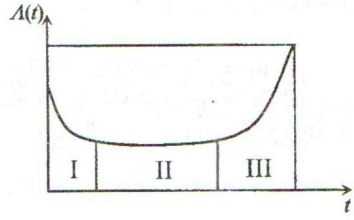
დ) მტყუნებების ნაკადის პარამეტრი ($\Lambda(t)$) რემონტირებადი ნაკეთობების მტყუნებების საშუალო რაოდენობაა დროის ერთეულში დროის განსახილველი მომენტისათვის.

ზოგადად მტყუნებების ნაკადის პარამეტრი განისაზღვრება ფორმულით

$$\Lambda(t) = \frac{\Delta N}{N_0 \cdot \Delta t}, \qquad (1.21)$$

სადაც ΔN ნაკეთობათა რაოდენობაა, რომელთაც Δt დროის განმავლობაში მოუვიდათ მტყუნება, N_0 - დროის t შუალედში მომუშავე ნაკეთობების რაოდენობა. უნდა გავითვალისწინოთ, რომ ნაკეთობის $\Lambda(t)$-ს სიდიდის განსაზღვრისას ხდება t დროის განმავლობაში ნამტყუნები ნაკეთობების რემონტი. ასეთ შემთხვევაში N_0=$N(t)$. ძირითადად $\Lambda(t)$ მრუდს აქვს 1.6 ნახაზზე მოცემული სახე.

მისაზმარისების პერიოდში (I) ავლენენ და იცილებენ ტექნოლოგიურ დეფექტებს. ამიტომ დროის ერთეულში მტყუნებების საშუალო რაოდენობა მცირდება. ნორმალური ექსპლუატაციის პერიოდში (II) დროის ერთეულში მტყუნებების საშუალო რაოდენობა მუდმივია. ინტენსიური ცვეთის პერიოდში (III) დროის ერთეულში მტყუნებების საშუალო რაოდენობა სწრაფად იზრდება.



ნახ.1.6. მტყუნებების ნაკადის პარამეტრის დამოკიდებულება დროზე

ნორმალური ექსპლუატაციის პერიოდში $\Lambda(t)$ სიდიდე მუდმივია $\Lambda(t)=\Lambda=const$. მისი პოვნა ადვილია ცდის საშუალებით. თუ t დროის განმავლობაში N ნაკეთობას მოუვიდა m მტყუნება, მაშინ

$$\Lambda = \frac{m}{N \cdot t}. \qquad (1.22)$$

მაგალითი. ვთქვათ, ნორმალური ექსპლუატაციის პერიოდში 100 სთ-ის განმავლობაში მუშაობისას 10 ცალ ერთტიპურ ნაკეთობას მოუვიდა 5 მტყუნება, მაშინ

$$\Lambda = 5/(10 \cdot 100) = 0{,}005 = 5{,}0 \cdot 10^{-3}\ 1/\text{სთ}.$$

ნორმალური ექსპლუატაციის პერიოდისათვის უმტყუნებო მუშაობის ალბათობა t დროის განმავლობაში განისაზღვრება $P(t)=e^{-\Lambda \cdot t}$ ფორმულით. თუ ნაკეთობა რთულია, შედგება n ნაკეთობისაგან, რომლებიც შეერთებულია მიმდევრობით და ნებისმიერი მაკომპლექტებელი ნაკეთობის მტყუნება იწვევს რთული ნაკეთობის მტყუნებას, მაშინ მტყუნებების ნაკადის პარამეტრი რთული ნაკეთობებისათვის გამოითვლება ფორმულით $\Lambda = \Lambda_1 + \Lambda_2 + \Lambda_3 + \cdots + \Lambda_n$, სადაც $\Lambda_1, \Lambda_2, \Lambda_3, ..., \Lambda_n$ მაკომპლექტებელი ნაკეთობების ცნობილი მტყუნებების ნაკადის პარამეტრებია.

მაგალითი. განვსაზღვროთ 10000 მაკომპლექტებელი ერთეულისაგან შემდგარი რთული ნაკეთობის უმტყუნებო მუშაობის ალბათობა 100 სთ-ის განმავლობაში. თითოეული მაკომპლექტებელი ერთეულისათვის მტყუნების ნაკადის პარამეტრი მივიღოთ $1 \cdot 10^{-5}$-ის ტოლი, რაც შეესაბამება მეტად მაღალ საიმედოობას (დროის ერთეულში მტყუნება მოუდის მაკომპლექტებელი ერთეულების ერთ მეასიათასედ ნაწილს), მაშინ ნორმალური ექსპლუატაციის პერიოდისათვის

$$P(t) = e^{-10000\frac{1}{100000}100} = e^{-10} = 0{,}000045 \approx 0.$$

მაშასადამე, რთული ნაკეთობა ვერ შეძლებს 100 სთ-ის განმავლობაში მუშაობას.

მაგალითი გვიჩვენებს, რამდენად ძნელია ნაკეთობის მაღალი საიმედოობის უზრუნველყოფა.

ე) მტყუნებაზე ნამუშევარი (T) ეწოდება რემონტირებადი ნაკეთობის მტყუნებებს შორის ნამუშევრის საშუალო მნიშვნელობას. ის შეგვიძლია განვსაზღვროთ შემდეგი გამოსახულების მიხედვით

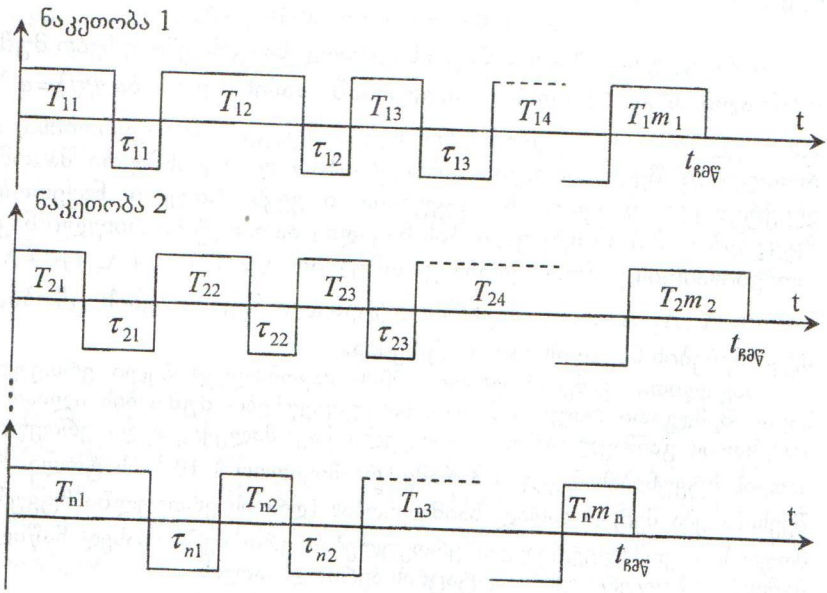
$$T = \sum_{i=1}^{n} T_{\text{საშ}\,i} \Big/ n, \qquad (1.23)$$

სადაც $T_{\text{საშ}\,i}$ i-ური ნაკეთობის მტყუნებაზე ნამუშევრის საშუალო მნიშვნელობაა; n – ნაკეთობათა რაოდენობა გამოსაცდელ პარტიაში.

$T_{\text{საშ}\,i}$ მნიშვნელობა კი მოიძებნება ფორმულით

$$T_{\text{საშ}\,i} = \sum_{j=1}^{m_i} T_{ij} \Big/ m_i, \qquad (1.24)$$

სადაც T_{ij} i-ური ნაკეთობის წესივრული მუშაობის საშუალო დროა j-1 და j- ურ მტუნებებს შორის; m_i i-ური ნაკეთობის მტყუნებათა რაოდენობაა



ნახ. 1.7. ნაკეთობათა მდგომარეობის სქემა

მაგალითი. განვსაზღვროთ n=3 ნაკეთობისათვის მტყუნებაზე ნამუშევარი თუ პირველი ნაკეთობა წესიერულად მუშაობდა პირველი 100 სთ (T_{11}=100), შემდეგ ადგილი ჰქონდა მტყუნებას და ის გარემონტდა. ამის შემდეგ მეორე მტყუნებამდე ნაკეთობამ იმუშავა 80 სთ (T_{12}=80), მესამე მტყუნებამდე – 85 სთ (T_{13}=85) და მეოთხემდე – 90 სთ (T_{14}=90); მეორე ნაკეთობამ ამ პარტიიდან იმუშავა პირველ მტყუნებამდე 120 სთ (T_{21}=120), მეორემდე 100 სთ (T_{22}=100), მესამემდე – 90 სთ (T_{23}=90); მესამე ნაკეთობამ ამ პარტიიდან პირველ მტყუნებამდე იმუშავა 80 სთ (T_{31}=80), მეორემდე 85 სთ (T_{32}=85), მესამემდე – 70 სთ (T_{33}=70) და მეოთხემდე – 100 სთ (T_{34}=100).

მოვძებნოთ ყოველი ნაკეთობისათვის მტყუნებაზე ნამუშევრის საშუალო მნიშვნელობა:

$$T_{საშ1} = \frac{100+80+85+90}{4} \approx 89;$$

$$T_{საშ2} = \frac{120+100+90}{3} \approx 103;$$

$$T_{საშ3} = \frac{80+85+70+100}{4} \approx 84,$$

რის შემდეგაც საძიებელი ნამუშევარი მტყუნებაზე ტოლია:

$$T = \frac{T_{საშ1}+T_{საშ2}+T_{საშ3}}{3} = \frac{89+103+84}{3} = 92.$$

ხანგამძლეობა ნაკეთობის თვისებაა შეინარჩუნოს მუშაობის უნარი ზღვრული მდგომარეობის დადგომამდე ტექნიკური მომსახურებისა და რემონტისათვის საჭირო შესვენებებით. ზღვრული მდგომარეობა განისაზღვრება ნაკეთობის შემდგომი ექსპლუატაციის შეუძლებლობით, რომელიც განპირობებულია ან ეფექტურობის შემცირებით, ან უსაფრთხოების მოთხოვნებით. ზღვრული მდგომარეობა მითითებულია ტექნიკურ დოკუმენტაციაში.

ხანგამძლეობა განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი თვისებაა ზოგადსამრეწველო ხელსაწყოებისა და მოწყობილობებისათვის, რომლებიც უმეტეს შემთხვევაში განეკუთვნება რემონტირებადს. ასეთი ნაკეთობებისაგან მოითხოვენ, რომ მათ უზრუნველყონ თავიანთი ფუნქციების შესრულება შედარებით ხანგრძლივი დროის განმავლობაში. ამასთან, არ არის გამორიცხული მოწყობილობის გაჩერების შესაძლებლობა ტექნიკური მომსახურების ან რემონტის ჩატარების მიზნით. ასეთ ნაკეთობებს განეკუთვნება ტრაქტორი, ავტომობილი, ჩარხი და სხვ.

სხვადასხვა ნაკეთობის საიმედოობის შეფასებისას, ზოგ შემთხვევაში, განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს უმტყუნებ-

ლობას. მაგალითად, თვითმფრინავისათვის პირველ ადგილზეა უმტყუნებლობა, ხოლო შემდეგ ითვალისწინებენ ხანგამძლეობას. ლითონსაჭრელი ჩარხისათვის პირიქით – პირველ ადგილზე დგას ხანგამძლეობა, ხოლო შემდეგ ანგარიშობენ ეკონომიკურად ხელსაყრელ უმტყუნებლობას.

განვიხილოთ შემდეგი ექვსი მაჩვენებელი, რომელიც გამოიყენება ნაკეთობის ხანგამძლეობის დასახასიათებლად: რესურსი, გამა-პროცენტული რესურსი, დანიშნული რესურსი, გამოსადეგობის ვადა.

რესურსი ეწოდება ტექნიკურ დოკუმენტაციაში დათქმულ ნაკეთობის ნამუშევარს ზღვრულ მდგომარეობამდე

$$T_{რ} = \sum_{j=1}^{m} T_j \quad . \tag{1.25}$$

რესურსი განიხილება როგორც მუშაუნარიანობის მარაგი, რომელიც თანდათან იხარჯება ნაკეთობის ექსპლუატაციის პროცესში. რესურსი შეიძლება გაიზომოს სხვადასხვა ერთეულებში ნაკეთობის მიერ შესრულებული სამუშაოს სახის მიხედვით. მაგალითად, ავტომანქანისათვის შეიძლება იყოს განარბენის კილომეტრები, ელექტრონული გამომთვლელი მანქანებისათვის – საათები. შეიძლება გამოყენებული იყოს ისეთი მაჩვენებლები, როგორიცაა რესურსი კაპიტალურ რემონტამდე, რემონტთაშორისი რესურსი და სხვ. ერთნაირი ნაკეთობების ერთობლიობიდან თითოეულის რესურსი განსხვავებული სიდიდეა სხვადასხვა შემთხვევითი ფაქტორების გამო, რომლებიც მოქმედებენ ნაკეთობაზე მისი დამზადებისა და ექსპლუატაციის პროცესში. ამიტომ ხანგამძლეობის დასახასიათებლად იყენებენ ისეთ მაჩვენებლებს, როგორიცაა საშუალო რესურსი და გამა-პროცენტული რესურსი.

ობიექტების n რაოდენობის შესახებ მონაცემების არსებობისას საშუალო რესურსის სტატისტიკური შეფასება განისაზღვრება ფორმულით

$$T_{რ.საშ} = \frac{\sum_{i=1}^{n} T_{რ.\,i}}{n}, \tag{1.26}$$

სადაც $T_{რ.i}$ i-ური ობიექტის რესურსია.

გამა-პროცენტული რესურსი ნამუშევარია, რომლის დროსაც ობიექტი დათქმულ დროში არ აღწევს ზღვრულ მდგომარეობას γ პროცენტ შემთხვევაში.

მაგალითი. 1000 საათის განმავლობაში ცდიდნენ ელექტრონათურების 100 ცალისაგან შემდგარ პარტიას ნათების ხანგრძლივობაზე. 1000 საათის შემდეგ აღმოჩნდა, რომ გადაიწვა 10 ნათურა. მაშასადამე, ვინაიდან 90 ნათურამ (ნათურების 90 % -მა) არ მიაღწია ზღვრულ მდგომარეობას, 90 %-იანი რესურსი შეადგენს 1000 საათს.

დანიშნული რესურსი ნაკეთობის ნამუშევარია, რომლის მიღწევისას ექსპლუატაცია აუცილებლად უნდა შეწყდეს ნაკეთობის მდგომარეობის მიუხედავად (ტექნიკური რესურსი ინიშნება ტექნიკურ დოკუმენტაციაში უსაფრთხოებისა და ეკონომიურობის თვალსაზრისიდან გამომდინარე).

რესურსის შეფასება დეტალებისა და მარტივი კვანძებისათვის ძნელია, მაგრამ შესაძლებელია რთული კვანძებისა და აგრეგატებისათვის, რთული მანქანებისა და დანადგარებისათვის, რომელთა სხვადასხვა ელემენტებს არაერთხელ ჩაუტარდა მიმდინარე და კაპიტალური რემონტი, ცნებას „რესურსი“ არა აქვს ცხადად გამოსახული აზრი. ასეთი მანქანებისათვის ხანგამძლეობის მახასიათებლად გამოიყენება ნამუშევარი პირველ კაპიტალურ რემონტამდე. ზოგჯერ განიხილავენ აგრეთვე რემონტთაშორის, მედიანურ, ჯამურ, საშუალო რესურსსაც.

გამოსადეგობის ვადა ეწოდება ნაკეთობის ტექნიკურ დოკუმენტაციაში მითითებულ ექსპლუატაციის კალენდარულ ხანგრძლივობას ზღვრული მდგომარეობის დადგომამდე ან ჩამოწერამდე. ზოგჯერ გამოიყენება ხანგამძლეობის სხვა მაჩვენებლები, რომლებიც უკავშირდება ნაკეთობის ექსპლუატაციის კალენდარულ ხანგრძლივობას, მაგალითად, გამოსადეგობის ვადა პირველ კაპიტალურ (საშუალო) რემონტამდე, კაპიტალურ რემონტებს შორის გამოსადეგობის ვადა, გამოსადეგობის ვადა ჩამოწერამდე და სხვ.

იმ მაჩვენებლებისაგან განსხვავებით, რომლებსაც აქვთ ნამუშევრის განზომილება, მაჩვენებლების ეს ჯგუფი ითვალისწინებს მხოლოდ ნაკეთობის ექსპლუატაციის კალენდარულ ხანგამძლეობას, ექსპლუატაციის (ან ნამუშევრის) ფაქტიური დროისაგან დამოუკიდებლად ამ კალენდარულ ვადაში.

ხანგამძლეობის კალენდარული მაჩვენებლების გამოყენება მოსახერხებელია სარემონტო სამუშაოების დასაგეგმად, მოწყობილობების შესაცვლელად, სამარაგო ნაწილების დეტალების მისაწოდებლად და სხვ. მაგრამ, ვინაიდან ერთნაირ ნაკეთობებს ექსპლუატაციის ერთი და იგივე კალენდარული ხანგრძლივობის პირობებში შეიძლება ჰქონდეთ სხვადასხვა ნამუშევარი, ეს მაჩვენებლები ზუსტად ვერ ასახავენ ნაკეთობის ტექნიკურ მდგომარეობას.

საგარანტიო ვადა პერიოდია, რომლის განმავლობაშიც დამამზადებელი გარანტიას იძლევა და უზრუნველყოფს ნაკეთობისადმი

დადგენილი მოთხოვნების შესრულებას იმ პირობით, რომ მომხმარებლის მიერ დაცული იქნება ექსპლუატაციის პირობები, მათ შორის შენახვისა და ტრანსპორტირების წესები.

საგარანტიო ნამუშევარი ნაკეთობის ნამუშევარია, რომლის დამთავრებამდეც დამამზადებელი გარანტიას იძლევა და უზრუნველყოფს ნაკეთობისადმი გარკვეული მოთხოვნების შესრულებას, იმ პირობით, რომ მომხმარებლის მიერ დაცული იქნება ექსპლუატაციის მოთხოვნები, მათ შორის შენახვისა და ტრანსპორტირების წესები. შენახვის ვადა და საგარანტიო ნამუშევარი დადგენილია ტექნიკურ დოკუმენტაციაში ან დამამზადებელსა და შემკვეთს შორის მოლაპარაკებით.

საგარანტიო ვადასა და საგარანტიო ნამუშევარს შორის განსხვავება ისაა, რომ პირველ შემთხვევაში გარანტია ინიშნება დროის კალენდარულ ერთეულებში, ხოლო მეორეში – ნამუშევრის ერთეულებში (მაგალითად, მეტრებში, ლიტრებში და სხვ.).

სარემონტოდ ვარგისობა ნაკეთობის თვისებაა, რომელიც მდგომარეობს მის მომარჯვებულობაში თავიდან ავიცილოთ, აღმოვაჩინოთ და აღმოვფხვრათ მტყუნება და უწესივრობა ტექნიკური მომსახურების და რემონტის გზით. იგულისხმება, რომ მტყუნების და უწესივრობის აღმოფხვრის შემდეგ ნაკეთობის მუშაუნარიანობა აღდგება.

ხშირად ისმება კითხვა, რატომ მიეკუთვნება სარემონტოდ ვარგისობა საიმედოობის თვისებებს? განვიხილოთ მაგალითი. ერთი და იგივე დანიშნულების, მაგრამ სხვადასხვა კონსტრუქციის ორ ჩარხს თვეში მოუდის ორ-ორი მტყუნება. მტყუნების აღმოსაფხვრელად პირველ ჩარხზე იხარჯება 1 სთ, ხოლო მეორეზე – 3 სთ. ვინაიდან საიმედოობის ფიზიკური არსი მდგომარეობს ნაკეთობის შესაძლებლობაში შეინარჩუნოს საექსპლუატაციო მაჩვენებლები დროში, ცხადია, რომ პირველი ჩარხი მეორეზე საიმედოა, ვინაიდან ინარჩუნებს ამ მაჩვენებლებს 4 სთ-ით უფრო მეტ ხანს, ვიდრე პირველი.

სარემონტოდ ვარგისობა ითვალისწინებს, რომ სარემონტოდ ვარგის ნაკეთობებს უნდა ჰქონდეთ ისეთი კონსტრუქცია, რომელიც ხელს შეუწყობს მტყუნების სწრაფად აღმოჩენას და ნამტყუნები ელემენტების აღდგენას ან შეცვლას. მაგალითად, პერსონალური კომპიუტერების კონსტრუირება ხდება ცალკეული ბლოკების სახით, ამიტომ აუცილებელი აღარ არის ცალკეული ელემენტის მტყუნების ძებნა, რაც ძალზე რთული ოპერაციაა. თანამედროვე კომპიუტერებში და სხვა რადიო-ელექტრონულ აპარა-

ტურაში გათვალისწინებულია ისეთი კონსტრუქციული გადაწყვეტა, რომლის დროსაც სწრაფად იძებნება და ადვილად იცვლება ბლოკი, თუ მასში მტყუნება მოუვიდა რომელიმე ელემენტს. უწესივრო ბლოკის ძებნა ხშირად ავტომატიზებულია, აპარატურა თვითონ იძლევა სიგნალს მტყუნების ადგილის შესახებ.

სარემონტოდ ვარგისობა არის აპარატურის, ხელსაწყოების და მოწყობილობების ერთ-ერთი ძირითადი თვისება.

ნაკეთობის სარემონტოდ ვარგისობა ვლინდება სამი სახის სამუშაოს ჩატარებისას: ტექნიკური მომსახურებისას; მტყუნების მიზეზის აცილებისას (მიმდინარე რემონტი); კაპიტალური რემონტისას.

სარემონტოდ ვარგისობის ძირითადი მაჩვენებლებია:

- ნაკეთობის მუშაუნარიანობის აღდგენის საშუალო დრო;
- ტექნიკური მომსახურების საშუალო შრომატევადობა შეფარდებული ნამუშევრის ერთეულთან;
- მიმდინარე რემონტების საშუალო შრომატევადობა შეფარდებული ნამუშევრის ერთეულთან (ადამიანი-სთ/100 სთ; ადამიანი-სთ/100 კმ; ადამიანი-სთ/100 ჰა);
- კაპიტალური რემონტის საშუალო შრომატევადობა (ადამიანი-სთ);
- რესურსის აღდგენის კოეფიციენტი პროცენტებში.

აღდგენის საშუალო დრო – საშუალო დროა იძულებითი ან რეგლამენტირებული მოცდენისა, რომელიც გამოწვეულია ერთი მტყუნების მოძებნით და აცილებით. ერთი მტყუნების აცილების საშუალო დროა

$$T_{\text{აღდგ}} = \frac{\sum_{i=1}^{m} \tau_i}{m}, \qquad (1.27)$$

სადაც i მტყუნების რიგითი ნომერია,

τ_i - i -ური მტყუნების მოძებნისა და აცილების საშუალო დრო.

მაგალითი. ხუთი (m=5) ტელევიზორის აღდგენის დრო შეადგენს შესაბამისად 1; 0,5; 1,5; 1; 1 საათს. აღდგენის საშუალო დროის შეფასებისათვის მივიღებთ:

$$T_{\text{აღდ}} = (1+0,5+1,5+1+1)/5 = 1 \text{ საათს}.$$

თუ ცნობილია აღდგენის დროის ალბათობის სიმკვრივის ფუნქცია $\varphi(\tau)$, მაშინ

$$T_{\text{აღდგ}} = \int_0^{\infty} \tau\varphi(\tau)d\tau\,. \qquad (1.28)$$

ტექნიკური მომსახურების საშუალო შრომატევადობა ტექნიკურ მოშსახურებაზე დახარჯული დროის საშუალო სიდიდეა ნორმა-საათებში (ადამიანი-სთ/100 სთ; ადამიანი-სთ/100 კმ; ადამიანი-სთ/100 ჰა).

შენახულობა ნაკეთობის თვისებაა შეინარჩუნოს ტექნიკური დოკუმენტაციით დადგენილი საექსპლუატაციო მაჩვენებლები შენახვის ვადის განმავლობაში და ტრანსპორტირების შემდეგ. იგი გარანტიაა, რომ ნაკეთობა, როგორც გამოყენების პროცესში, ასევე შენახვის გარკვეული დროის შემდეგ იქნება მუშაუნარიანი. ეს მოთხოვნა განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია პროდუქციის იმ სახეებისათვის, რომლებიც გათვალისწინებულია სეზონური ექსპლუატაციისათვის (სასოფლო-სამეურნეო მანქანები), ან ექსპლუატაცია ხდება განსაკუთრებულ პირობებში (ხანძარსაწინააღმ ტექნიკა, სიგნალიზაციის საშუალებები, თავდაცვის ტექნიკა და ა.შ.).

შენახულობის მაჩვენებლები განისაზღვრება როგორც რემონტირებადი, ისე არარემონტირებადი ნაკეთობებისათვის, რემონტირებადი ნაკეთობებისათვის შენახულობის მაჩვენებლები იყოფა ორ ჯგუფად: შენახვის ვადის განმავლობაში ნაკეთობის შენახულობის მაჩვენებლები, შენახვის ვადის გასვლის შემდეგ ნაკეთობის უმტყუნებლობის, ხანგამძლეობის და სარემონტოდ ვარგისობის მაჩვენებლები.

შენახვის ვადის განმავლობაში ნაკეთობის შენახულობის მაჩვენებლებია: შენახულობის საშუალო ვადა, შენახულობის გამა-პროცენტული ვადა, შენახულობის მედიანური ვადა.

შენახულობის საშუალო ვადა, მაგალითად განისაზღვრება შემდეგნაირად

$$T_{\text{შენ}} = \frac{\sum_{i=1}^{n} T_{\text{შენ}\,i}}{n}, \qquad (1.29)$$

სადაც $T_{\text{შენ}\,i}$ i-ური ნაკეთობის უმტყუნებო შენახვის დროა, n – ნაკეთობათა რაოდენობა, რომელთათვისაც განისაზღვრება $T_{\text{შენ}}$.

შენახულობის გამა-პროცენტული ვადა შენახვის ვადაა, რომლის განმავლობაში საშუალოდ ნაკეთობათა γ პროცენტი იქნება მუშაუნარიანი. მაგალითად, თუ 80 %–იანი შენახულობის ვადა

უდრის 5 წელს, ეს ნიშნავს, რომ 5 წლის შენახვის შემდეგ ნაკეთობების 80 % იქნება მუშაუნარიანი.

გარდა მოყვანილი მაჩვენებლებისა შეიძლება სხვა მაჩვენებლების გამოყენებაც. თუმცა სტანდარტებსა და ტექნიკურ პირობებში ჩასაწერად შეიძლება დავკმაყოფილდეთ განხილული მაჩვენებლებით. სტანდარტში მოყვანილი საიმედოობის მაჩვენებლების სახე და რაოდენობა დამოკიდებულია იმ მოთხოვნებზე, რომელიც წაეყენება კონკრეტულ ნაკეთობას მისი ექსპლუატაციის პირობების გათვალისწინებით.

მაგალითად, დედამიწის ხელოვნური თანამგზავრების და მეტეოროლოგიური რაკეტების მოწყობილობებისათვის სარემონტოდ ვარგისობის თვისება არ არის განმსაზღვრელი. კომპიუტერებისათვის, ავტომანქანებისათვის, რადიოლოკაციური სადგურებისათვის მოქმედების უმტყუნებლობასთან ერთად დიდი მნიშვნელობა აქვს სარემონტოდ ვარგისობას. ნაკეთობებისათვის, რომლებიც დიდი ხნით შესანახადაა გათვალისწინებული, განმსაზღვრელი თვისებაა შენახულობა.

საიმედოობის შეფასების პრაქტიკაში ფართოდ გამოიყენება კომპლექსური მაჩვენებლები, რომლებიც ერთდროულად ახასიათებენ ხანგამძლეობისა და სარემონტოდ ვარგისობის მაჩვენებლებს. მათ მიეკუთვნება მზადყოფნის კოეფიციენტი, ოპერატიული მზადყოფნის კოეფიციენტი და ტექნიკური გამოყენების კოეფიციენტი.

მზადყოფნის კოეფიციენტი $\left(K_{\text{მზდ}}\right)$ ეწოდება იმის ალბათობას, რომ ნაკეთობა იქნება მუშაუნარიანი დროის ნებისმიერად შერჩეულ მომენტში გეგმიური ტექნიკური მოშსახურების შესრულების შუალედებს შორის.

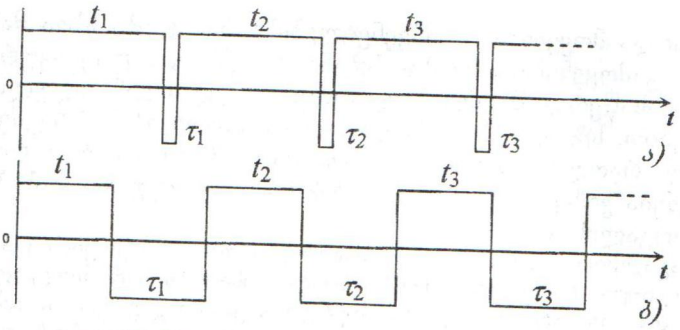
მზადყოფნის კოეფიციენტი შეიძლება განვიხილოთ როგორც ექსპლუატაციის გარკვეულ დროში დროის ერთეულში გამოსახული ნაკეთობის ნამუშევრის ფარდობა ამ ნამუშევრისა და ყველა მოცდენის ჯამთან (მოცდენები გამოწვეულია ექსპლუატაციის იგივე პერიოდში რემონტებით)

$$K_{\text{მზდყ}} = \frac{\sum t_{\text{ნ}}}{\sum t_{\text{ნ}} + \sum \tau_{\text{მ}}}, \qquad (1.30)$$

სადაც $\sum t_{\text{ნ}}$ უმტყუნებო მუშაობის დროის ინტერვალების ჯამია,

$\sum \tau_{\text{მ}}$ -მტყუნების მოძებნასა და აცილებაზე (რემონტი) დახარჯული დროის ინტერვალების ჯამი.

საიმედოობის კომპლექსური მაჩვენებლების განსასაზღვრავად სარგებლობენ ნაკეთობის მუშაობის გრაფიკით (ნახ.1.8).



ნახ. 1.8. ნაკეთობის მუშაობის გრაფიკები:
ა) მზადყოფნის კოეფიციენტი ახლოსაა ერთთან;
ბ) მზადყოფნის კოეფიციენტი ახლოსაა 0.5-თან

მუშაობის შუალედები გრაფიკზე აღნიშნულია t_1, t_2, t_3-ით, ხოლო რემონტებითა და უწესივრობით გამოწვეული მოცდენის შუალედები – τ_1, τ_2, τ_3-ით.

(1.30) ფორმულაში მრიცხველის და მნიშვნელის ყველა წევრი გავყოთ მტყუნების m საერთო რაოდენობაზე და შემოვიტანოთ აღნიშვნა: $\sum t_6/m = T_0$ - ნამუშევარი მტყუნებაზე, $\sum \tau_4/m = T_{აღდგ}$ - აღდგენის საშუალო დრო, მივიღებთ

$$K_{მზად} = \frac{T_0}{T_0 + T_{აღდგ}}. \qquad (1.31)$$

მართლაც, მზადყოფნის კოეფიციენტი არის დროის ერთეულში გამოსახული მტყუნებაზე ნამუშევრის ფარდობა ამ ნამუშევრის და აღდგენის საშუალო დროის ჯამთან.

მზადყოფნის კოეფიციენტის ფიზიკური არსი იმის ალბათობაა, რომ ნაკეთობა იქნება მუშაუნარიანი (წესივრული) დროის ნებისმიერ მომენტში გეგმიურ ტექნიკურ მომსახურებებს შორის შუალედში. ეს მაჩვენებელი განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია სასიგნალო და ავარიული სისტემებისათვის.

თუ ნამუშევარი მტყუნებაზე მნიშვნელოვნად მეტია აღდგენის საშუალო დროზე, მაშინ მზადყოფნის კოეფიციენტი ახლოსაა ერთთან, ე.ი. შეიძლება ჩავთვალოთ, რომ დროის საჭირო მომენტში ნაკეთობა იქნება მუშაუნარიანი. თუ უმტყუნობაზე ნამუშე-

ვარი შეესაბამება აღდგენის საშუალო დროს, მაშინ მზადყოფნის კოეფიციენტის სიდიდე ახლოს იქნება 0,5-თან. ეს ნიშნავს, რომ ნაკეთობა წესივრული იქნება გამოყენების 50 % შემთხვევაში.

ოპერატიული მზადყოფნის კოეფიციენტი $(K_{\text{ო.მზ}})$ ახასიათებს იმის ალბათობას, რომ დროის ნებისმიერ მომენტში ამუშავებული ნაკეთობა (მოწყობილობა) მტყუნების გარეშე იმუშავებს კიდევ საჭირო $t_{\text{ვ}}$ დროის განმავლობაში. ის განისაზღვრება ფორმულით

$$K_{\text{ო.მზ}} = K_{\text{მზ}} \cdot P(t_{\text{ვ}}), \qquad (1.32)$$

სადაც $P(t_{\text{ვ}})$ $t_{\text{ვ}}$ დროის განმავლობაში უმტყუნებო მუშაობის ალბათობაა.

<u>მაგალითი</u>. თუ ნაკეთობის უმტყუნობაზე ნამუშევარი უდრის 99 სთ, აღდგენის საშუალო დრო უდრის 1 სთ, ხოლო სამუშაოს შესრულებისათვის საჭირო დრო $t_{\text{ვ}} = 1$ სთ, მაშინ ექსპონენციალური კანონისათვის

$$K_{\text{ო.მზ}} = \frac{99}{99+1} \cdot e^{-\frac{1}{99}} = 0{,}99 \cdot 0{,}99 = 0{,}98,$$

ე.ი. ამოცანა შესრულდება ხდომილობების 98%-ის შემთხვევაში.

ტექნიკური გამოყენების კოეფიციენტი $(K_{\text{ტ.გ}})$ გვიჩვენებს ნაკეთობის მუშაობისა და ტექნიკური მომსახურებითა და რემონტებით გამოწვეული მოცდენების ჯამური დროის რა ნაწილს შეადგენს მისი მუშაობის დრო. ის განისაზღვრება ფორმულით

$$K_{\text{ტ.გ.}} = \frac{\sum t_{\text{ნ}}}{\sum t_{\text{ნ}} + \sum \tau_{\text{რ}} + \sum \tau_{0}}, \qquad (1.33)$$

სადაც $\sum t_{\text{ნ}}$ უმტყუნებო მუშაობის დროის ინტერვალების ჯამია;

$\sum \tau_{\text{რ}}$ -მტყუნებების მოძებნასა და აცილებაზე დახარჯული დროის ინტერვალების ჯამი;

$\sum \tau_{0}$ -ტექნიკურ მომსახურებაზე დახარჯული დროის ინტერვალების ჯამი.

შემოვიტანოთ აღნიშვნა $\sum \tau_{0} / \sum t_{\text{ვ}} = K_{\text{პროფ}}$ (პროფილაქტიკური მომსახურების კოეფიციენტი) და გავყოთ მრიცხველი და მნიშვნელი m -ზე, მივიღებთ

$$K_{\text{ტ.გ.}} = \frac{T_0}{T_0 + T_{\text{აღდგ}} + K_{\text{პროფ}} \cdot T_0}, \qquad (1.34)$$

სადაც T_0 მტყუნებაზე ნამუშევარია,

$T_{\text{აღდგ}}$ - აღდგენის საშუალო დრო.

ჩამოთვლილის გარდა არსებობს საიმედოობის ეკონომიკური მაჩვენებლების დიდი რაოდენობა. განვიხილოთ ერთი მათგანი.

ტექნიკური გამოყენების ეკონომიკური კოეფიციენტი

$$K = \frac{C_1 \sum t_a - C_2 \sum \tau_{\text{ა}} - C_3 \sum \tau_0}{C_1 t^1}, \qquad (1.35)$$

სადაც C_1 მოგებაა ნაკეთობის მუშაობის 1 სთ-ზე;

C_2 - დანაკარგები უეცარი მოცდენის 1 სთ-ზე;

C_3 - გეგმიური ტექნიკური მოშსახურებისას 1 სთ მოცდენის ღირებულება;

$t^1 = \sum t_a + \sum \tau_{\text{ა}} + \sum \tau_0$.

გავყოთ განტოლებაში მრიცხველი და მნიშვნელი m-ზე (მტყუნებების საერთო რაოდენობა t დროის განმავლობაში), მივიღებთ

$$K = \frac{C_1 T_0 - C_2 T_{\text{აღდგ}} - K_{\text{პროფ}} \cdot C_3 T_0}{C_1 \left(T_0 + T_{\text{აღდგ}} + K_{\text{პროფ}} \cdot T_0\right)}. \qquad (1.36)$$

1.2. მოშსახურების ხარისხის მაჩვენებლები

თუ გავითვალისწინებთ, რომ მოშსახურება მიმწოდებლისა და მომხმარებლის უშუალო ურთიერთქმედებისა და მომხმარებლის მოთხოვნილებათა დასაკმაყოფილებლად მიმწოდებლის შიდა საქმიანობის შედეგებია, გასაგები გახდება, რომ მოშსახურების ხარისხის მაჩვენებლები არსებითად განსხვავდება პროდუქციის ხარისხის მაჩვენებლებისაგან.

მოშსახურების ხარისხის მაჩვენებლებს შორის გამოიყოფა შემდეგი ჯგუფები: პერსონალის კვალიფიკაცია, მოშსახურების საიმედოობა, მისაწვდომობა, მატერიალური უზრუნველყოფის მახასიათებლები.

პერსონალის კვალიფიკაცია. მოშსახურე პერსონალის კვალიფიკაცია მოშსახურების ხარისხის ძირითადი მაჩვენებელია და განისაზღვრება შემდეგი მახასიათებლებით:

ა) კომპეტენცია (პროფესიული ცოდნის, უნარისა და ჩვევების არსებობა, რომლებიც აუცილებელია კონკრეტული მოშსახურების გაწევისათვის);

ბ) კომუნიკაბელურობა (კლიენტთან ურთიერთობის უნარი);

გ) ურთიერთგაგება (კლიენტის მანერით ლაპარაკის შესაძლებლობა);

დ) თავაზიანობა (მომსახურების მომხმარებელთან კონტაქტში შესული პერსონალის ქცევა).

საიმედოობა. აქ იგულისხმება მომსახურების, ინფორმაციის მიწოდებისა და ფაქტიური პროცედურების ჩატარების პუნქტუალურობა და სიზუსტე.

მისაწვდომობა. აქ იგულისხმება:

ა) მომსახურების დრო (მომსახურების გამწევი ფირმის მუშაობის საათები);

ბ) მომსახურების სისწრაფე (მომსახურების გაწევის ხანგრძლივობა);

გ) მომსახურების გამწევი ფირმის ადგილმდებარეობა.

მატერიალური უზრუნველყოფის მახასიათებელი, ე.ი. იმ ფიზიკური გარემოს პარამეტრები, რომელშიც ხდება მომსახურება:

ა) სათავსი;

ბ) ტექნიკური აღჭურვა (ავეჯი);

გ) პერსონალის ფორმის ტანსაცმელი (გარე შესახედაობა).

2. ერთგვაროვანი პროდუქციის ხარისხის შეფასების მეთოდოლოგია

პროდუქციის ხარისხის დონის შეფასება ოპერაციათა ერთობლიობაა, რომელიც შეიცავს შესაფასებელი პროდუქციის ხარისხის მაჩვენებლების ნომენკლატურის შერჩევას, ამ მაჩვენებლების მნიშვნელობათა განსაზღვრას და მათ შეპირისპირებას საბაზო მნიშვნელობებთან.

2.1. პროდუქციის ხარისხის მაჩვენებელთა ნომენკლატურა და მისი არჩევა

2.1.1. პროდუქციის ხარისხის მაჩვენებელთა ნომენკლატურა

პროდუქციის ხარისხის მაჩვენებლების *ნომენკლატურა* წარმოადგენს ამ პროდუქციის ისეთი რაოდენობრივი თვისებების მახასიათებლების ჩამონათვალს, რომლებიც შეადგენენ მის ხარისხს და უზრუნველყოფენ პროდუქციის ხარისხის დონის ადეკვატურ შეფასებას. ხარისხის მაჩვენებლების ნომენკლატურის არჩევისას უნდა გავითვალისწინოთ ამ პროდუქციის დანიშნულება და გამოყენების პირობები, მომხმარებლის მოთხოვნები, შესაფასებელი თვისებების შემადგენლობა და სტრუქტურა და ა.შ.

პროდუქციის ხარისხის მაჩვენებელთა საწყისი ნომენკლატურის არჩევისას მიზანშეწონილია გამოვიყენოთ 2.1 ცხრილის მონაცემები, სადაც ნიშანი „+“ აღნიშნავს მაჩვენებელთა გამოყენებას, ხოლო „-“ – არგამოყენებას.

2.1. ცხრილით სარგებლობისას უნდა გავითვალისწინოთ, რომ ხარისხის დონის შეფასების მიზნით მთელი სამრეწველო პროდუქცია დაყოფილია ორ კლასად.

პირველი კლასი (პროდუქცია, რომელიც იხარჯება გამოყენებისას) იყოფა სამ ჯგუფად:

ჯგუფი 1 – ნედლეული და სათბობ-ბუნებრივი წიაღისეული მოპოვების სტადიის შემდეგ, თხევადი, მყარი და აირისებრი სათბობი; ბუნებრივი სამშენებლო და დეკორატიული მასალები; ძვირფასი მინერალები, სხვა არალითონური წიაღისეული და ა.შ.

ჯგუფი 2 – მასალები და პროდუქტები (ხე-ტყის მასალა; ხელოვნური სათბობი, ზეთები და საპოხი; ქიმიური პროდუქტები; მასალები საფეიქრო და მსუბუქი მრეწველობისათვის; სამშენებლო ინდუსტრიის მასალები; ელექტრო- და რადიოტექნიკური მასალე-

ცხრილი 2.1

ხარისხის ძირითად მაჩვენებელთა გამოყენებადობა სამრეწველო პროდუქციის კლასებისა და ჯგუფების მიხედვით

პროდუქციის ხარისხის მაჩვენებლები	პროდუქციის პირველი კლასი			პროდუქციის მეორე კლასი	
	ჯგუფი 1	ჯგუფი 2	ჯგუფი 3	ჯგუფი 4	ჯგუფი 5
დანიშნულების	+	+	+	+	+
საიმედოობის:					
უმტყუნებლობა	-	-	-	+	+
ხანგამძლეობა	-	-	-	+	+
სარემონტოდ ვარგისობა	-	+	+	-	+
შენახულობა	+	+	+	+	+
ტექნოლოგიურობის	+	+	+	+	+
სტანდარტიზაციისა და უნიფიკაციის	-	-	+	+	+
საპატენტო-სამართლებრივი	-	+	+	+	+
ესთეტიკური	-	+	+	+	+
ერგონომიკული	-	+	+	+	+
ტრანსპორტაბელურობის	+	+	+	+	+
ეკოლოგიურობის	+	+	+	+	+
უსაფრთხოების	+	+	+	+	+
ეკონომიკური	+	+	+	+	+

ბი; სამედიცინო პრეპარატები და კვების პროდუქტები (გარდა მესამე ჯგუფში შემავალი პროდუქტებისა) და სხვ.);

ჯგუფი 3 – სახარჯი ნაკეთობები (საკვები პროდუქტები ქილებში, ბოთლებში ან შეფუთული სახით; საკონდიტრო ნაწარმი; თხევადი სათბობი კასრებში; ბალონები აირით; ძაფები, მავთული და კაბელი კოჭებში; სამრეწველო შეფუთვის მქონე სააფთიაქო, საპარფიუმერიო და კოსმეტიკური ნაწარმი).

მეორე კლასი (პროდუქცია, რომელიც ხარჯავს თავის რესურსს) იყოფა ორ ჯგუფად:

ჯგუფი 4 – არარემონტირებადი ნაკეთობები (ელექტროვაკუუმური და ნახევრადგამტარიანი ხელსაწყოები, ინტეგრალური მიკროსქემები, რეზისტორები, კონდენსატორები, ხრახნები, საკისრები, კბილანები, აგური და სხვ.);

ჯგუფი 5 – რემონტირებადი ნაკეთობები (ტექნოლოგიური მოწყობილობა, ავტომატური ხაზები და ავტომატური კომპლექსები, საზომი ხელსაწყოები, სატრანსპორტო საშუალებები, კინო-

და ფოტოაპარატურა, სამედიცინო და საყოფაცხოვრებო ხელსაწყოები და აპარატურა, ავეჯი, ბეწვეულის ნაწარმი, ტრიკოტაჟისა და სამკერვალო ნაკეთობები და სხვ.).

პირველი კლასის პროდუქციის გამოყენება აღინიშნება ტერმინით „მოხმარება“. მისი გამოყენებისას, როგორც წესი, მიმდინარეობს ნედლეულის, მასალების, ნახევარფაბრიკატების გადამუშავების, სათბობის დაწვის, ცოცხალი ორგანიზმებით საკვები პროდუქტების, სასუქის შეთვისების შეუქცევადი პროცესები.

მეორე კლასის პროდუქციის გამოყენება აღინიშნება ტერმინით „ექსპლუატაცია“. გამოყენებისას ხდება მისი რესურსის ხარჯვა და პროდუქციის გამოყენება მიმდინარეობს ტექნიკურ ან მორალურ ცვეთამდე.

2.1.2. პროდუქციის ხარისხის მაჩვენებელთა ნომენკლატურის არჩევა

ხარისხის მაჩვენებელთა ნომენკლატურის *არჩევა* უნდა მოხდეს ხარისხის დონის შეფასების განსაზღვრული მიზნისათვის მისი აუცილებლობისა და საკმარისობის გათვალისწინებით. ეს ნომენკლატურა ერთი მხრივ უნდა შეიცავდეს მხოლოდ იმ მაჩვენებლებს, რომელთაც ექნება პრაქტიკული გამოყენება (ე.ი. იქნება აუცილებელი) შეფასებისას, ხოლო მეორე მხრივ, – შეიცავდეს ყველა ძირითად მაჩვენებელს, რომელიც განსაზღვრავს ამ დონეს (ე.ი. იყოს საკმარისი ამ დონის განსაზღვრისათვის).

ნომენკლატურის არჩევისას აუცილებლად უნდა გავითვალისწინოთ მოსალოდნელი გამოყენების პირობებიც. ასე, მაგალითად, ჩრდილოეთის პირობებისათვის განკუთვნილი ავტომანქანის მაჩვენებელთა ნომენკლატურა აშკარად განსხვავდება ცხელი ქვეყნებისათვის განკუთვნილი მანქანების ნომენკლატურისაგან. ამიტომ პრინციპულად შეუძლებელია პროდუქციის ყოველი სახისათვის დავამუშავოთ ხარისხის მაჩვენებელთა მუდმივი ნომენკლატურა, რომლის გამოყენებაც მიზანშეწონილი იქნება ყველა შემთხვევაში პროდუქციის ხარისხის დონის შეფასების მიზნისა და პროდუქციის გამოყენების პირობების მიუხედავად.

მაგრამ ხარისხის დონის შეფასების დარგობრივ მეთოდიკებში პროდუქციის ყოველი სახეობისათვის ჩვეულებრივ მოყვანილია ყველაზე უფრო ხშირად გამოყენებადი მაჩვენებლების სიები. მაგალითისათვის მოვიყვანოთ პროდუქციის ზოგიერთი სახეობისათვის ხშირად გამოყენებული დანიშნულების მაჩვენებლები: ა) კვების პროდუქტებისათვის ესაა მარილის, შაქრის, ცხიმის და ა.შ. პროცენტული შემცველობა; ბ) პროდუქციისათვის, რომლის თვი-

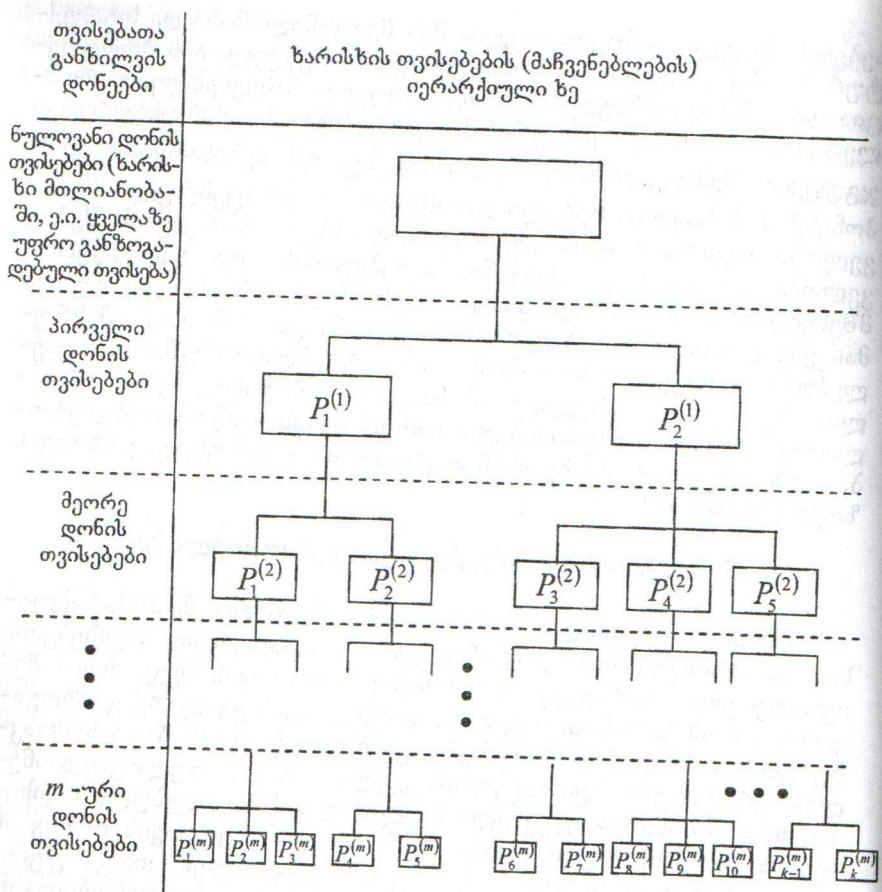
სებების შეცვლა დამოკიდებულია მის შედგენილობასა და სტრუქტურაზე (ნედლეული, სათბობი, ქიმიური მრეწველობის პროდუქცია და ა.შ.) დანიშნულების მაჩვენებლებია მაჩვენებლები, რომლებიც ახასიათებენ ქიმიური შენაერთებისა ან სტრუქტურული ჯგუფების შემცველობას (მაგალითად, შენადნობებისათვის – კომპონენტების (მალეგირებელი დანამატების) პროცენტული შემცველობა, ნავთობისათვის გოგირდისა და სხვა მინარევების შემცველობა და ა.შ.); *გ)* მანქანათმშენებლობისა და ხელსაწყოთმშენებლობის ნაკეთობებისათვის დანიშნულების მაჩვენებლებია მაჩვენებლები, რომლებიც ახასიათებენ ნაკეთობის მიერ შესრულებულ სასარგებლო სამუშაოს, ან სასარგებლო სამუშაოს, რომელიც შეიძლება შესრულდეს ამ ნაკეთობების გამოყენებით (მაგალითად, ლითონდამმუშავებელი ჩარხისათვის – მწარმოებლურობა, სიზუსტე; საზომი ხელსაწყოებისათვის – სიზუსტე, გაზომვის ზღვრები და ა.შ.).

2.1.3. ხარისხის მაჩვენებელთა იერარქიული ხე

ხარისხი შეგვიძლია განვიხილოთ როგორც მომხმარებლისათვის პროდუქციის ყველაზე უფრო საინტერესო თვისებების იერარქიული სიმრავლე. მოხერხებულობისათვის შეგვიძლია მივიღოთ, რომ ხარისხი, როგორც პროდუქციის ყველაზე განზოგადებული კომპლექსური თვისება, განიხილება თვისებათა სიმრავლის იერარქიული სტრუქტურის ყველაზე მაღალ ნულოვან დონეზე, ხოლო მისი შემადგენელი ნაკლებად განზოგადებული თვისებები იერარქიის უფრო დაბალ პირველ დონეზე. თავის მხრივ ამ თვისებებიდან თითოეული შეიძლება შედგებოდეს კიდევ უფრო ნაკლებად ზოგადი თვისებების გარკვეული რაოდენობისაგან, რომლებიც განლაგებულია კიდევ უფრო დაბალ – მეორე დონეზე, ხოლო ზოგჯერ კიდევ უფრო დაბალ დონეზე. უკანასკნელები აგრეთვე შეგვიძლია დავშალოთ მესამე დონის კიდევ უფრო ნაკლებად ზოგად თვისებებად და ა.შ.

ამრიგად შეგვიძლია მივიღოთ თვისებათა (და, შესაბამისად, ამ თვისებათა რაოდენობრივი მახასიათებლების – ხარისხის მაჩვენებელთა) ეგრეთ წოდებული იერარქიული ხე, რომლის დონეთა რაოდენობა შეიძლება უსასრულოდ მატულობდეს (ნახ. 2.1).

ხარისხის მაჩვენებელთა იერარქიული სტრუქტურის აგებისას მიზანშეწონილია დავიდეთ განხილვის ისეთ დაბალ m დონემდე, რომელზეც იმყოფება ერთეულოვანი ან კომპლექსური მაჩვენებლები, რომელთათვისაც უკვე არსებობს შეფასების ობიექტური მეთოდები.



ნახ. 2.1. პროდუქციის თვისებათა (მაჩვენებელთა) კლასიფიკაციის იერარქიული ხე

სტრუქტურული სქემის აგებისას მიზანშეწონილია შესრულდეს შემდეგი ოთხი პირობა: ა) ნიშან-თვისება, რომლის მიხედვითაც ნებისმიერი კომპლექსური მაჩვენებელი იყოფა შედარებით უფრო ქვედა დონის n მაჩვენებლად (საკლასიფიკაციო ნიშან-თვისება) უნდა იყოს ერთნაირი ყველა n მაჩვენებლისათვის. ეს ექსპერტებს აძლევს საუკეთესო საშუალებას მაჩვენებელთა შეპირისპირებისათვის წონადობის კოეფიციენტების განსაზღვრისას (სტრუქტურული სქემის აგების შემდგომი ოპერაცია); ბ) წონადობის კოეფიციენტების განსაზღვრისას ექსპერტი ადარებს ერთმანეთს

ერთგვაროვან ჯგუფში შემავალი ხარისხის სხვადასხვა მაჩვენებლების მნიშვნელოვნობას. ვინაიდან მაჩვენებელთა დიდი რაოდენობის შემთხვევაში ეს ოპერაცია რთულდება, ერთგვაროვან ჯგუფში შემავალი მაჩვენებლების რაოდენობა არ უნდა აღემატებოდეს 5÷7-ს; *გ*) თუ ხარისხის მაჩვენებელი მეორდება ორ ან მეტ დონეზე, მისი წონადობის კოეფიციენტი აღმოჩნდება გადიდებული. მაშასადამე, მაჩვენებელთა გამეორება არამიზანშეწონილია; *დ*) სტრუქტურული სქემის ერთ დონეზე ერთგვაროვან ჯგუფებში შემავალი ხარისხის მაჩვენებელთა რაოდენობა მკვეთრად არ უნდა განსხვავდებოდეს.

მაგალითი 1. მაგალითის სახით განვიხილოთ მოხმარების საგნების ხარისხის იერარქიული ხე, სადაც პირველი დონის მაჩვენებლების სახით განხილულია კომპლექსური ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებელი $\left(P_{ხ}^{(1)}\right)$ და სასარგებლო თვისებების ერთობლიობის მაჩვენებელი $\left(P_{ე}^{(1)}\right)$.

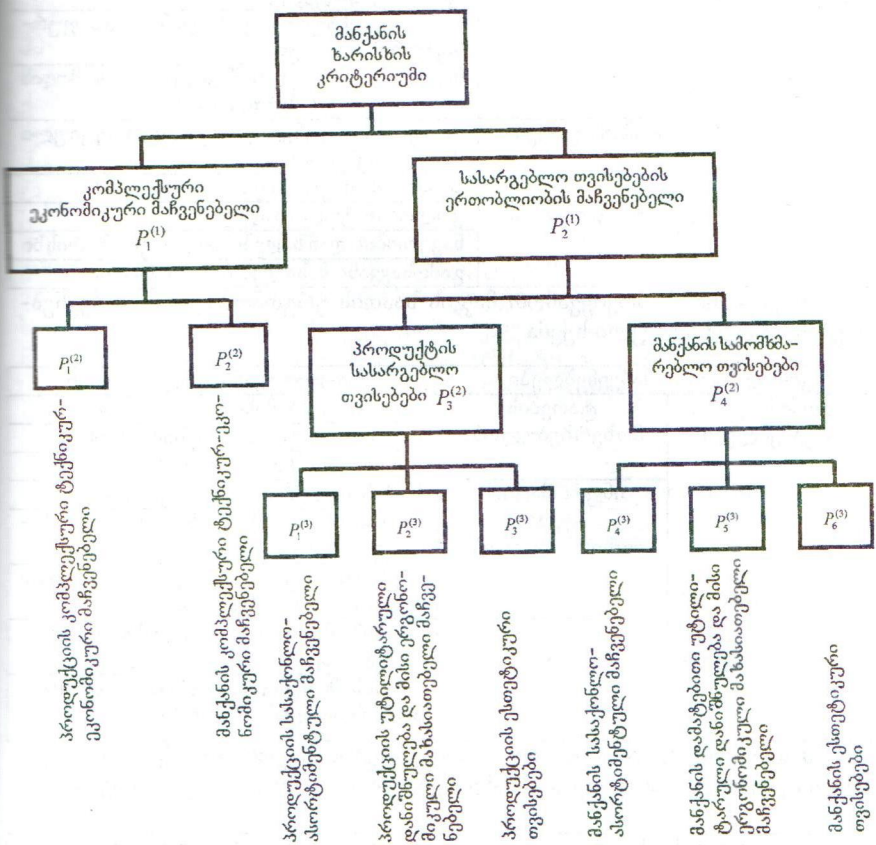
პირველი მათგანის მეორე დონის მაჩვენებლებია საქარხნო თვითღირებულების მაჩვენებელი $\left(P_{ე.თ}^{(2)}\right)$, საექსპლუატაციო დანახარჯების მაჩვენებელი $\left(P_{ე.დ}^{(2)}\right)$ და რემონტზე დანახარჯების მაჩვენებელი $\left(P_{ე.რ}^{(2)}\right)$. სასარგებლო თვისებების ერთობლიობის მაჩვენებლის მეორე დონის მაჩვენებლებია: სასაქონლო-ასორტიმენტული მაჩვენებელი $\left(P_{ხ.ა}^{(2)}\right)$, უტილიტარული დანიშნულების მაჩვენებელი $\left(P_{ხ.უ}^{(2)}\right)$ და ესთეტიკური მაჩვენებელი $\left(P_{ხ.ესთ}^{(2)}\right)$.

მესამე დონეზე სასაქონლო-ასორტიმენტული მაჩვენებელი იშლება: სტანდარტიზაციის პერსპექტიული ეფექტის $\left(P_{ხ.ა.სტ}^{(3)}\right)$, საპატენტო-სამართლებრივი დაცულობის $\left(P_{ხ.ა.საპ}^{(3)}\right)$, კონკურენტუნარიანობის $\left(P_{ხ.ა.კონ}^{(3)}\right)$, ნაკეთობაზე მოთხოვნილების $\left(P_{ხ.ა.მოთ}^{(3)}\right)$, საჭირო ასორტიმენტთან ნაკეთობის შესატყვისობის $\left(P_{ხ.ა.ას}^{(3)}\right)$ მაჩვენებლებად; უტილიტარული დანიშნულების მაჩვენებელი იშლება: ერგონომიკულ მაჩვენებლებად $\left(P_{ხ.უ.ერგ}^{(3)}\right)$, მოხმარებული უტილიტარული თვისებების $\left(P_{ხ.უ.უტ}^{(3)}\right)$ მაჩვენებლებად; ესთეტიკური მაჩვენებელი იშლება: გარე გამოყვანის $\left(P_{ხ.ესთ.გ}^{(3)}\right)$, სტილისა და მოდის $\left(P_{ხ.ესთ.სტ}^{(3)}\right)$, კომპოზიციის მთლიანობის $\left(P_{ხ.ესთ.კ}^{(3)}\right)$, ფორმის რაციონალურობის $\left(P_{ხ.ესთ.რ}^{(3)}\right)$ მაჩვენებლებად.

მაშასადამე მოხმარების საგნების ხარისხის იერარქიულ ხეს აქვს 2.2 ნახაზზე ნაჩვენები სახე.

პროდუქციის ხარისხის კრიტერიუმი
კომპლექსური მეცნიერულ-ტექნიკური მიზნებისა $P_j^{(1)}$
საქმე ზოგ თვით-დაკმაყოფილება $P_{j_{sm}}^{(2)}$
საქმე-ტაკო დასაბუთება $P_{j_{sk}}^{(2)}$
რეზონანსზე და ხარისხები $P_{j_{rk}}^{(2)}$
სასარგებლო თვისებების ერთობლიობის მიზნებები $P_k^{(1)}$
სასაქონლო-ასორტიმენტული მიზნები $P_{k_{ak}}^{(2)}$
ეკონომიკური დანიშნულების $P_{k_{ek}}^{(2)}$
ესთეტიკური მოთხოვნილების $P_{k_{ehk}}^{(2)}$
ბიბლიოგრაფიული ინფორმაციის ძიების მიზნები $P_{k_{ibpk}}^{(3)}$
ბიბლიოგრაფიული ინფორმაციის ძიების მიზნები $P_{k_{ibpm}}^{(3)}$
ბიბლიოგრაფიული ინფორმაციის ძიების მიზნები $P_{k_{ibpp}}^{(3)}$
მიღებული ინფორმაციის ანალიზის მიზნები $P_{k_{iaip}}^{(3)}$
ინფორმაციის ანალიზის მიზნები $P_{k_{iaia}}^{(3)}$
ინფორმაციის ანალიზის მიზნები $P_{k_{iaik}}^{(3)}$
ნაკეთობის ასორტიმენტის მიზნები $P_{k_{aak}}^{(3)}$
ნაკეთობის ასორტიმენტის მიზნები $P_{k_{aam}}^{(3)}$
ნაკეთობის ასორტიმენტის მიზნები $P_{k_{aap}}^{(3)}$

მაგალითი 2. მოვიყვანოთ საშუალედო პროდუქტის (მანქანების, მექანიზმების, შრომის იარაღების) ხარისხის მაჩვენებელთა იერარქიული ხე.



ნახ.2.3. საშუალედო პროდუქტის (მანქანების, მექანიზმების, შრომის იარაღების) ხარისხის მაჩვენებელთა სისტემა

თვისებათა იერარქიული სტრუქტურის აგებისას მიზანშეწონილია მივაღწიოთ განხილვის ისეთ მაღალ m დონეს, რომელზეც გვექნება ეგრეთ წოდებული მარტივი თვისებები, რომლებიც ცოდნის მოცემულ დონეზე აღარ შეგვიძლია დავშალოთ კიდევ უფრო მარტივ თვისებებად.

მაგალითი 1. მოვიყვანოთ ბეწვის ტანსაცმლის ესთეტიკური მაჩვენებლების სტრუქტურული სქემა.

კომპლექსური მაჩვენებლები		ერთეულოვანი მაჩვენებლები
ესთეტიკური მაჩვენებლები	მოდელირება	მოდელის სილუეტი, ფორმა და კომპოზიციური გადაწყვეტა
		ბეწვის ფაქტურის, გამოყვანისა და ფურნიტურის შეხამება
		ნაკეთობის მოდელის შესატყვისობა მოდის თანამედროვე მიმართულებასთან
	კონსტრუირება	მოდელის ფუნქციურ-კონსტრუქციული მომარჯვებულობა
		ადამიანის ფიგურაზე ნაკეთობის ჩასმა
	გარე გამოყვანა	კოლორისტული გაფორმება
		ნაკეთობის დამზადებისას კერვის ხარისხი
		გამოსაყვანი მასალების რაოდენობა

მაგალითი 2. მოვიყვანოთ მაჯის საათის ერგონომიკული მაჩვენებლების სტრუქტურული სქემა

კომპლექსური მაჩვენებლები		ერთეულოვანი მაჩვენებლები
ერგონომიკული მაჩვენებლები	ტარების მოხერხებულობა	ხელის შესაბამისობა
		დაუზიანებლობა მოდების დროს
		დაკარგვის შეუძლებლობა
	ინფორმაციის აღქმის მოხერხებულობა	წამების აღქმის მოხერხებულობა
		საათებისა და წუთების აღქმის მოხერხებულობა
		თვის რიცხვებისა და კვირის დღეების აღქმის მოხერხებულობა
		დროის შუალედების აღქმის მოხერხებულობა
		დროის მომენტის ბგერითი სიგნალის აღქმის მოხერხებულობა

მაგალითი 3. მოვიყვანოთ სათამაშოების საკონსტრუქტორო-ტექნოლოგიური და ესთეტიკური მაჩვენებლების სტრუქტურული სქემა.

კომპლექსური მაჩვენებლები	კომპლექსური და ერთეულოვანი მაჩვენებლები
საკონსტრუქტორო-ტექნოლოგიური მაჩვენებელი	კონსტრუქციის სიმტკიცე
	საკონსტრუქტორო გადაწყვეტის თანამედროვეობა
	კონსტრუქციის ტექნოლოგიურობა
	სათამაშოს კონსტრუქციის (ზომა, ფორმა) შესატყვისობა ბავშვის სხეულისა და მისი ცალკეული ნაწილის ფორმებთან
ესთეტიკური (სამხატვრო-პედაგოგიური) მაჩვენებელი	ფორმის დასრულებულობა და გამომხატველობა, პროპორციათა ჰარმონიულობა
	ფერთა შეხამების ჰარმონიულობა
	ასაკობრივი დამისამართება

ბოლო სამი მაგილითის მონაცემების მიხედვით მაჩვენებლების ეერარქიული ხეების აგება მიგვინდია მკითხველისათვის.

მარტივი თვისებები ყველაზე უფრო ხშირად იზომება (ასეთია ასეთი გეომეტრიული ზომები, როგორიცაა სიგრძე, სიმაღლე, სისქე, დიამეტრები; დეტალების ფიზიკური, ქიმიური, მექანიკური თვისებები; ენერგომატარებლების პარამეტრები (ტემპერატურა, ქიმიური შედგენილობა, ტენიანობა, მტვრიანობა და სხვ.); ელექტროფიზიკური და ელექტრული პარამეტრები). ზოგიერთი მარტივი თვისება შეიძლება განისაზღვროს სხვანაირად – დაითვალოს (მაგალითად, დეფექტების რაოდენობა ამონარჩევში, დეფექტების წილი მაკომპლექტებელი დეტალებისა და კვანძების პარტიებში); გამოითვალოს (მაგალითად, უმტყუნებო მუშაობის ალბათობა, უნიფიკაციის, გამოყენებადობის კოეფიციენტები და ა.შ.), შეფასებული სხვა გზით (შედუღების შედეგად მიღებული შენადუღი ნაკერის ფორმა, მონტაჟის შემდეგ არმატურის ნაღუნი და ა.შ.). ეს საკითხები უფრო დეტალურად იქნება განხილული მომდევნო პარაგრაფში.

2.2. პროდუქციის ხარისხის მაჩვენებლების მნიშვნელობათა განსაზღვრა

პროდუქციის ხარისხის მაჩვენებლების მნიშვნელობათა განსაზღვრა ხდება სხვადასხვა მეთოდებით, რომლებიც იყოფა ორ ჯგუფად: ა) ინფორმაციის მიღების ხერხების მიხედვით; ბ) ინფორმაციის მიღების წყაროების მიხედვით.

ინფორმაციის მიღების ხერხის მიხედვით განასხვავებენ საზომ, სარეგისტრაციო, ორგანოლეპტიკურ და გამოთვლით მეთოდებს.

2.2.1. საზომი მეთოდი

საზომი მეთოდი დაფუძნებულია ინფორმაციაზე, რომელსაც ვიღებთ ტექნიკური საზომი საშუალებების მეშვეობით. საზომი მეთოდის საშუალებით განისაზღვრება, მაგალითად, ნაკეთობის მასა (სასწორის გამოყენებით), ავტომობილის სიჩქარე (სპიდომეტრით), სხეულის ტემპერატურა (თერმომეტრით) და ა.შ. ვინაიდან ამ მეთოდში ძირითადად იყენებენ საზომ აპარატურას, ინსტრუმენტებს, მას ხშირად ინსტრუმენტულ მეთოდსაც უწოდებენ. შედეგები გამოისახება კონკრეტული რიცხვითი მნიშვნელობებით (გრამებში, გრადუსებში და ა.შ.), განისაზღვრება მაღალი სიზუსტით. მაგრამ ასეთ განსაზღვრას, ბუნებრივია, გარკვეული დრო

სჭირდება. ხარისხის მაჩვენებლების უმრავლესობის რიცხვითი მნიშვნელობები მიღებულია სწორედ საზომი მეთოდით.

საზომი მეთოდები ფართოდ გამოიყენება საკვები პროდუქტების ქიმიური შედგენილობის, კვებითი ღირებულების, ფიზიკური და სხვა თვისებების დადგენისათვის. შედეგების მიღების ხერხის მიხედვით განასხვავებენ ქიმიურ, ფიზიკურ-ქიმიურ, ფიზიკურ, რეოლოგიურ, ბიოქიმიურ, მიკრობიოლოგიურ, ფიზიოლოგიურ და სხვ. საზომ მეთოდებს.

ქიმიური მეთოდებით ადგენენ საკვები პროდუქტების ქიმიურ შედგენილობას. ეს მეთოდები დაფუძნებულია გამოსაკვლევი ნივთიერების გარკვეულ რეაქტივებთან ქიმიურ რეაქციებზე გრავიმეტრიული და მოცულობითი ანალიზის გამოყენებით. ქიმიური მეთოდებით განსაზღვრავენ საკვებ პროდუქტებში მინერალური ნივთიერებების, წყლის, შაქრების, ცხიმების, ვიტამინებისა და სხვა კომპონენტების შემცველობას საკვები პროდუქტების ქიმიური შედგენილობის სტანდარტების მოთხოვნებთან შესაბამისობის დასადგენად.

ფიზიკურ-ქიმიურ საზომ მეთოდებს მიეკუთვნება ელექტროქიმიური მეთოდების ჯგუფი, რომლებშიც შედის პოტენციომეტრიული, პოლაროგრაფიული, კულონომეტრიული, კონდუქტომეტრიული, ქრომატოგრაფიული საზომი მეთოდები.

ფიზიკური საზომი მეთოდებით განსაზღვრავენ პროდუქტის ფარდობით სიმკვრივეს (არეომეტრით, პიკნომეტრით, ჰიდროსტატიკური სასწორით), ლღობისა და გამყარების ტემპერატურას (სპეციალური თერმომეტრებით, მაგალითად, ცხიმების ხარისხის გამოკვლევისას), ოპტიკურ მაჩვენებლებს (კოლორიმეტრიული, ფოტოკოლორიმეტრიული, სპექტროფოტომეტრიული, ნეფელომეტრიული, რეფრაქტომეტრიული, პოლარიმეტრიული, ემისიური ანალიზის ფოტომეტრიის, ლუმინესცენციური ანალიზისა და სხვ. გამოყენებით).

რეოლოგიური მეთოდები გამოიყენება საკვები პროდუქტების სტრუქტურულ-მექანიკური თვისებების გამოკვლევისათვის. ამ მეთოდებით განისაზღვრება ცომის, ხორცის ფარშის წებვადობა, სახამებლის წებოს სიმტკიცე, მარგარინის კონსისტენცია.

ბიოქიმიური მეთოდებით სწავლობენ ხილისა და ბოსტნეულის სუნთქვის ინტენსიურობას, ფქვილის შაქრისშემქმნელ უნარს, რძეში კატალაზას ფერმენტულ აქტიურობას, ხორცის „დამწიფების“ პროცესში ჰიდროლიზის პროცესებს და სხვ.

მიკრობიოლოგიური მეთოდებით შეისწავლება საკვებ პროდუქტებში მიკრობთა გავრცელების გზები და მექანიზმები, მათი პათოგენური თვისებები. დგინდება მიკრობთა სახეობა, მათი რაოდენობა. განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს საკვებით მოწამვლის გამომწვევი ბაქტერიების აღმოჩენას საკვებ პროდუქტებში. მიკრობიოლოგიური მეთოდებით განსაზღვრავენ აგრეთვე საკვებ პროდუქტებში ვიტამინების, ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების რაოდენობას.

ფიზიოლოგიურ მეთოდებს იყენებენ საკვების შეთვისებადობის, მისი რეალური ენერგეტიკული ღირებულების დადგენისათვის.

2.2.2. ორგანოლეპტიკური მეთოდი

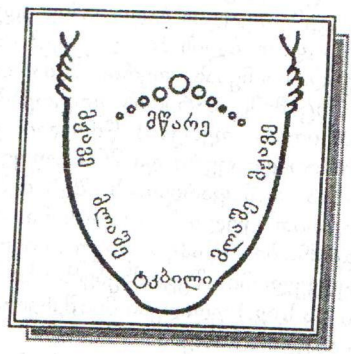
ორგანოლეპტიკური მეთოდი დაფუძნებულია ინფორმაციაზე, რომელსაც ვიღებთ ადამიანის გრძნობის ორგანოების (მხედველობა, სმენა, ყნოსვა, შეხება და გემო) აღქმის ანალიზის შედეგად, გრძნობის ორგანოები შესაბამისი შეგრძნებების მხოლოდ მიმღებებია (გადამწოდებია), ხოლო მაჩვენებელთა მნიშვნელობები განისაზღვრება მიღებული შეგრძნებების ანალიზის საფუძველზე არსებული და ადრე მიღებული გამოცდილების საფუძველზე და გამოისახება ქულებში (ბალებში). შედეგების სიზუსტე და უტყუარობა ამ მეთოდის დროს დამოკიდებულია ამ სამუშაოს შემსრულებელ პირთა უნარზე, კვალიფიკაციაზე და ჩვევებზე, აგრეთვე ადამიანის ორგანიზმის გარჩევის უნარის ამამაღლებელი სპეციალური ტექნიკური საშუალებების (მიკროსკოპები, ლუპები, მიკროფონები და სხვ.) გამოყენების შესაძლებლობაზე. ორგანოლეპტიკური მეთოდის მეშვეობით განსაზღვრავენ მოხმარების საგნების, მათ შორის კვების პროდუქტების (სასმელები, საკონდიტრო, თამბაქოს, საპარფიუმერიო ნაწარმი და სხვ.) ხარისხის მაჩვენებლებს.

გემო და გემოვნებითი შეგრძნებები. გემოს მთავარ ორგანოს წარმოადგენს ენა, რომლის ლორწოვან გარსში განლაგებულია გემოვნების მეჭეჭები. თითოეულში განლაგებულია გემოვნების ბოლქვები, რომლებიც შედგება მოგრძო უჯრედებისაგან (ნახ.2.4). გემოვნების უჯრედის ზედა ნაწილში განლაგებულია მიკროწამწამები. გემოვნების ბოლქვის ცენტრში იმყოფება გემოვნების ფორო, რომელშიც ნერწყვთან ერთად ხვდება ქიმიური ნივთიერებები. გემოვნების უჯრედებში წარმოებს ქიმიური გაღიზიანებების გარდაქმნა ნერვულ იმპულსში, რომელიც ნერვული ბოჭკოების მეშვეობით გადაეცემა ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში.



გემოვნების ბოლქვის აგებულება: 1-გემოვნების ფორო; 2-გრძნობის ორგანოს უჯრედი, რომელიც მთავრდება ბეწვებით; 3-გემოვნების უჯრედები; 4-ნერვული ბოჭკო; 5-მრავალშრიანი ეპითელიუმი; 6-ძირითადი უჯრედები; 7-მაერთებელი ქსოვილი

ნახ.2.4.



ნახ. 2.5.

გემოვნების ბოლქვები არის აგრეთვე ადამიანის რბილ სასაში, ხახის უკანა კედელში, ხორხსარქველში, მბგერავ იოგებში და სხვ. გემოვნების ბოლქვების საერთო რაოდენობა ცხრა ათასზე მეტია. ისინი ფრიად სპეციფიკურია, ხოლო ვინაიდან განლაგებულია ენის სხვადასხვა უბნებში, რეაგირებს მხოლოდ განსაზღვრულ გემოზე.

ანსხვავებენ ოთხ ძირითად გემოს: ტკბილი, მლაშე, მჟავე და მწარე. ენის წვერი განსაკუთრებით მგრძნობიარეა ტკბილი გემოს მიმართ, ენის ძირთან განლაგებული გემოვნების ბოლქვები – მწარე გემოს მიმართ, მჟავე გემოს შევიგრძნობთ ენის უკანა კიდეებით, მლაშე გემოს კი – ენის წინა კიდეებით (ნახ.2.5.).

გემოვნებითი შეგრძნებების სიჩქარე სხვადასხვაა. პირველ რიგში ადამიანი გრძნობს მლაშე, შემდეგ ტკბილ, მჟავე და მწარე გემოს.

სუნი და ყნოსვითი შეგრძნებები. სუნი და არომატი საკვები პროდუქტების მნიშვნელოვანი მახასიათებელია. სუნში იგულისხმება ყნოსვის ორგანოებით აღქმული ნებისმიერი შეგრძნება, ხოლო არომატი ახასიათებს ნივთიერების სასიამოვნო სუნს. ადამიანის ყნოსვის ორგანოებია საყნოსავი ეპითელიუმით დაფარული ცხვირის ღრუს ზედა ნიჟარები და ცხვირის ძგიდის ზედა ნაწილი. ყნოსვის ორგანოების სპეციფიკური ფუნქცია განპირობებულია მათში საყნოსავი რეცეპტორული უჯრედების არსებობით (ადამიანს დაახლოებით 10 მლნ-მდე აქვს). ყნოსვას დიდი სიმახვილე ახასიათებს. სუნის შეგრძნების ზღურბლი გამოისახება ჰაერის 1 $მ^3$-ში ნივთიერების მილიგრამებით (ვანილის სუნს ადამიანი გრძნობს მაშინაც კი, როდესაც მისი კონცენტრაცია 0,0000002 მგ/$მ^3$-ია). სუნთა რაოდენობა, რომელთა გარჩევაც ადამიანს შეუძლია, ძალიან დიდია. სუნთა კლასიფიკაციის ერთიანი მეცნიერულად დასაბუთებული და ყველას მიერ მიღებული კლასიფიკაცია ამჟამად არ არსებობს.

მხედველობა და მხედველობითი შეგრძნებები. მხედველობის ორგანოს – თვალს – საკმაოდ რთული აგებულება აქვს. მის ბადურაზე განლაგებულია განსაკუთრებული წარმონაქმნები – ჩხირები და კოლბები, რომლებშიც შუქმგრძნობიარე ნივთიერებებია. ბროლში გავლის შემდეგ სხივები ეცემა თვალის ბადურაზე. ხდება შუქმგრძნობიარე ნივთიერებათა დაშლა და დაშლის პროდუქტები იწვევენ თვალის ნერვის დაბოლოებების გაღიზიანებას. ფერის მიმართ უფრო მგრძნობიარეა კოლბები, რომლებშიც მიმდინარეობს ფოტოქიმიური რეაქციები. სინათლის სპექტრის ძირითადი ფერებია წითელი, ყვითელი და ცისფერი. დანარჩენი ოთხი ძირითადი ფერი და 200 ელფერი მიიღება სამი ძირითადი ფერის სხვადასხვა თანაფარდობის შეხამებით. კოლბებში უჯრედების სამი ჯგუფია, თითოეული შეიცავს სამი ძირითადი ფერიდან ერთ-ერთის მიმართ მგრძნობიარე სპეციფიკურ ნივთიერებას.

მხედველობის შეგრძნებებს (ზომა, ფორმა, შეფერილობა, გამჭვირვალობა და სხვ.) უდიდესი მნიშვნელობა აქვს საკვები პროდუქტების ხარისხის ანალიზისათვის.

შეხება და შეხების შეგრძნებები. შეხების მეშვეობით განისაზღვრება პროდუქტის სტრუქტურა, ტემპერატურა და ზოგიერთი სხვა მაჩ-

ვენებელი. შეხების ანუ ტაქტილური შეგრძნების რეცეპტორები მდებარეობენ ხელის თითებზე, ხელისგულზე, პირისა და ცხვირის ლორწოვან გარსზე; მათი რაოდენობა 500 ათასს აღემატება. შეხების ორგანოების ველაზე უფრო გავრცელებული სახეა თავისუფალი ნერვული დაბოლოებები, რომლებიც იტოტებიან ქსოვილებში. თითებით შეხებით აკონტროლებენ ფქვილის დაფქვის ხარისხს, გაცივებული ხორცის დრეკადობას და ა.შ. პირის ღრუში განლაგებული შეხების რეცეპტორებით მსჯელობენ პროდუქციის კონსისტენციაზე, მის დრეკადობაზე, წვნიანობაზე, სტრუქტურაზე, სიმყიფეზე. პროდუქციის ტემპერატურის აღქმა ენის წვერით ხდება.

სმენა და სმენის შეგრძნებები. საკვები პროდუქტების ორგანოლეპტიკური ანალიზის დროს მნიშვნელოვან როლს ასრულებს სმენის შეგრძნებები. ისინი აძლიერებენ შეხების, გემოსა და ყნოსვის შეგრძნებებს. მაგალითად, მჟავე კიტრის, კომბოსტოს მწნილის, ორცხობილას, ზოგიერთი საკონდიტრო ნაწარმის ხრამუნი.

ორგანოლეპტიკური შეფასების შედეგებზე მნიშვნელოვნად მოქმედებს:

ა) სათავსისა და პროდუქტის ტემპერატურა (36^0C-ზე მაღალი ტემპერატურის პირობებში ქვეითდება მჟავე და მწარე გემოს, ხოლო 15^0C–ზე დაბალი ტემპერატურისას მლაშე გემოს შეგრძნება; მკვეთრად მცირდება გემოვნების რეცეპტორების მგრძნობელობა ენის ზედაპირის 0^0C –მდე გაცივებისას, ან 45^0C –მდე გახელებისას; დეგუსტაციისათვის ოპტიმალურად ითვლება ჰაერის ტემპერატურა – 20^0C);

ბ) იმ სათავსის განათებულობა, სადაც წარმოებს დეგუსტაცია (სათავსი, რომელშიც ტარდება ორგანოლეპტიკური შეფასება უნდა იყოს კარგად და თანაბრად განათებული; განათება უნდა იყოს ბუნებრივი, ვინაიდან ხელოვნურმა სინათლემ შეიძლება შეცვალოს პროდუქტის ნატურალური შეფერილობა);

გ) სადეგუსტაციოდ წარმოდგენილი კერძების რაოდენობასა და მათი მიწოდების მიმდევრობაზე (გემოს შეგრძნებები მნიშვნელოვნად სუსტდება 50 ნიმუშის გასინჯვის შემდეგ, არომატის შეგრძნება 100 ნიმუშის შემდეგ – შეგრძნების სათანადო ორგანოების ადაპტაციის გამო);

დ) დეგუსტატორის მდგომარეობაზე.

დეგუსტაცია უნდა ტარდებობეს დიდ, ღია ფერებით შეღებილ, გარეშე სუნის, ხმაურის, სხვა ფაქტორებისაგან იზოლირებულ სათავსში. ყოველ დეგუსტატორს უნდა ჰქონდეს ინდივიდუალური სამუშაო ადგილი, რათა გამოირიცხოს ერთმანეთზე ზემოქმედება. დეგუსტაციას ჩვეულებრივ იწყებენ მხედველობის მეშვეობით

განსასაზღვრავი მაჩვენებლებით (გარე შესახედაობა, ფორმა, ფერი, ბზინვარება, გამჭვირვალობა) და თითების შეხებით (კონსისტენცია, ელასტიკურობა, დაწვრილმანების ხარისხი), რის შედეგადაც ადგენენ დეგუსტაციაზე წარმოდგენილი ნიმუშის სუნს, გემოს და ისეთ შეხების შეგრძნებებს, ჩაკბეჩისა და დაღეჭვის დროს, როგორიცაა წვნიანობა, ბოჭკოვნობა, სიმწკლარტე. ორგანოლეპტიკური შეფასების ეს წესი შეიძლება შეიცვალოს იმ პროდუქტებისათვის, რომლებიც სწრაფად იცვლიან თავის ხარისხს: შამპანური, ხილის გაზირებული წყალი და სხვ.

ორგანოლეპტიკური შეფასებისას მიღებული შედეგების სიზუსტე დამოკიდებულია დეგუსტატორის პროფესიულ ჩვევებზე. დეგუსტატორებმა უნდა გამოიმუშაონ აშკარად გამომჟღავნებული მგრძნობელობა გემოს, სუნის, ფერისა და სხვათა მიმართ.

პროდუქციის ხარისხის მაჩვენებლების ორგანოლეპტიკური შეფასების ბალური ხერხი. ორგანოლეპტიკური მეთოდით პროდუქციის ხარისხის განსაზღვრისას იყენებენ ხარისხის მაჩვენებლების შეფასების პირობითი ერთეულების – ბალების სისტემას. ამისათვის პირველ რიგში ადგენენ იმ ნიშანთვისებების ნუსხას, რომელიც ყველაზე უფრო სრულად ახასიათებს პროდუქციის ხარისხს, მაგალითად, ფეხსაცმლისათვის – სილუეტი, შიგა და გარე გამოყვანა; ტრიკოტაჟის ნაკეთობებისათვის – სტრუქტურა, კოლორისტული გაფორმება, გამოყვანა და ა.შ.; კვების პროდუქტებისათვის – გემო, სუნი, ფერი, სტრუქტურა და სხვ.

საკვები პროდუქტების ორგანოლეპტიკური შეფასებისათვის ფართოდ გამოიყენება 10-, 30- და 100-ბალიანი სისტემები.

მაგალითად, ღვინის ხარისხის შეფასებისათვის მიღებულია 10-ბალიანი სისტემა: გამჭვირვალობა (0,1-0,5), ფერი (0,1-0,5), გემო (1-5), ბუკეტი (1-3), ტიპურობა (0,5-1); შუშხუნა ღვინოებისათვის კი ნახშირორჟანგის გამოყოფის ინტენსიურობა (0,5-1).

კარაქის შეფასებისათვის მიღებულია 100-ბალიანი სისტემა: გემო და სუნი (50), კონსისტენცია, გარე შესახედაობა (25), ფერი (5), დამარილება (10), შეფუთვა (10). თუ საერთო შეფასება 88-100 ქულა იქნება (მათ შორის გემოსა და სუნის მიხედვით არა ნაკლებ 41-ისა), კარაქს მიაკუთვნებენ უმაღლეს ხარისხს, თუ საერთო შეფასება 80-87 ბალია (გემოსა და სუნის მიხედვით არა ნაკლებ 37-ისა) - პირველ ხარისხს. კარაქი, რომლის შეფასება 80 ბალზე ნაკლებია არასტანდარტულია.

მიღებულია აგრეთვე უნიფიცირებული ბალური სისტემები, რომლებშიც თითოეულ ბალს შეესაბამება ხარისხის სიტყვიერი დახასიათება (ცხრილი 2.2).

ცხრილი 2.2

ბალების განაწილების შესაძლო ვარიანტები

შეფასება	ქულების რაოდენობა	
	ვარიანტი 1	ვარიანტი 2
ფრიადი	5	3
კარგი	4	2
დამაკმაყოფილებელი	3	1
ცუდი	0	0

საჭიროების შემთხვევაში დასაშვებია საშუალედო შეფასებები: 4,5 და 3,5 (პირველ ვარიანტში) და 2,5 და 1,5 (მეორე ვარიანტში).

საჭიროების შემთხვევაში გამოიყენება ბალების განაწილების სხვა ვარიანტებიც. მაგალითად, ზოგგან გამოიყენება 5-ბალიანი სისტემა, სადაც 5 ბალით აღნიშნულია საუკეთესო ხარისხი, 4 ბალით – კარგი; 3 ბალით – დამაკმაყოფილებელი; 2 ბალით – ოდნავ დამაკმაყოფილებელი, მაგრამ დასაშვები; 1 ბალით – არადამაკმაყოფილებელი. ერთნაირიანი რიცხვების შემოღებით 5- ბალიანი სისტემა შეგვიძლია გავაფართოვოთ ხარისხის ცხრა დონემდე: 1; 1,5; 2; 2,5; 3 და ა.შ.

ორგანოლეპტიკური მეთოდის ნაკლი მისი სუბიექტურობაა. ობიექტურობის ასამაღლებლად დეგუსტაციას ატარებს ერა ერთი, არამედ რამდენიმე დეგუსტატორი (აუცილებლად კენტი რაოდენობა).

2.2.3. სარეგისტრაციო მეთოდი

სარეგისტრაციო მეთოდი იყენებს ინფორმაციას, რომელიც მიიღება გარკვეული ხლომილობების (მაგალითად, გამოცდების დროს ნაკეთობის მტყუნებათა), საგანთა (მაგალითად, ნაკეთობაში მაკომპლექტებლების) რაოდენობის ან დანახარჯთა (მაგალითად, ნაკეთობის შექმნასა და ექსპლუატაციაზე დანახარჯების) დათვლის (რეგისტრაციის) შედეგად. ეს მეთოდი გამოიყენება ტექნოლოგიურობის, ეკონომიკურობის, სტანდარტიზაციისა და უნიფიკაციის, საპატენტო-სამართლებრივი მაჩვენებლების შეფასებისას.

2.2.4. გამოთვლითი მეთოდი

გამოთვლითი მეთოდი დაფუძნებულია პროდუქციის ხარისხის მაჩვენებლების მის პარამეტრებზე თეორიული ან ემპირიული დამოკიდებულებების გამოყენებაზე. ეს მეთოდი გამოიყენება ძირითადად პროდუქციის ახალი ნიმუშების დაპროექტებისას საცდელი ნიმუშის შექმნამდე, რომელიც თავად შეიძლება გახდეს ექსპერი-

მენტული კვლევის ობიექტი. საანგარიშო მეთოდით საზღვრავენ ნაკეთობის მასას, მწარმოებლურობას, სიმძლავრეს, სიმტკიცეს და ა.შ.

ინფორმაციის მიღების წყაროების მიხედვით ანსხვავებენ ხარისხის მაჩვენებლების განსაზღვრის ტრადიციულ, საექსპერტო და სოციოლოგიურ მეთოდებს.

2.2.5. ტრადიციული მეთოდი

ტრადიციული მეთოდი ხორციელდება სპეციალიზებული ექსპერიმენტული ლაბორატორიების, პოლიგონების, სტენდებისა და სათვლელი ქვედანაყოფების (საკონსტრუქტორო განყოფილებები, საიმედოობის სამსახურები, გამოთვლითი ცენტრები) თანამდებობის პირების (მუშაკების) მიერ. ხარისხის მაჩვენებლების შესახებ ინფორმაციის ფორმირება ხდება პროდუქციის გამოცდის პროცესში რეალურთან მაქსიმალურად მიახლოებულ პირობებში.

2.2.6. სოციოლოგიური მეთოდი

სოციოლოგიური მეთოდი დაფუძნებულია პროდუქციის ფაქტიური ან პოტენციური მომხმარებლების მოსაზრებების შესახებ ინფორმაციის შეგროვებასა და ანალიზზე. მომხმარებელთა მოსაზრებების შეგროვება ხდება ზეპირი გამოკითხვის ან წინასწარ გავრცელებული ანკეტა-კითხვარების შევსების საფუძველზე, აგრეთვე კონფერენციების, გამოფენების, აუქციონებისა და სხვ. ორგანიზების გზით. მეთოდი ფართოდ გამოიყენება მარკეტინგული კვლევების ჩატარების სტადიაზე.

მაგალითის სახით განვიხილოთ თუ რა მოთხოვნებს უნდა აკმაყოფილებდეს ელექტრული უთო და ამ მიზნით დავამუშავოთ ეგრეთ წოდებული დასაკითხავი ფურცელი. ზოგიერთი პარამეტრი მივუთითოთ საკუთარი ან ფირმის გამოცდილების საფუძველზე, ხოლო ზოგიერთი დავტოვოთ მყიდველების მიხედულობაზე. ფურცლების შევსება შესაძლებელია გადახდილი საფოსტო კორესპონდენციის გამოყენებით, სავაჭრო წერტილებში პოტენციურ მყიდველებთან ურთიერთობის გზით. დავუშვათ, რომ გამოკითხვის შედეგები გამოისახება 2.3 ცხრილში მოყვანილი მონაცემებით.

ცხრილში მითითებულია შეფასებების საშუალო მნიშვნელობა ბალებში და გამოკითხულ პოტენციურ მყიდველთა რაოდენობა. შეფასება ხდებოდა ათბალიანი სისტემით. აღვნიშნოთ ის გარემოება, რომ გამოკითხულებიდან არც ერთმა არ შეაფასა ყველა პარამეტრი, ვინაიდან უთოს არა ყველა თვისებას მომხმარებელი ანიჭებს არსებით მნიშვნელობას.

ამ ინფორმაციის დამუშავება ხდება შემდეგნაირად. ცხადია, რომ უნდა გავითვალისწინოთ საშუალო ბალი და მომავალ მყიდველთა რაო-

ცხრილი 2.3

უთოების პოტენციური მყიდველების გამოკითხვის შედეგები

პროდუქციის პარამეტრები	პარამეტრების მნიშვნელობები			საშუალო ბალი / პასუხების რაოდენობა	ბალების ჯამი	წონადობის კოეფიციენტები
	1	2	3			
1. წონა, კგ	0,5	1,0	2,0	6,8/70 5,7/60 3,0/30	476 342 90	0,1071 0,0769 0,0202
2. სიმძლავრე, კვტ	0,5	0,8	1,0	6,2/65 8,1/60 7,0/25	403 486 175	0,0907 0,1093 0,0394
3. ზონარის სიგრძე, მ	1,5	2,0	2,5	– 7,2/30 7,5/60	– 216 450	 0,0486 0,1012
4. დამორთქლველის არსებობა	არსებობს	–	–	6,0/30	180	0,0405
5. ტეფლონის დაფარვის არსებობა	არსებობს	–	–	8,0/60	480	0,1080
6. სახურებლის სახეობა	სპირალი	ფრფიტა		6,1/30 8,0/40	183 320	0,0412 0,0720
7. ზონარის დახვევა რულეტისნაირად	დიახ	–	–	7,1/70	497	0,1118
8. გახურების სიჩქარე	1 წთ	–	–	5,2/4	20,8	0,0047
9. ფუნქციური გარე შესახედაობა	–	–	–	6,3/20	126	0,0283
					∑ 4444,8	0,9998

დენობა, რომლებმაც გამოთქვეს აზრი. ამ მიზნით განვსაზღვროთ თითოეული პარამეტრის შეფასების ბალების ჯამი და ბალების საერთო ჯამი. ეს საშუალებას მოგვცემს განვსაზღვროთ მათი შეფარდება და განვსაზღვროთ ამრიგად ხარისხის თითეული მაჩვენებლის წონადობის კოეფიციენტები. კერძოდ 2.3 ცხრილში მოყვანილი მონაცემებიდან გამომდინარეობს, რომ შედარებით მცირე წონა – 0,5კგ მნიშვნელოვანი მაჩვენებელია, მას მომხმარებლები ანიჭებენ ხარისხის მთელი შეფასების (476/4444,8) x 100=0,1071 x100=10,71 %-ს.

მსგავსად გამოთვლილი და ბოლო სვეტში შეტანილი წონადობის კოეფიციენტების ჯამი ერთის მახლობლობაშია, რაც მიუთითებს გამოთვლების სისწორეზე.

2.2.7. საექსპერტო მეთოდი

საექსპერტო მეთოდის რეალიზაცია ხდება სპეციალისტ-ექსპერტების (მაგალითად, დეგუსტატორების, საქონელმცოდნეების, დიზაინერების და სხვ.) ჯგუფების მიერ, რომელშიც საჭიროების შემთხვევაში ჩართულია სხვადასხვა მომიჯნავე დარგის სპეციალისტებიც. ასეთი ჯგუფის თითოეულ წევრს გადაწყვეტილების მიღებისას გააჩნია გადამწყვეტი ხმის უფლება. პროდუქციის ხარისხის მაჩვენებლების განსაზღვრის საექსპერტო მეთოდს იყენებენ იმ შემთხვევებში, როდესაც ხარისხის მაჩვენებელთა განსაზღვრა შეუძლებელია უფრო ობიექტური მეთოდებით, მაგალითად ზოგიერთი ერგონომიკული და ესთეტიკური მაჩვენებლების განსაზღვრისას.

ამ მეორე ჯგუფში შემავალი ხარისხის მაჩვენებელთა მნიშვნელობების განსაზღვრის მეთოდები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ერთობლივად, რაც ამაღლებს შედეგების უტყუარობას.

უფრო დაწვრილებით შევჩერდეთ საექსპერტო მეთოდზე, რომელიც პროდუქციის ხარისხის მართვისას ფართოდ გამოიყენება: ა) ორგანოლეპტიკური მეთოდით პროდუქციის ხარისხის მაჩვენებელთა განსაზღვრისათვის; ბ) მართვის სხვადასხვა სტადიაზე გასათვალისწინებელი პროდუქციის ხარისხის მაჩვენებელთა განსაზღვრისათვის; გ) პროდუქციის ხარისხის მაჩვენებელთა წონადობის განსაზღვრისათვის; დ) ხარისხის ერთეულოვანი და კომპლექსური მაჩვენებლების ერთობლიობის საფუძველზე პროდუქციის ხარისხის განზოგადებული მაჩვენებლების განსაზღვრისათვის ბალებში; ე) გადაწყვეტილების მიღებისათვის პროდუქციის ხარისხის ატესტაციის დროს.

საექსპერტო მეთოდის გამოყენებისათვის უნდა განვიხილოთ ექსპერტების შერჩევის, გამოკითხვის ჩატარებისა და მისი შედეგების დამუშავების ამოცანები.

2.2.7.1. *ექსპერტების შერჩევა.* ექსპერტების რაოდენობრივი და თვისობრივი შემადგენლობის შერჩევა ხდება პრობლემის სიფართოვის, შეფასებათა უტყუარობის, ექსპერტების დახასიათებებისა და რესურსების დანახარჯების ანალიზის საფუძველზე.

გადასაწყვეტი პრობლემის სიფართოვე განსაზღვრავს სხვადასხვა პროფილის სპეციალისტების მოწვევის აუცილებლობას. მაშასადამე, ექსპერტების მინიმალური რაოდენობა განისაზღვრება პრობლემის გადაწყვეტისას გასათვალისწინებელი სხვადასხვა ასპექტების, მიმართულებების რაოდენობით.

ექსპერტების ჯგუფის შეფასებათა უტყუარობა დამოკიდებულია ცალკეული ექსპერტების ცოდნის დონეზე და ჯგუფის წევრთა რაოდენობაზე. თუ ვივარაუდებთ, რომ ექსპერტები საკმაოდ

ზუსტი „საზომებია“, ექსპერტების რაოდენობის გაზრდისას მთელი ჯგუფის ექსპერტიზის უტყუარობა მოიმატებს.

რესურსების დანახარჯები ექსპერტიზის ჩატარებაზე პროპორციულია ექსპერტების რაოდენობისა. ექსპერტების რაოდენობის ზრდასთან ერთად იზრდება დროითი და ფინანსური დანახარჯები, დაკავშირებული ჯგუფის ფორმირებასთან, გამოკითხვის ჩატარებასთან და მისი შედეგების დამუშავებასთან. მაშასადამე, ექსპერტიზის უტყუარობის ამაღლება დაკავშირებულია დანახარჯების ზრდასთან. არსებული საფინანსო რესურსები კი ზღუდავენ ჯგუფში ექსპერტების მაქსიმალურ რაოდენობას. ქვემოდან და ზემოდან ექსპერტების რაოდენობის შეფასება საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ ჯგუფში ექსპერტების საერთო რაოდენობის ფარგლები. თვლიან, რომ ჯგუფში უნდა შედიოდეს არა ნაკლებ 7 ექსპერტისა (ადგილზე გამოკითხვის შემთხვევაში 7-20 ექსპერტი მოთხოვნილი სიზუსტის მიხედვით, დაუსწრებელი გამოკითხვის დროს ზედა ზღვარი შემოსაზღვრული არ არის).

ექსპერტების დახასიათებები განისაზღვრება მათი კომპეტენტურობის (ცოდნის გარკვეულ დარგში ექსპერტის კვალიფიკაციის ხარისხის), კრეატიულობის (შემოქმედებითი ამოცანების გადაწყვეტის უნარის), ექსპერტიზასთან დამოკიდებულების (საექსპერტო სამუშაოს ობიექტურ შედეგებში დაინტერესებულობის), ნონკონფორმიზმის (ავტორიტეტების ზეგავლენისადმი მდგრადობის), აზროვნების კონსტრუქციულობის, კოლექტივიზმის, თვითკრიტიკულობის საფუძველზე. ექსპერტების შერჩევა ჯგუფში მიმდინარეობს ყოველი შესაძლო კანდიდატის ზემოთჩამოთვლილი თვისებების გათვალისწინებით. ეს შეიძლება განხორციელდეს: მათი ექსპერტებად მუშაობის ყოფილი შედეგების სტატისტიკური ანალიზის საფუძველზე; კანდიდატების თვითშეფასებისა და სხვა ექსპერტების მხრივ შეფასების საფუძველზე. პოტენციური ექსპერტები მათი ხარისხისა და კომპეტენციის მიხედვით შეიძლება მივაკუთვნოთ 2.4 ცხრილში მოცემულ ერთ-ერთ კლასს.

ცხრილი 2.4

ექსპერტების გრადაცია ხარისხისა და კომპეტენტურობის მიხედვით

ექსპერტის კლასი	ექსპერტის ხარისხი და კომპეტენტურობა
1	ძალიან მაღალი
2	მაღალი
3	საშუალოზე მაღალი
4	საშუალო
5	საშუალოზე დაბალი
6	დაბალი
7	ძალიან დაბალი

აქედან საექსპერტო ჯგუფის დაკომპლექტებას ჩვეულებრივ ახდენენ 1-4 კლასის ექსპერტებით.

2.2.7.2. *ექსპერტების გამოკითხვა.* ექსპერტების მოსაზრებათა შეგროვებას წინ უნდა უსწრებდეს გამოკითხვის ადგილისა და დროის; ფორმისა და მეთოდიკის; აზრთა შეგროვების ტურების რაოდენობის, დოკუმენტაციის შედგენილობისა და შინაარსიანი ნაწილის, ექსპერტების აზრების დოკუმენტებში შეტანის წესის დადგენა.

აზრთა შეგროვების ყველა ცნობილ ფორმას შორის შეიძლება აღვნიშნოთ ინდივიდუალური, კოლექტიური და შერეული. ამ ფორმებიდან ყოველს გააჩნია ნაირსახეობები: *ანკეტირება* (ექსპერტების გამოკითხვა წერილობითი ფორმით ანკეტების საშუალებით), *ინტერვიუირება* (ექსპერტების ზეპირი გამოკითხვა, რომელიც ტარდება საუბარი-ინტერვიუს ფორმით), *დისკუსია* (მონაწილეობს არა უმეტეს 20 ექსპერტი, შედეგები ფიქსირდება სტენოგრამისა ან მაგნიტური ჩანაწერის სახით), *გონებრივი შტურმი* (პრინციპულად ახალი იდეების, პრობლემის გადაწყვეტის ვარიანტების გენერაციის მეთოდი ჯგუფური განხილვის შედეგად), *თათბირი, საქმიანი თამაში.* ბევრ შემთხვევაში მათ იყენებენ ერთდროულად.

პრაქტიკაში ყველაზე უფრო ფართოდ გამოიყენება ანკეტირება. ანკეტის დამუშავების პროცესი ჩვეულებრივ შეიცავს: ექსპერტთან მიმართვის ფორმისა და შინაარსის დადგენას; შეკითხვების ტიპის შერჩევას; შეკითხვების ფორმულირებას; ექსპერტისათვის აუცილებელი ინფორმაციის გადმოცემას; ანკეტის ფორმის დამუშავებას.

შინაარსის მიხედვით შეკითხვები იყოფა სამ ჯგუფად: ექსპერტის შესახებ ობიექტური მონაცემები (ასაკი, განათლება, თანამდებობა, სპეციალობა, მუშაობის სტაჟი და ა.შ.); განსახილველი პრობლემის არსთან დაკავშირებული ძირითადი კითხვები; დამატებითი კითხვები ინფორმაციის წყაროების, პასუხების არგუმენტაციის, ექსპერტის კომპეტენტურობის თვითშეფასების დასადგენად.

ტიპის მიხედვით ძირითადი შეკითხვები აგრეთვე იყოფა სამ ჯგუფად: ღია (გულისხმობენ პასუხს ნებისმიერი ფორმით და გამოიყენება პრობლემის დიდი განუსაზღვრელობის შემთხვევაში), დახურული (პასუხი ფორმით: „დიახ“, „არა“, „არ ვიცი“ – გამოიყენება ორი ზუსტად განსაზღვრული ალტერნატიული ვარიანტის შემთხვევაში), კითხვები მარაოსებრი პასუხებით (გულისხმობს ექსპერტების მიერ პასუხების ერთობლიობიდან ერთ-ერთის არჩევას – გამოიყენება რამდენიმე საკმაოდ მკაფიოდ განსაზღვრუ-

ალტერნატიული ვარიანტის არსებობის შემთხვევაში). ყველაზე უფრო რთულია ანკეტების დამუშავება ღია შეკითხვების შემთხვევაში, ყველაზე ადვილი – ანკეტებისა დახურული შეკითხვებით.

ექსპერტების ანკეტირების დროს მეტად მნიშვნელოვანია სწორად, მარტივად და ცალსახად, მოკლედ და ამავე დროს საჭირო სისრულით მოვახდინოთ ანკეტაში შეკითხვების ფორმულირება, ხოლო ახსნა-განმარტებითი ბარათის ტექსტში მივუთითოთ, თუ რა მოეთხოვება ექსპერტს კონკრეტულად. შეკითხვებზე პასუხის გასაცემად, ე.ი. თითოეული ექსპერტის მიერ გადაწყვეტილების მისაღებად ტარდება განსახილველი ობიექტის ობიექტური და (ან) სუბიექტური გაზომვები. სუბიექტური გამომვების დროს ექსპერტები, როგორც წესი, იყენებენ რანგის მეთოდს, უშუალო შეფასების მეთოდს ან შეპირისპირების მეთოდს.

2.2.7.3. ***რანგის მეთოდი.*** რანგის მეთოდის შემთხვევაში ექსპერტი ახდენს გამოსაკვლევი ობიექტების რანჟირებას (მოწესრიგებას) მათი მნიშვნელოვნობის მიხედვით. ყველაზე მნიშვნელოვან (უპირატეს) ობიექტს ექსპერტი ანიჭებს პირველ რანგს, ხოლო ყველაზე უმნიშვნელოს (არასასურველს) – ბოლოს (რომელიც აბსოლუტური მნიშვნელობით მოსაწესრიგებელი ობიექტების რაოდენობის ტოლია). ყოველი ობიექტისათვის ყველა ექსპერტის მიერ მინიჭებული რანგების ჯამი განსაზღვრავს ამ ობიექტის მაშედეგებელ რანგს: პირველი მაშედეგებელი რანგი მიენიჭება იმ ობიექტს, რომელსაც შეესაბამება ექსპერტების მიერ მინიჭებული რანგების მინიმალური ჯამი, ხოლო ბოლო – ობიექტს რანგების მაქსიმალური ჯამით.

შვიდი ექსპერტით სამი ობიექტის მაშედეგებელი რანგის განსაზღვრის მაგალითი მოყვანილია 2.5 ცხრილში.

ცხრილი 2.5

რანჟირების ობიექტების მაშედეგებელი რანგის განსაზღვრა

რანჟირების ობიექტი №	ექსპერტები							ობიექტის რანგების ჯამი	ობიექტის მაშედეგებელი რანგი
	1	2	3	4	5	6	7		
1	1	2	2	1	2	1	2	11	2
2	2	1	1	2	1	2	1	10	1
3	3	3	3	3	3	3	3	21	3

2.2.7.4. ***უშუალო შეფასების (ბალური) მეთოდი.*** უშუალო შეფასების (ბალური) მეთოდის დროს ახდენენ გამოსაკვლევი ობიექტების მოწესრიგებას მათი მნიშვნელოვნობის მიხედვით თითოე-

ული მათგანისათვის ბალების (ქულების) მინიჭების გზით. ამასთან ქულების მაქსიმალური რაოდენობა მიღებული სკალის მიხედვით ენიჭება ყველაზე უფრო მნიშვნელოვანს. შეფასებათა სკალის დიაპაზონს იღებენ 0-დან 1-მდე, 5-მდე, 10-მდე ან 100-მდე. უმარტივეს შემთხვევაში შეფასება შეიძლება იყოს 0 ან 1. ზოგჯერ შეფასება ხდება სიტყვიერი ფორმით, მაგალითად „ძალიან მნიშვნელოვანი“, „მნიშვნელოვანი“, „უმნიშვნელო“. გამოკითხვის შედეგების დამუშავების მოხერხებულობისათვის ასეთი შეფასებები შეგვიძლია გადავიყვანოთ ქულებში (მაგალითად, შესაბამისად 3,2,1).

შეფასების ყოველი ობიექტისათვის ყველა ექსპერტის მიერ მინიჭებული ქულების ჯამი განსაზღვრავს ამ ობიექტის მაშედეგებელ რანგს, მაგრამ წინა შემთხვევისაგან განსხვავებით პირველი მაშედეგებელი ჯამი მიენიჭება იმ ობიექტს, რომელსაც შეესაბამება ექსპერტების მიერ მინიჭებული ქულების მაქსიმალური ჯამი, ხოლო ბოლო – ობიექტს ქულების მინიმალური ჯამით.

ექსპერტების შეფასებების მიხედვით შეიძლება განისაზღვროს არა მარტო ობიექტის რანგი, არამედ მისი წონადობაც (მნიშვნელოვნობაც). ეს უკანასკნელი მოიძებნება ფორმულით

$$g_i = \sum_{j=1}^{N} a_{ij} \Big/ \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{N} a_{ij}, \qquad (2.1)$$

სადაც N ექსპერტების რაოდენობაა;

n – ობიექტების რაოდენობა;

a_{ij} – ქულების რაოდენობა, რომელიც j–ურმა ექსპერტმა მიანიჭა i–ურ ობიექტს.

სამი ობიექტის 10-ბალიანი სკალით შეფასების მაგალითი მოყვანილია 2.6 ცხრილში.

ცხრილი 2.6

შეფასების ობიექტი №	ექსპერტი							ობიექტის ბალების ჯამი	ობიექტის მაშედეგებელი რანგი	ობიექტის წონადობა
	1	2	3	4	5	6	7			
1	7	6	5	6	4	7	8	43	2	0,36
2	9	10	8	7	5	8	10	57	1	0,47
3	4	1	2	4	3	5	2	21	3	0,17

ვინაიდან სამივე ობიექტისათვის ქულების ჯამია 43+57+21=121, წონადობის კოეფიციენტისათვის (2.1)-ის თანახმად მივიღებთ

$$g_1 = 43/121 = 0{,}36;\ g_2 = 57/121 = 0{,}47;\ g_3 = 21/121 = 0{,}17.$$

2.2.7.5. *შეპირისპირების მეთოდი.* შეპირისპირების მეთოდი ითვალისწინებს შესაფასებელი ობიექტების წყვილ-წყვილად შედარებას ან მათ შეპირისპირებას თანამიმდევრობით.

წყვილ-წყვილად შედარებისას ობიექტების ერთობლიობას აწყვილებენ და ყოველ წყვილში გამოყოფენ მნიშვნელოვანს. შესადარებელი წყვილების საერთო რაოდენობა იქნება

$$H = n(n-1)/2,$$

სადაც n შესაფასებელი ობიექტების რაოდენობაა.

შედარების პროცესში ექსპერტი გამოთქვამს თავის აზრს ამა თუ იმ ობიექტის მნიშვნელოვნობის შესახებ, ე.ი. ერთ მათგანს ანიჭებს უპირატესობას. ზოგ შემთხვევაში წყვილში შემავალი ობიექტები შეიძლება ეკვივალენტური აღმოჩნდეს. წყვილების შედარება და მიღებული შედეგების დამუშავება მოსახერხებელია მატრიცების მეშვეობით. ყოველი კომბინაციის შედარებისას ექსპერტი მატრიცის ვერტიკალური სვეტებისა და ჰორიზონტალური სტრიქონების გადაკვეთაზე ჩაწერს ერთს ან ნოლს ობიექტის მნიშვნელოვნობის მიხედვით. i-ურ სტრიქონში აღნიშნული ობიექტის უპირატესობის შემთხვევაში i' სვეტში აღნიშნულ ობიექტთან შედარებით i-ური სტრიქონისა i' სვეტის გადაკვეთაზე იწერება 1. განსახილველ წყვილში საწინააღმდეგო შედეგის შემთხვევაში იწერება 0 (ცხრილი 2.7).

ცხრილი 2.7

ობიექტების შეფასების მატრიცა წყვილ-წყვილად შედარების მეთოდით

ექსპერტი №1

ობიექტის → i' № ↓ i	1	2	3	...	n	ურიპატესობათა საერთო რაოდენობა
1		1	0	...	0	$A_{1,1}$
2	0		0	...	1	$A_{2,1}$
3	1	1		...	0	$A_{3,1}$
⋮	⋮	⋮	⋮	...	⋮	⋮
4	1	0	1	...		$A_{n,1}$

ასეთი მატრიცის სტრიქონებში შეტანილი მონაცემების ჯამი გვაძლევს ამ სტრიქონის შესაბამისი ობიექტის უპირატესობათა საერთო რაოდენობას სხვა ობიექტებთან შედარებით.

ვინაიდან ყველა ექსპერტი დამოუკიდებლად ატარებს შეფასებას, მივიღებთ იმდენ მატრიცას, რამდენი ექსპერტიცაა ჯგუფში

(ვთქვათ, N მატრიცას). ამის შემდეგ უნდა შეივსოს ობიექტების წყვილ-წყვილად შედარების კრებსითი მატრიცა (ცხრილი 2.8).

ცხრილი 2.8

ობიექტების წყვილ-წყვილად შედარების კრებსითი მატრიცა

ობიექტის №	i-ური ობიექტის უპირატესობათა საერთო რაოდენობა, მიღებული j-ური ექსპერტის მიერ					უპირატესობათა ჯამი	ობიექტის წონადობა
	1	2	3	...	4		
1	$A_{1,1}$	$A_{1,2}$	$A_{1,3}$	...	$A_{1,N}$	A_1	g_1
2	$A_{2,1}$	$A_{2,2}$	$A_{2,3}$	...	$A_{2,N}$	A_2	g_2
3	$A_{3,1}$	$A_{3,2}$	$A_{3,3}$	...	$A_{3,N}$	A_3	g_3
⋮	⋮	⋮	⋮	...	⋮	⋮	⋮
n	$A_{n,1}$	$A_{n,2}$	$A_{n,3}$	...	$A_{n,N}$	A_n	g_n

კრებსითი მატრიცის მონაცემების მიხედვით შეგვიძლია განვსაზღვროთ თითოეული ობიექტისათვის უპირატესობათა ჯამები $A_i = \sum_{j=1}^{N} A_{ij}$ $(i=1,2,\ldots,n)$ და თითოეული ობიექტის მნიშვნელოვნობა

$$g_i = \frac{A_i}{H \cdot N} \qquad (i=1,2,\ldots,n). \tag{2.2}$$

მაგალითი. შესადარებელია $n=6$ ობიექტი წყვილ-წყვილად შედარების მეთოდით. გათვლების გამარტივებისათვის დავუშვათ, რომ საექსპერტო ჯგუფი შედგება $N=3$ ექსპერტისაგან. ობიექტების შეფასების მატრიცებს აქვს შემდეგი სახე:

ცხრილი 2.9

სამი ექსპერტის შეფასებები

ექსპერტი №1

ობიექტის №	1	2	3	4	5	6	ურიპატესობათა საერთო რაოდენობა
1		1	0	1	1	1	4
2	0		0	1	1	1	3
3	1	1		1	1	1	5
4	0	0	0		0	0	0
5	0	0	0	1		0	1
6	0	0	0	1	1		2

ექსპერტი №2

ობიექტის №	1	2	3	4	5	6	ურიპატესობათა საერთო რაოდენობა
1		0	0	1	1	1	3
2	1		0	1	0	1	3
3	1	1		0	1	1	4
4	0	0	1		0	0	1
5	0	1	0	1		1	3
6	0	0	0	1	0		1

ექსპერტი №3

ობიექტის №	1	2	3	4	5	6	ურიპატესობათა საერთო რაოდენობა
1		1	1	1	1	1	5
2	0		0	1	1	0	2
3	0	1		1	1	1	4
4	0	0	0		0	0	0
5	0	0	0	1		0	1
6	0	1	0	1	1		3

ობიექტების წყვილ-წყვილად შედარების კრებსით მატრიცას ექნება შემდეგი სახე

ცხრილი 2.10

ობიექტის №	ობიექტის უპირატესობათა საერთო რაოდენობა			უპირატესობათა ჯამი	ობიექტის წონადობა
	1	2	3		
1	4	3	5	12	0,27
2	3	3	2	8	0,18
3	5	4	4	13	0,29
4	0	1	0	1	0,02
5	1	3	1	5	0,11
6	2	1	3	6	0,13

ვინაიდან შესადარებელი წყვილების რაოდენობა ჩვენს მაგალითში $H = 6(6-1)/2 = 15$, წონადობებისათვის მივიღებთ

$$g_1 = \frac{12}{15 \cdot 3} = 0{,}27;\quad g_2 = \frac{8}{15 \cdot 3} = 0{,}18;\quad g_3 = \frac{13}{15 \cdot 3} = 0{,}29;$$

$$g_4 = \frac{1}{15 \cdot 3} = 0{,}02; \quad g_5 = \frac{5}{15 \cdot 3} = 0{,}11; \quad g_6 = \frac{6}{15 \cdot 3} = 0{,}13.$$

ამრიგად ყველაზე მნიშვნელოვანია მესამე ობიექტი, მას მოყვება მნიშვნელოვნობის მიხედვით პირველი, მეორე, მეექვსე, მეხუთე და მეოთხე ობიექტები.

თანამიმდევრობითი შეპირისპირების მეთოდი მეტად შრომატევადია და მას აქ არ განვიხილავთ.

2.2.7.6. *საექსპერტო მეთოდის შედეგების დამუშავება.* ექსპერტების ჯგუფის გამოკითხვის ჩატარების შემდეგ ხდება მისი შედეგების დამუშავება. დამუშავება ხდება როგორც რაოდენობრივად (რიცხვითი მონაცემების შემთხვევაში), ისე თვისობრივადაც (შინაარსიანი ინფორმაციის შემთხვევაში). დამუშავების მიზანია საექსპერტო შეფასებებში ფარული ფორმით არსებული ინფორმაციის საფუძველზე ახალი ინფორმაციის განზოგადებული მონაცემების მიღება.

საექსპერტო შეფასების მიზნების მიხედვით გამოკითხვის შედეგების დამუშავებისას წყდება შემდეგი ძირითადი ამოცანები: ა) ობიექტების შეფასების განზოგადება; ბ) ექსპერტების დასკვნებს შორის დამოკიდებულების დადგენა; გ) ობიექტების ფარდობითი წონების განსაზღვრა; დ) ექსპერტიზის შედეგების საიმედოობის შეფასება; ე) ექსპერტების აზრთა შეთანხმებულობის განსაზღვრა.

ექსპერტების ინდივიდუალური შეფასებების მიხედვით ობიექტების განზოგადებული შეფასების აგების ამოცანას ვაწყდებით ჯგუფური საექსპერტო შეფასებისას. თუ ექსპერტები ახდენდნენ ობიექტების შეფასებას რაოდენობრივი სკალის მიხედვით ჯგუფური შეფასების აგების ამოცანა მდგომარეობს საექსპერტო დასკვნების გასაშუალოებაში, ე.ი. შეფასებათა საშუალო მნიშვნელობის ან მედიანის განსაზღვრაში. თუ შეფასება ხდებოდა რიგობრივი სკალის მიხედვით (რანჟირების მეთოდისა ან წყვილ-წყვილად შედარების მეთოდით), ექსპერტების ინდივიდუალური შეფასებების დამუშავების მიზანი მდგომარეობს ექსპერტების შეფასებათა გასაშუალოების საფუძველზე ობიექტების განზოგადებული მოწესრიგების აგებაში.

საექსპერტო შეფასების შედეგების დამუშავებით შეგვიძლია განვსაზღვროთ დამოკიდებულებები სხვადასხვა ექსპერტების დასკვნებს შორის. ამ დამოკიდებულებების გამოვლენა საშუალებას გვაძლევს დავადგინოთ ექსპერტების დასკვნებში სიახლოვის ხარისხი.

მრავალი ამოცანის გადაწყვეტისას არაა საკმარისი მოვახდინოთ ობიექტების მოწესრიგება ერთი მაჩვენებლისა ან მაჩვენებელთა ჯგუფის მიხედვით. მიზანშეწონილია გვქონდეს აგრეთვე

ობიექტების ფარდობითი მნიშვნელობების რაოდენობრივი შეფასებაც. ამ მიზნისათვის შეიძლება გამოვიყენოთ უშუალო შეფასების მეთოდი, მაგრამ ზოგჯერ ამ ამოცანის გადაწყვეტა შესაძლებელია რანჟირების ან წყვილ-წყვილად შედარების შედეგების დამუშავების გზით.

დამუშავების შედეგად მიღებული შეფასებები წარმოადგენენ შემთხვევით სიდიდეებს, ამიტომ მნიშვნელოვანია მათი უტყუარობის განსაზღვრა.

ექსპერტების შეფასებათა შეთანხმებულობის განსაზღვრა აუცილებელია იმ ჰიპოთეზის სისწორის დასადასტურებლად, რომ ექსპერტები საკმაოდ ზუსტი „საზომებია". საქმე იმაშია, რომ ობიექტების შეფასებისას ექსპერტთა აზრები ხშირად არ ემთხვევა ერთმანეთს. ეს საკითხი მისი მნიშვნელოვნობის გათვალისწინებით განვიხილოთ უფრო დეტალურად.

ექსპერტების შეთანხმებულობის შეფასება. ექსპერტების აზრთა შეთანხმებულობის შეფასება ხდება ინდივიდუალური აზრების სიახლოვის ხარისხის დამახასიათებელი რაოდენობრივი ზომის გამოთვლის გზით. ექსპერტების აზრების შეთანხმებულობის ზომის შეფასებისათვის ჩვეულებრივ გამოიყენება კონკორდაციის (შეთანხმებულობის) კოეფიციენტები.

კონკორდაციის კოეფიციენტის შეფასება გამოითვლება ფორმულით

$$W = \frac{12 \cdot S}{N^2\left(n^3 - n\right)}, \qquad (2.3)$$

სადაც N ექსპერტების რაოდენობაა;

n – განსახილველი ობიექტების რაოდენობა;

S – თითოეული ობიექტის მიხედვით რანგების ჯამის ყველა ობიექტისა და ექსპერტის მიხედვით რანგების საშუალო მნიშვნელობიდან გადახრების კვადრატების ჯამი

$$S = \sum_{i=1}^{n} \Delta_i^2 = \sum_{i=1}^{n} \left[\sum_{j=1}^{N} a_{ij} - \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{N} a_{ij}}{n} \right]^2, \qquad (2.4)$$

a_{ij} - j-ური ექსპერტის მიერ i–ური ობიექტისათვის მინიჭებული რანგი.

გაანგარიშების შედეგები მიზანშეწონილია ჩაიწეროს შემდეგ ცხრილში

ცხრილი 2.11

ექსპერტები $j\downarrow$	ექსპერტების მიერ n ობიექტისათვის მინიჭებული რანგები				გამოანგარიშება
	1	2	…	n	
1	α_{11}	α_{21}	…	α_{n1}	
2	α_{12}	α_{22}	…	α_{n2}	
3	α_{13}	α_{23}	…	α_{n3}	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
N	α_{1N}	α_{2N}	…	α_{nN}	
რანგების ჯამი $\sum_{j=1}^{N} a_{ij}$	$\sum_{j=1}^{N} a_{1j}$	$\sum_{j=1}^{N} a_{2j}$	…	$\sum_{j=1}^{N} a_{nj}$	$T=\frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{N} a_{ij}}{n}=$ $=\frac{\sum_{j=1}^{N} a_j+\sum_{j=1}^{N} a_j+\ldots+\sum_{j=1}^{N} a_{nj}}{n}$
გარახრები რანგების საშუალო ჯამისაგან Δ_i	$\Delta_1=\sum_{j=1}^{N} a_{1j}-T$	$\Delta_2=\sum_{j=1}^{N} a_{2j}-T$	…	$\Delta_n=\sum_{j=1}^{N} a_{nj}-T$	$\Delta_i=\sum_{j=1}^{N} a_{ij}-T$ $S=\sum_{i=1}^{n}\Delta_i^2$
გადახრების კვადრატები Δ_i^2	Δ_1^2	Δ_2^2	…	Δ_n^2	$W=\frac{12\cdot S}{N^2\left(n^3-n\right)}$

კონკორდაციის კოეფიციენტი შეიძლება იყოს დიაპაზონში $1 \geq W \geq 0$. კონკორდაციის კოეფიციენტი ერთის ტოლია, თუ ექსპერტების ყველა რანჟირება ერთნაირია, ე.ი. შეთანხმებულობა სრულია, ხოლო ნულის ტოლია იმ შემთხვევაში, თუ ყველა რანჟირება განსხვავებულია, ე.ი. ექსპერტების შეთანხმებულობა საერთოდ არა გვაქვს.

ჩვეულებრივ თვლიან, რომ შეთანხმებულობა სავსებით საკმარისია, თუ $W \geq 0{,}5$.

მაგალითი. ექვსი ექსპერტის მიერ ხუთი ობიექტის შეფასებისას განსაზღვრული რანჟირების მონაცემების მიხედვით უნდა შევაფასოთ მათი აზრების შეთანხმებულობა

ცხრილი 2.12

ექსპერტები (N=6)	ექსპერტების მიერ n=5 ობიექტისათვის მინიჭებული რანგები					გამოანგარიშება
	1	2	3	4	5	
1	4	5	2	1	3	
2	3	5	1	2	4	
3	4	5	3	1	2	
4	3	5	2	4	1	
5	4	3	2	1	5	
6	4	5	2	1	3	
რანგების ჯამი $\sum_{j=1}^{N} a_{ij}$	22	28	12	10	18	$T=\frac{22+28+12+10+18}{5}=$ $=\frac{90}{5}=18$
გარახრები რანგების საშუალო ჯამისაგან Δ_i	4	10	-6	-8	0	$\Delta_1=22-18=4;\ \Delta_2=28-18=10;$ $\Delta_3=12-18=-6;\ \Delta_4=10-18=-8;$ $\Delta_5=18-18=0;$
გადახრების კვადრატები Δ_i^2	16	100	36	64	0	$W=\frac{12\cdot 216}{6^2(5^3-5)}=\frac{2592}{36\cdot(125-5)}=$ $=\frac{2592}{4320}=0,6$

ექსპერტების აზრები შეთანხმებულია, ვინაიდან კონკორდაციის კოეფიციენტის მიღებული მნიშვნელობა (0,6) აკმაყოფილებს პირობას $W \geq 0,5$.

(2.3) ფორმულით გამოთვლილი კონკორდაციის კოეფიციენტი წარმოადგენს კოეფიციენტის ჭეშმარიტი მნიშვნელობის შეფასებას და, მაშასადამე, წარმოადგენს შემთხვევით სიდიდეს. კონკორდაციის კოეფიციენტის მნიშვნელოვნობის შესაფასებლად უნდა მოხდეს მისი შედარება კონკორდაციის კოეფიციენტის კრიტიკულ ცხრილურ მნიშვნელობასთან.

თუ ობიექტების რაოდენობა $n>7$ კონკორდაციის კოეფიციენტის მნიშვნელოვნობის შეფასება შეიძლება მოხდეს პირსონის

(χ^2) კრიტერიუმის მიხედვით. საქმე იმაშია, რომ $\chi_ს^2 = N(n-1)W$ სიდიდეს აქვს χ^2-განაწილება n-1 თავისუფლების ხარისხით. ექსპერტების აზრები შეთანხმებულია α ალბათობით (ჩვეულებრივ α =0,95), თუ საანგარიშო მნიშვნელობა აღემატება ცხრილურს, ე.ი. $\chi_ს^2 > \chi_ც^2$.

პირსონის კრიტერიუმის ცხრილური მნიშვნელობები α =0,95 სანდო ალბათობისათვის ცხრილი 2.13

თავისუფლების ხარისხი	$\chi_ც^2$
1	0,00393
2	0,103
3	0,352
4	0,711
5	1,145
6	1,635
7	2,167
8	2,733
9	3,325
10	3,940
12	5,226
14	6,571
16	7,962
18	9,390
20	10,851

ზემოთ განხილული მაგალითის მონაცემების მიხედვით

$$\chi_ს^2 = N(n-1)\cdot W = 6(5-1)\cdot 0{,}6 = 14{,}4.$$

n-1=5-1=4 თავისუფლების ხარისხისათვის $\chi_ც^2 = 0{,}711$. ვინაიდან 14,4>0,711, ექსპერტების აზრები შეთანხმებულია α =0,95 ალბათობით.

კონკორდაციის კოეფიციენტის მაგივრად შეგვიძლია პირდაპირ ვიანგარიშოთ $\chi_ს^2$ მნიშვნელობა. მართლაც,

$$\chi_ს^2 = N(n-1)\cdot W = N(n-1)\frac{12\cdot S}{N^2(n^3-n)} = \frac{12\cdot S}{N\cdot n(n+1)}.$$

ამრიგად მივიღეთ საანგარიშო ფორმულა

$$\chi_ს^2 = \frac{12\cdot S}{N\cdot n(n+1)} \qquad (2.5)$$

იმ საექსპერტო მეთოდების გამოყენებისას, რომლებშიც რანგები არ განისაზღვრება, კონკორდაციის მოსაძებნად ობიექტების გათვლილი მნიშვნელობები უნდა გადავიყვანოთ რანგებში. რანგი 1 მიეწერება ობიექტს, რომლის მნიშვნელობა უდიდესია და ა.შ.

თუ აღმოჩნდება, რომ ექსპერტების აზრები შეუთანხმებელია, საექსპერტო გამოკითხვები უნდა გამეორდეს.

2.3. პროდუქციის ხარისხის მაჩვენებელთა შეპირისპირება საბაზო მნიშვნელობებთან

ერთგვაროვანი (ერთი სახის, კლასის და დანიშნულების) პროდუქციის ხარისხის დონის შეფასების ბოლო ოპერაციაა შესაფასებელი პროდუქციის ხარისხის მაჩვენებელთა მნიშვნელობების შეპირისპირება (შედარება) შესაბამისი მაჩვენებლების საბაზო მნიშვნელობებთან, ე.ი. საბაზო ნიმუშის ხარისხის მაჩვენებლებთან.

საბაზო ნიმუშები ეს პროდუქციის ნიმუშებია, რომლებიც წარმოადგენს პროდუქციის მოცემული სახეობის განვითარებაში მოწინავე სამეცნიერო-ტექნიკურ მიღწევებს. საბაზოს სახით ირჩევენ მსოფლიო და სამამულო ანალოგების ჯგუფიდან საუკეთესო ნიმუშებს.

გარდა კონკრეტული პროდუქციისა საბაზო ნიმუშად შეგვიძლია მივიჩნიოთ დასაგეგმავი პროდუქცია და სტანდარტიც. დასაგეგმავია პროდუქცია, რომლის განსაზღვრულ მაჩვენებელთა ერთობლიობა შეიცავს ხარისხის პროგნოზირებადი დონის მნიშვნელობებს. საბაზო ნიმუშის სახით სტანდარტის გამოყენების პირობებია: ა) სტანდარტით მოცემული ხარისხის დონის მაჩვენებლების მნიშვნელობათა მიღების შესაძლებლობის და აუცილებლობის ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთების არსებობა; ბ) ისეთი ინფორმაციის არსებობა, რომ საზღვარგარეთ პროდუქციის ძირითადი ნაწილის გამოშვება ხდება საბაზო ნიმუშად შერჩეული სტანდარტის მიხედვით.

ერთგვაროვანი პროდუქციის ხარისხის დონის შეფასებისათვის იყენებენ დიფერენციალურ, კომპლექსურ და შერეულ მეთოდებს.

2.3.1. დიფერენციალური მეთოდი

დიფერენციალური მეთოდი დაფუძნებულია ერთეულოვანი მაჩვენებლების გამოყენებაზე იმის დასადგენად, თუ რომელი მათგანის მიხედვით მიღწეულია საბაზო ნიმუშის დონე. ამისათვის ყოველი მაჩვენებლისათვის განისაზღვრება შესაფასებელი პროდუქციის ხარისხის *ფარდობითი მაჩვენებლები* შემდეგი ფორმულის მეშვეობით:

$$q_i = P_i / P_{i\,საბ}, \qquad (2.6)$$

სადაც q_i ხარისხის i–ური ფარდობითი მაჩვენებელია;

P_i – შესაფასებელი პროდუქციის ხარისხის i–ური მაჩვენებლის მნიშვნელობა;

$P_{i\,საბ}$ – საბაზო ნიმუშის ხარისხის i–ური მაჩვენებლის მნიშვნელობა.

ხარისხის მაჩვენებლებზე ნორმატიული (საპროექტო) შეზღუდვების არსებობისას ფარდობითი მაჩვენებელი გამოითვლება ფორმულით:

$$q_i = (P_i - P_{i6}) / (P_{i\,საბ} - P_{i6}), \qquad (2.7)$$

სადაც $P_{i\,6}$ – ხარისხის i–ური მაჩვენებლის ნორმატიული მნიშვნელობაა.

ფარდობითი მაჩვენებლების მიღებული მნიშვნელობები შეიძლება იყოს ერთზე მეტი ან ნაკლები.

ხარისხის ისეთი მაჩვენებლებისათვის, როგორიცაა გამოსადეგობის ვადა, მწარმოებლურობა, სიმძლავრე, მარგი ქმედების კოეფიციენტი და ა.შ. ხარისხის მაჩვენებლის აბსოლუტური მნიშვნელობის ზრდას შეესაბამება პროდუქციის ხარისხის გაუმჯობესება (პოზიტიური მაჩვენებლები); ამასთანავე, თუ ფარდობითი მაჩვენებლის მნიშვნელობა ერთზე მეტია, ახალი პროდუქცია ამ მაჩვენებლის მიხედვით საბაზოზე უკეთესია, თუ ერთზე ნაკლებია – საბაზოზე უარესი.

მაგალითი. პირველი ქარხნის მიერ გამოშვებული ვიდეომაგნიტოფონის გამოსადეგობის ვადაა $P_{გ.1} = 8$ წ.; მეორე ქარხნის მიერ გამოშვებულისა – $P_{გ.2} = 12$ წ.; ხარისხის ამ მაჩვენებლის საბაზო მნიშვნელობაა $P_{გ.საბ} = 10$ წ. გამოსადეგობის ვადის ზრდა ამ შემთხვევაში აღნიშნავს ხარისხის გაუმჯობესებას, ე.ი. (2.6) ფორმულით ფარდობითი მაჩვენებლების განსაზღვრის შემდეგ მივიღებთ:

პირველი ქარხნისათვის – $q_{გ.1} = \dfrac{P_{გ.1}}{P_{გ.საბ}} = \dfrac{8}{10} = 0{,}8,$

მეორე ქარხნისათვის – $q_{გ.2} = \dfrac{P_{გ.2}}{P_{გ.საბ}} = \dfrac{12}{10} = 1{,}2.$

მაშასადამე პირველ ქარხანაში ხარისხის განსახილველი მაჩვენებელი – გამოსადეგობის ვადა – საბაზოზე დაბალია, ხოლო მეორეში – მაღალი.

ხარისხის ისეთი მაჩვენებლისათვის, როგორიცაა მასალების, სათბობის, ენერგიის ხარჯის თვითღირებულება, მავნე მინარევების შემცველობა, მასა, შრომატევადობა და ა.შ. ხარისხის მაჩვენებლის აბსოლუტური მნიშვნელობის ზრდას შეესაბამება პროდუქციის ხარისხის გაუარესება (ნეგატიური მაჩვენებელი); ამასთანავე, თუ ფარდობითი მაჩვენებლის მნიშვნელობა ერთზე მეტია, ახალი პროდუქცია ამ მაჩვენებლის მიხედვით საბაზოზე უარესია, თუ ერთზე ნაკლებია – საბაზოზე უკეთესი.

მაგალითი. მოცემულ ქარხანაში დამზადებული ვიდეომაგნიტოფონის მასა შეადგენს 1,98 კგ-ს, ხოლო მისი საბაზო მნიშვნელობა – 1,80 კგ. მაშინ (2.6)-ის თანახმად

$$q_{ə} = \frac{P_{ə}}{P_{ə.საბ}} = \frac{1,98}{1,80} = 1,1,$$

ე.ი. ხარისხის განხილული ერთეულოვანი მაჩვენებელი – ვიდეომაგნიტოფონის მასა საბაზოზე უარესია.

მსჯელობებში არაცალსახოვნობის გამოსარიცხად მოილაპარაკეს, რომ ხარისხის ნეგატიური მაჩვენებლებისათვის ფარდობითი მაჩვენებელი გამოითვალონ ფორმულით:

$$q_i' = P_{i\,საბ} / P_i \ . \qquad (2.8)$$

ასეთ შემთხვევაში როგორც პოზიტიური, ისე ნეგატიური მაჩვენებლების შემთხვევაში სამართლიანი იქნება ერთნაირი დასკვნა: თუ ფარდობითი მაჩვენებლის მნიშვნელობა ერთზე მეტია, ახალი პროდუქცია ამ მაჩვენებლის მიხედვით საბაზოზე უკეთესია, თუ ერთზე ნაკლები – საბაზოზე უარესი.

ბოლო მაგალითის შემთხვევაში გვექნება

$$q_ə' = \frac{P_{ə.საბ}}{P_ə} = \frac{1,80}{1,98} = 0,91$$

და ვინაიდან ის ერთზე ნაკლებია, ხარისხის განხილული ერთეულოვანი მაჩვენებელი – ვიდეომაგნიტოფონის მასა საბაზოზე უარესია.

ზემოთ ჩვენ განვიხილეთ ხარისხის დონის შეფასება დიფერენციალური მეთოდით ერთი მაჩვენებლის მიხედვით. მაგრამ, ჩვეულებრივ, პროდუქცია ხასიათდება თვისებების ერთობლიობით, ე.ი. უნდა განვიხილოთ ერთდროულად რამდენიმე ხარისხის მაჩვენებელი. შესაფასებელი პროდუქციის ხარისხის მაჩვენებლების შეპირისპირებისას საბაზო ნიმუშის ხარისხის მაჩვენებლებთან შეიძლება შეგვხვდეს შემდეგი ვარიანტები:

ა) ხარისხის ყველა ფარდობითი მაჩვენებლის მნიშვნელობა მეტია ერთზე ან ერთის ტოლია. ამ შემთხვევაში შესაფასებელი

პროდუქციის ხარისხის დონე საბაზოზე ნაკლები არ არის (ამასთანავე, თუ ყველა ფარდობითი მაჩვენებლის მნიშვნელობა მეტია ერთზე – შესაფასებელი პროდუქციის ხარისხის დონე აღემატება საბაზოს, ხოლო თუ ყველა ფარდობითი მაჩვენებლის მნიშვნელობა ერთის ტოლია – შესაფასებელი პროდუქციის ხარისხის დონე შეესაბამება საბაზოს);

ძ) ხარისხის ყველა ფარდობითი მაჩვენებლის მნიშვნელობა ნაკლებია ერთზე ან ერთის ტოლია, მაშინ შესაფასებელი პროდუქციის ხარისხის დონე საბაზოზე ნაკლებია;

გ) ფარდობითი მაჩვენებლების ნაწილი მეტია ერთზე ან უდრის ერთს, ხოლო მეორე ნაწილი – ნაკლებია ერთზე. ამ შემთხვევაში ფარდობითი მაჩვენებლები უნდა დავყოთ ორ ჯგუფად. პირველ (ძირითად) ჯგუფში უნდა მოვათავსოთ ისეთი მაჩვენებლები, რომლებიც ახასიათებენ პროდუქციის ყველაზე უფრო მნიშვნელოვან თვისებებს (რომლებიც განისაზღვრება ძირითადად მისი ექსპლუატაციისა ან მოხმარების პირობებით), ხოლო მეორე ჯგუფში – ნაკლებად მნიშვნელოვანი (მეორეხარისხოვანი) მაჩვენებლები. თუ პირველი ჯგუფის ყველა ფარდობითი მაჩვენებელი და მეორე ჯგუფის ფარდობითი მაჩვენებლების მეტი წილი მეტია ერთზე, შესაფასებელი პროდუქციის ხარისხის დონე საბაზოზე ნაკლები არ არის. თუ პირველი ჯგუფის ფარდობითი მაჩვენებლების ნაწილი ერთზე მეტია, ხოლო მეორე ნაწილი ერთზე ნაკლებია, ერთმნიშვნელოვან დასკვნას შესაფასებელი პროდუქციის ხარისხის დონის შესახებ დიფერენციალური მეთოდით ვერ გავაკეთებთ, ამიტომ საჭიროა გადავიდეთ შეფასების სხვა მეთოდზე, კერძოდ, კომპლექსურ ან შერეულ მეთოდზე.

2.3.2. კომპლექსური მეთოდი

წარმოვიდგინოთ, რომ ჩვენ უნდა შევადაროთ ერთნაირი დანიშნულების ორი ნაკეთობა (*A* და *B*), ხოლო შემდეგ დავადგინოთ, რომელი მათგანია უკეთესი. უდავოა, ერთბაშად ამ კითხვას ვერ ვუპასუხებთ. ჯერ უნდა გამოვცადოთ ნაკეთობები, შევამოწმოთ ისინი მოქმედებაში, გავეცნოთ მათი მოწყობილობის, ფუნქციონირების, წარმოებისა და მოხმარების თავისებურებებს. მაგრამ როგორც კი დავსვამთ კითხვას ასეთნაირად, მაშინვე გაჩნდება ნაკეთობისადმი წარდგენილი მოთხოვნების და, მაშასადამე, ამ ნაკეთობების ხარისხის, დიფერენცირებისა ცალკეული ჯგუფების მიხედვით.

დავუშვათ, ჩვენ დავძლიეთ ეს ამოცანა და განსაზღვრელი *A* და *B* ნაკეთობებისათვის გამოვყავით მაჩვენებელთა ასეთი ჯგუ-

ები, მაგალითად, საექსპლუატაციო-ტექნიკური, ესთეტიკური, ერგონომიკული და ეკონომიკური. შევადაროთ ნაკეთობები მაჩვენებელთა ყოველი ჯგუფის მიხედვით შეფასების წინასწარ დადგენილი კრიტერიუმების მიხედვით. ჩავთვალოთ, მაგალითად, საუკეთესო ეკონომიკურ მაჩვენებლად დანახარჯების დაბალი დონე, საუკეთესო ესთეტიკურ მაჩვენებლად – ესთეტიკური სრულყოფის უმაღლესი დონე და ა.შ. თუ ერთი ნაკეთობა ამ დროს აღმოჩნდება უკეთესი ყველა მაჩვენებლის მიხედვით, საკითხი იქნება ამოწურული (რაც დავინახეთ დიფერენციალური მეთოდის განსაზღვისას). მაგრამ, ჩვეულებრივ, ზოგიერთი მაჩვენებლის მიხედვით უკეთესია ერთი ნაკეთობა, ზოგიერთის მიხედვით კი მეორე.

2.14 ცხრილიდან ჩანს, რომ A და B ნაკეთობების საექსპლუატაციო-ტექნიკური და ესთეტიკური თვისებები განსხვავებულია, იმ დროს, როდესაც ერგონომიკული და ეკონომიკური მახასიათებლები ანალოგიური აქვთ. ამოცანა ამ დროს, ბუნებრივია, რთულდება. ჩვენ უბრალოდ ველარ ვპასუხობთ კითხვაზე, რომელი ნაკეთობაა უკეთესი. პირველ რიგში იმიტომ, რომ კონკრეტულად არ ვიცით, თუ რა ნაკეთობებია ეს. თუ ეს დაზგებია, უკეთესი იქნება A ნაკეთობა – დაზგა პირველ რიგში უნდა მუშაობდეს კარგად. თუ შეპირისპირების ობიექტები დეკორატიული ვაზებია, უპირატესობა უნდა მიეცეს B ნაკეთობას, ვინაიდან ვაზა პირველ რიგში უნდა იყოს ლამაზი.

ცხრილი 2.14

ორი ნაკეთობის შედარება მაჩვენებელთა ჯგუფების მიხედვით

ხარისხის მაჩვენებლები / ნაკეთობა	საექსპლუატაციო-ტექნიკური	ესთეტიკური	ერგონომიკული	ეკონომიკური
A	+	–	+	+
B	–	+	+	+

აქედან გამომდინარეობს, რომ ნაკეთობათა ყოველი ჯგუფისათვის მაჩვენებელთა საერთო ჩამონათვალში უნდა გამოიყოს მთავარი, გადამწყვეტი თვისებები, ანუ, სხვანაირად რომ ვთქვათ, დადგენილი იყოს ცალკეული თვისებების წონადობის (მნიშვნელოვნობის) პარამეტრები.

მაგრამ მარტო მთავარი მაჩვენებლების გამოყოფა მათი დაყოფით კუთრი წონების მიხედვით საკმარისი არაა. შედარებით მარტივადაა საქმე, როდესაც გვაქვს ორი ნაკეთობა (როგორც ზედა

მაგალითში გვჭონდა). მაგრამ თუ აუცილებელია არა ორი, არამედ რამდენიმე ნაკეთობის შეპირისპირება? თუ ორი ნაკეთობის შეპირისპირებისას საკმარისი იყო შეფასებისათვის ორბალიანი სისტემის („კარგი-ცუდი“) გამოყენება, აქ საჭირო იქნება დონეთა უფრო მრავალრიცხოვანი გრადაციის გამოყენება. მაგალითად, სამი ნაკეთობის (*A,B,C*) შეპირისპირებისას შეგვიძლია გამოვიყენოთ სამი მახასიათებელი: კარგი, დამაკმაყოფილებელი, ცუდი. ასეთი პირობითი შეპირისპირების შედეგი მოცემულია 2.15 ცხრილში.

ცხრილი 2.15

ხარისხის მაჩვენებლები / ნაკეთობა	საექსპლუატაციო-ტექნიკური	ესთეტიკური	ერგონომიკული	ეკონომიკური	ხარისხის დონე
A	კარგი (4)	დამაკმაყოფილებელი (3)	კარგი (4)	კარგი (4)	უმაღლესი 15 ბალი
B	ცუდი (2)	კარგი (4)	კარგი (4)	კარგი (4)	საშუალო 14 ბალი
C	დამაკმაყოფილებელი (3)	ცუდი (2)	კარგი (4)	კარგი (4)	უმდაბლესი 13 ბალი

ხარისხის შეფასება შეპირისპირების გზით, მიუხედავად იმისა ტარდება ის „კარგი-ცუდი“ გამომრიცხავი გზით თუ დონეების მრავალრიცხოვანი გრადაციებით, თავისი ბუნებით წარმოადგენს რაოდენობრივ შეფასებას. თუ შესაფასებელი მაჩვენებლების ყველა ჯგუფი კუთრი წონის მიხედვით ტოლმნიშვნელოვანია, ხარისხის დონე განისაზღვრება ბალების უბრალო შეკრებით. ასე, ჩვენს მაგალითში *A* ნაკეთობამ მიიღო ბალების ყველაზე დიდი ჯამური რაოდენობა – 15, *B* და *C* ნაკეთობებმა შესაბამისად 14 და 13 ბალი. აქედან ხარისხის შესაბამისი დონეები: უმაღლესი, საშუალო, უმდაბლესი.

ბალური შეფასების სისტემა რაოდენობრივი შეფასების ერთერთი შესაძლო ფორმაა, რომელიც ფართოდ გამოიყენება პრაქტიკაში (მოსწავლეთა ცოდნის დონის შეფასება, ბალური შეფასე-

ბის სხვადასხვა სისტემები სპორტში, ფსიქოლოგიური ტესტების მომზადებისას).

სამრეწველო ნაკეთობების სამომხმარებლო თვისებების შეფასებისათვის ყველაზე უფრო ფართოდ გამოიყენება მეთოდი, რომელიც დაფუძნებულია ნაკეთობის ცალკეული თვისებების შეფასებაზე ბალებით თითოეული თვისების (მაჩვენებლის) კუთრი წონის წინასწარი განსაზღვრით წონადობის პარამეტრების საშუალებით.

2.16 ცხრილში წარმოდგენილია შეფასებითი სკალების აგება ფეხსაცმლებისათვის შეფასებათა ოთხბალიანი სისტემის გამოყენებით (ხარისხის დონეების მიხედვით ბალების შეფარდებისას 3:2:1).

ცხრილი 2.16

ხარისხის ნიშანი (ნიშან-თვისება)	წონადობის პარამეტრი g	უმაღლესი შეფასება ბალებში g×3	შეფასების სკალა ბალებში			
			ფრიადი g×3	კარგი g×2	დამაკმაყოფილებელი g×1	ცუდი (უმდაბლესი შეფასება)
გარეგნული შესახედაობა	5	15	15÷11	10÷6	5÷1	0
სილუეტი	3	9	9÷7	6÷4	3÷1	0
შიგა გამოყვანა	2	6	6÷5	4÷3	2÷1	0
საერთო შეფასება	10	30	(30÷23)	(20÷13)	(10÷3)	0

საექსპერტო კომისიის მუშაობა მიმდინარეობს შემდეგნაირად. ჯერ ხდება ხარისხის ყოველი მაჩვენებლის მიხედვით შეფასების დასმა და გამოითვლება საშუალო არითმეტიკული მაჩვენებელი. შემდეგ მიღებულ საშუალო მაჩვენებელს ამრავლებენ წონადობის შესაბამის პარამეტრზე და ახდენენ მიღებული ბალების შეჯამებას. შედეგების მიხედვით (ჩვენს მაგალითში (30÷23), (20÷13), (10÷3)) ნაკეთობას ვანიჭებთ შეფასებას – ფრიადი, კარგი, დამაკმაყოფილებელი.

სათანადო გამოთვლების საილუსტრაციოდ განვიხილოთ შემთხვევა, როდესაც შეფასებას ახდენს შვიდი ექსპერტი (ცხრილი 2.17)

ცხრილი 2.17

ხარისხის ნიშანი (ნიშან-თვისება)	წონადობის პარამეტრი g	კომისიის წევრების შეფასებები							საშუალო შეფასება	ხარისხის დონე ბალებში
		1	2	3	4	5	6	7		
გარეგნული შესახედაობა	5	3	2	3	3	2	3	2	2,57	5×2,57=12,85
სილუეტი	3	3	3	3	3	2	3	3	2,86	3×2,86=8,58
შიგა გამოყვანა	2	1	2	2	1	2	1	2	1,57	2×1,57=3,14

ექსპერტების საშუალო შეფასებისათვის მივიღებთ:
გარეგნული შესახედაობისათვის

$$(3+2+3+3+2+3+2)/7 = 18/7 = 2{,}57;$$

სილუეტისათვის

$$(3+3+3+3+2+3+3)/7 = 20/7 = 2{,}86;$$

შიგა გამოყვანისათვის

$$(1+2+2+1+2+1+2)/7 = 11/7 = 1{,}57.$$

შესამოწმებელი ფეხსაცმლის საერთო (კომპლექსური) შეფასებისათვის ბალებში მივიღებთ

$$5\times 2{,}57 + 3\times 2{,}86 + 2\times 1{,}57 = 12{,}85 + 8{,}58 + 3{,}14 = 24{,}57.$$

24,57 ბალის შემთხვევაში 2.16 ცხრილის შეფასებათა გრადაციის შესაბამისად შესაფასებელმა ფეხსაცმელმა მიიღო შეფასება „ფრიადი".

ასეთნაირად შეფასებები ფართოდ გამოიყენება ფეხსაცმლის, სამკერვალო, პარფიუმერიულ, კვების, მეღვინეობის მრეწველობაში.

მაგალითი. განვიხილოთ ტორტის ხარისხის კომპლექსური მაჩვენებელი, თუ მისი თვისებების (გემო და არომატი; სტრუქტურა და კონსისტენცია; ფერი და გარე შესახედაობა; ფორმა) შეფასება ხდება ექსპერტის მიერ ბალებით. ყოველი მაჩვენებელი შეიძლება შეფასდეს ასე: ფრიადი – 3 ბალი, კარგი – 2 ბალი, დამაკმაყოფილებელი – 1 ბალი, არადამაკმაყოფილებელი – 0 ბალი. ექსპერტებისვე მიერ წინასწარ დადგენილი წონადობის პარამეტრები შეტანილია 2.18 ცხრილის მეორე სვეტში.

(ცხრილი 2.18

ტორტის თვისებები	წონადობის პარამეტრი, g	ექსპერტების შეფასებები									საშუალო შეფასება
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
გემო და არომატი, (P_1)	4	3	3	2	3	2	3	3	3	2	2,67
სტრუქტურა და კონსისტენცია, (P_2)	3	2	1	2	2	2	1	2	1	2	1,67
ფერი და გარე შესახედაობა, (P_3)	2	1	2	1	1	3	2	1	2	1	1,56
ფორმა, (P_4)	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1,22

ტორტის ხარისხის კომპლექსური მაჩვენებლის მოძებნა ხდება შემდეგნაირად: ექსპერტები ანიჭებენ თითოეულ მაჩვენებელს თავის შეფასებებს ბალებში, შემდეგ მათი საშუალო შეფასებები მრავლდება წონადობის პარამეტრებზე და აიჯამება.

ვინაიდან ჩვენს შემთხვევაში ექსპერტების საშუალო შეფასებისათვის გვაქვს:

გემოსა და არომატისათვის

$$(3+3+2+3+2+3+3+3+2)/9 = 24/9 = 2{,}67;$$

სტრუქტურისა და კონსისტენციისათვის

$$(2+1+2+2+2+1+2+1+2)/9 = 15/9 = 1{,}67;$$

ფერისა და გარე შესახედაობისათვის

$$(1+2+1+1+3+2+1+2+1)/9 = 14/9 = 1{,}56;$$

ფორმისათვის

$$(1+2+1+1+1+2+1+1+1)/9 = 11/9 = 1{,}22,$$

შემდეგ ტორტის ხარისხის ბალებით გამოსახული კომპლექსური მაჩვენებლისათვის მივიღებთ

$$4 \cdot 2{,}67 + 3 \cdot 1{,}67 + 2 \cdot 1{,}56 + 1 \cdot 1{,}22 = 10{,}68 + 5{,}01 + 3{,}12 + 1{,}22 = 20{,}03 .$$

ასეთნაირად გამოთვლილი კომპლექსური მაჩვენებლით სარგებლობისას არ უნდა დავუშვათ, რომ ერთმა მაჩვენებლებმა გადაფარონ პროდუქციის არსებითი ნაკლოვანებები, რომლებიც ხასიათდება სხვა მაჩვენებლებით.

იმ შემთხვევაში თუ თუნდაც ერთი ხარისხის მაჩვენებელი ნულის ტოლია (შეფასებაა „არადამაკმაყოფილებელი"), ხარისხის კომპლექსური მაჩვენებელიც უნდა მივიჩნიოთ ნულის ტოლად, ე.ი. პროდუქციის ხარისხი ჩაითვლება არადამაკმაყოფილებლად.

მაგალითი. საკონდიტრო საამქრომ დღე-ღამის განმავლობაში გამოუშვა 5 ტიპის ტორტი (200-200 ცალი თითო ტიპისა). ამ ტიპის ტორტებმა მიიღეს შემდეგი კომპლექსური მაჩვენებლები ბალებში: 20,5; 19,8; 18,6; 20,7; 19,1.

საკონდიტრო საამქროს დღეღამური პროდუქციის ხარისხის კომპლექსური მაჩვენებელი შეგვიძლია განვსაზღვროთ როგორც ცალკეული ტიპის ტორტების კომპლექსური მაჩვენებლების საშუალო მნიშვნელობა:

$$(20{,}5+19{,}8+18{,}6+20{,}7+19{,}1)/5 = 98{,}7/5 = 19{,}7.$$

სხვადასხვა ტიპის ტორტების არაერთნაირი რაოდენობის შემთხვევაში დაგვჭირდებოდა საშუალოდ აწონილი მნიშვნელობის განსაზღვრა.

ყოველივე ზემოთთქმულის გათვალისწინებით შეგვიძლია გავაკეთოთ შემდეგი დასკვნა: ***კომპლექსური მეთოდი*** **ითვალისწინებს ხარისხის კომპლექსური (განზოგადებული) მაჩვენებლის გამოყენებას, რომელიც წარმოადგენს ერთეულოვანი მაჩვენებლების ფუნქციას.** კომპლექსური (განზოგადებული) მაჩვენებელი შეიძლება გამოვსახოთ: *ა) მთავარი მაჩვენებლით,* რომელიც ასახავს პროდუქციის ძირითად დანიშნულებას; *ბ) ინტეგრალური მაჩვენებლით; გ) საშუალოდ აწონილი მაჩვენებლით.*

2.3.2.1. *მთავარ მაჩვენებელს* განსაზღვრავენ საჭირო ინფორმაციის არსებობის შემთხვევაში, შემდეგ ნებისმიერი შესაძლო მეთოდით (მათ შორის საექსპერტო მეთოდითაც) ადგენენ ფუნქციურ დამოკიდებულებას მთავარ და ერთეულოვან მაჩვენებლებს შორის. პროდუქციის დანიშნულების მთავარი მაჩვენებლების სახით შეგვიძლია მივიღოთ მანქანების მწარმოებლურობა, კუთრი თვითღირებულება, რესურსი და ა.შ. მაგალითად, სატვირთო ავტომობილის მთავარ მაჩვენებელს წარმოადგენს წლიური მწარმოებლურობა ტ-კმ-ში, საქალაქო საზოგადოებრივი ტრანსპორტის – მწარმოებლურობა მგზავრ-კილომეტრებში, ენერგეტიკული ტურბინების – ელექტროენერგიის წლიური გამომუშავება კვტ·სთ-ში, ლითონსაჭრელი ჩარხებისათვის – დამუშავებული დეტალების რაოდენობით გამოსახული მწარმოებლურობა.

ასე, მაგალითად, ავტობუსების ხარისხის შეფასებისას განზოგადებული მაჩვენებლის სახით შეგვიძლია მივიღოთ ავტობუსის წლიური მწარმოებლურობა $W_ა$

$$W_ა = T_გ \cdot \upsilon_ტ \cdot B \cdot \gamma \cdot \beta \cdot \alpha \cdot 365, \qquad (2.9)$$

სადაც $T_გ$ განწესში ავტობუსის ყოფნის საშუალო ხანგრძლივობაა, სთ;

$\upsilon_ტ$ – ავტობუსის საექსპლუატაციო სიჩქარე, კმ/სთ;

B – ავტობუსის ნომინალური ტევადობა, ადამიანი;

γ – ავტობუსის ტევადობის გამოყენების კოეფიციენტი;

β – ავტობუსის გარბენის გამოყენების კოეფიციენტი;

α – ავტობუსის პარკის გამოყენების კოეფიციენტი.

მაგალითი. 2.19 ცხრილში მოყვანილი მონაცემების საფუძველზე შევადაროთ ავტობუსის ახალი და საბაზო მოდელების მთავარი მაჩვენებლები.

2.19 ცხრილში მოყვანილი რიცხვითი მნიშვნელობების (2.9) ფორმულაში ჩასმით მივიღებთ:

ავტობუსის ახალი მოდელის მთავარი მაჩვენებელი

$W_ა = 7 \cdot 42 \cdot 20 \cdot 0{,}6 \cdot 0{,}7 \cdot 0{,}5 \cdot 365 = 450702$ ადამ.-კმ;

საბაზო მოდელის მთავარი მაჩვენებელი

$W_ა = 8 \cdot 40 \cdot 25 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}6 \cdot 0{,}4 \cdot 365 = 350400$ ადამ.-კმ;

მიღებული შედეგები მეტყველებს, რომ ავტობუსის ახალი მოდელის ხარისხის დონე აღემატება საბაზოს.

ცხრილი 2.19

№	ერთეულოვანი მაჩვენებლის დასახელება, გაზომვის ერთეული	ერთეულოვანი მაჩვენებლის მნიშვნელობა	
		ახალი მოდელი P_i	საბაზო მოდელი $P_{\text{ბაზ}}$
1	განწესში ავტობუსის ყოფნის საშუალო ხანგრძლივობა, T_g, სთ	7	8
2	ავტობუსის საექსპლუატაციო სიჩქარე, υ_t, კმ/სთ	42	40
3	ავტობუსის ნომინალური ტევადობა, B, ადამიანი	20	25
4	ავტობუსის ტევადობის გამოყენების კოეფიციენტი, γ	0,6	0,5
5	ავტობუსის გარბენის გამოყენების კოეფიციენტი, β	0,7	0,6
6	ავტობუსის პარკის გამოყენების კოეფიციენტი, α	0,5	0,4

სამხერხაო ხე-ტყის მასალის ტრანსპორტაბელურობის კომპლექსური მაჩვენებლები შეგვიძლია წარმოვადგინოთ როგორც მათი რაოდენობა პარტიაში ($მ^3$-ში) ან მასა (კგ-ში).

პარტიაში სამხერხაო ხე-ტყის მასალის რაოდენობისათვის

$$Q_v = n \cdot L \cdot d \cdot h, \qquad (2.10)$$

სადაც L, d, h - ერთეულოვანი მაჩვენებლები სტანდარტული ზომის ფიცრების შესაბამისად სიგრძე, სიგანე და სისქეა, n - ფიცრების რაოდენობა.

პარტიაში სამხერხაო ხე-ტყის მასალის მასისათვის

$$Q_m = \rho \cdot v = \rho \cdot n \cdot L \cdot d \cdot h, \qquad (2.11)$$

სადაც ρ - მშრალი მერქნის ხარისხის ერთეულოვანი მაჩვენებელი (სიმკვრივე) $\rho \approx 7 \cdot 10^2$ კგ/ $მ^3$.

საძიებო-საბურღი დანადგარის განზოგადებული მთავარი მაჩვენებელი განისაზღვრება ფორმულით

$$L = T_0 \cdot \frac{T}{T + T_g + T \cdot K_{\text{პროფ}}} \cdot \upsilon, \qquad (2.12)$$

სადაც L ბურღვისას გავლაა გამოსადეგობის მთელი ვადის განმავლობაში, მ;

T_0 – გამოსადეგობის ვადა, სთ;

T – მტყუნებაზე ნამუშევარი, სთ;

$T_დ$ – ერთ მტყუნებაზე გაცდენის საშუალო დრო, სთ;

$K_{პროფ}$ – კოეფიციენტი, რომელიც გვიჩვენებს, რამდენი დროა საჭირო პროფილაქტიკაზე დანადგარის მუშაობის ერთ საათზე;

$υ$ – ბურღვის საშუალო სიჩქარე, მ/სთ.

მაგალითი. მთავარი მაჩვენებლის გამოყენებით შევადაროთ ახალი და საბაზოდ მიჩნეული საბურღი დანადგარები (2.20) ცხრილში მოყვანილი მონაცემების მიხედვით.

ცხრილი 2.20

საძიებო-საბურღი დანადგარების ხარისხის ერთეულოვანი მაჩვენებლები	ახალი დანადგარი	საბაზო დანადგარი
1. გამოსადეგობის ვადა (T_0), სთ	30000	28000
2. ნამუშევარი მტყუნებაზე (T), სთ	120	100
3. ერთ მტყუნებაზე გაცდენის საშუალო დრო ($T_დ$), სთ	2	3
4. პროფილაქტიკის კოეფიციენტი ($K_{პროფ}$)	0,01	0,02
5. ბურღის საშუალო სიჩქარე, ($υ$), მ/სთ;	0,40	0,42

(2.12) ფორმულით მოვძებნოთ განზოგადებული მთავარი მაჩვენებლები ახალი და საბაზო დანადგარებისათვის:

$$L_ა = 30000 \cdot \frac{120}{120+2+120\cdot 0{,}01} \cdot 0{,}4 = 30000 \cdot 0{,}974 \cdot 0{,}4 = 11688{,}3 \text{ მ};$$

$$L_{საბ} = 28000 \cdot \frac{100}{100+3+100\cdot 0{,}02} \cdot 0{,}42 = 28000 \cdot 0{,}952 \cdot 0{,}42 = 11195{,}5 \text{ მ};$$

ახალი საძებო-საბურღი დანადგარის ხარისხის დონისათვის მივიღებთ

$$K = \frac{L_ა}{L_{საბ}} = \frac{11688{,}3}{11195{,}5} = 1{,}044,$$

ე.ი. ახალი საძიებო-საბურღი დანადგარი საბაზოზე (1,044-1)·100 = 4,4 %–ით უკეთესია.

პროგრამული მართვის მქონე ლითონსაჭრელი ჩარხის ხარისხის კომპლექსური მაჩვენებელი გამოითვლება ფორმულით

$$D = \frac{60}{t} \cdot h_i, \qquad (2.13)$$

სადაც D ჩარხის მწარმოებლურობაა, ცალი /სთ;

t – ერთი ნამზადის (დეტალის) დამუშავებისათვის საჭირო დრო, წთ;

h_t – ჩარხის მწარმოებლურობის კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ძირითადი დროის წილს.

ერთი ნამზადის დამუშავებისათვის საჭირო დრო განისაზღვრება ფორმულით

$$t = \frac{\sum t_{მ}}{Z \cdot S} + \frac{\sum t_{გად}}{S} + \sum t_{მირ}, \qquad (2.14)$$

სადაც $t_{მ}$ პროგრამის შეყვანის დროა;

$t_{გად}$ – ჩარხის გადაწყობის დრო;

$t_{მირ}$ – ერთი ოპერაციის სამანქანო დრო;

S – სერიულობა (დეტალების რაოდენობა სერიაში);

Z – სერიების რაოდენობა.

საათების ხარისხის შეფასებისას ხშირად იყენებენ შეფასებით რიცხვს (N), რომელიც გამოითვლება ფორმულით:

$$N = 0{,}15 \cdot \upsilon_{max} + 0{,}1 \cdot P_{max} + c, \qquad (2.15)$$

სადაც υ_{max} იზოქრონული ცდომილებაა, რომელიც ახასიათებს საათის მუშაობის სიზუსტეს ერთ მდგომარეობაში დაქოქვის სხვადასხვა დონის დროს, წმ;

P_{max} – პოზიციური ცდომილება, რომელიც ახასიათებს საათის მუშაობის სიზუსტეს მდგომარეობის შეცვლისას, წმ;

c – ტემპერატურული კოეფიციენტი, რომელიც ახასიათებს საათის მუშაობის სიზუსტეს ტემპერატურის შეცვლისას, წმ/გრად.

რაც უფრო მეტია შეფასებითი რიცხვი, მით უარესია საათის ხარისხი.

მაგალითი. 2.21 ცხრილში მოყვანილი მონაცემების საფუძველზე შევადაროთ საათის ახალი (A) და საბაზო (B) მოდელები.

ცხრილში მოყვანილი რიცხვითი მნიშვნელობების ჩასმით (2.15) ფორმულაში მივიღებთ:

A მოდელისათვის $N_A = 0{,}15 \cdot 93 + 0{,}1 \cdot 82 + 5{,}1 = 27{,}25$;

B მოდელისათვის $N_B = 0{,}15 \cdot 145 + 0{,}1 \cdot 120 + 6 = 18$.

ვინაიდან შეფასებითი რიცხვი A მოდელისათვის აღემატება შეფასებით რიცხვს B მოდელისათვის, A მოდელის ხარისხი ჩამოუვარდება B მოდელის საათის ხარისხს.

ცხრილი 2.21

№	ერთეულოვანი მაჩვენებლის დასახელება, გაზომვის ერთეული	ერთეულოვანი მაჩვენებლის მნიშვნელობა	
		A მოდელისათვის	*B* მოდელისათვის
1	იზოქრონული ცდომილება, υ_{max}, წმ	93	145
2	პოზიციური ცდომილება, P_{max}, წმ	82	120
3	ტემპერატურული კოეფიციენტი c, წმ/გრად.	5,1	6

საფრანგეთში მსუბუქი ავტომობილის ტექნიკურ-ეკონომიკური შეფასებისათვის გამოიყენება ასეთი მაჩვენებელი – გარბენის 1 კილომეტრის თვითღირებულება K, რომელიც გამოითვლება ფორმულით:

$$K = \frac{EC}{100} + \frac{Hm+T}{Q} + \frac{A+R\cdot Z}{q} + F + \frac{Q}{q}(26+X+j+Y)\cdot\frac{P\cdot N}{q}, \quad (2.16)$$

სადაც E საწვავის 1 ლიტრის ღირებულებაა, ევრო;

C – ბენზინის ფაქტიური ხარჯი 100 კილომეტრზე, ლ;

H – სამანქანო ზეთის 1 ლიტრის ღირებულება, ევრო;

m – მომსახურებებს შორის გარბენის დროს ზეთის ხარჯი, ლ;

T – მანქანის შეზეთვის ღირებულება, ევრო;

Q – კილომეტრაჟი ზეთის ორ შეცვლას შორის, კმ;

A – ავტომობილის ღირებულება, ევრო;

R – აგტოფარეხის თვიური ღირებულება, ევრო;

Z – ეკონომიკური ეფექტი ავტომობილის გამოყენებისაგან, ევრო;

q – კილომეტრაჟი, რომელიც არჩეულია მასშტაბური ერთეულის სახით თვითღირებულების გამოთვლისათვის, კმ;

F – რემონტისა და ძარას შეკეთების პროგნოზირებადი ღირებულება 1 კილომეტრზე, ევრო;

X – წლიური დაზღვევა, ევრო;

γ – წლიური პროცენტი კაპიტალისაგან ავტომობილის შეძენაზე;

Y – წლიური დაბეგვრა, ევრო;

P – საბურავის ღირებულება, ევრო;

N – საბურავების რაოდენობა, რომელიც აუცილებელია კილომეტრებში გამოსახული გარკვეული განარბენისათვის, ცალი.

მაგალითი. კომპლექსური მეთოდით შევაფასოთ მსუბუქი ავტომანქანის ხარისხი, თუ ხარისხის მაჩვენებელთა მნიშვნელობები შესაფასებელი და საბაზო ავტომანქანებისათვის მოცემულია 2.22 ცხრილში.

ცხრილი 2.22

ხარისხის მაჩვენებელთა დასახელება, გაზომვის ერთეული	ახალი მოდელი	საბაზო მოდელი
საწვავის 1 ლიტრის ღირებულება (E), ევრო	0,5	0,4
ავტობინის ფაქტიური ხარჯი 100 კილომეტრზე (C), ლ;	7,5	8,0
სამანქანო ზეთის 1 ლიტრის ღირებულება (H), ევრო	1,0	1,0
მომსახურებებს შორის გარბენის დროს ზეთის ხარჯი (m), ლ	0,5	0,6
მანქანის შეზეთვის ღირებულება (T), ევრო	10	10
კილომეტრაჟი ზეთის ორ შეცვლას შორის (Q), კმ	6000	5000
ავტომობილის ღირებულება (A), ევრო	3000	2800
ავტოფარეხის თვიური ღირებულება (R), ევრო	30	30
ეკონომიკური ეფექტი ავტომობილის გამოყენებისაგან (Z), ევრო	400	400
კილომეტრაჟი (q), კმ	2000	2000
რემონტისა და ძარას შეკეთების პროგნოზირებადი ღირებულება (F), ევრო;	0,20	0,25
წლიური დაზღვევა (X), ევრო;	100	100
წლიური პროცენტი კაპიტალისაგან ავტომობილის შეძენაზე (j), %	8	7
წლიური დაბეგვრა (Y), ევრო;	30	30
საბურავის ღირებულება (P), ევრო;	20	25
საბურავების რაოდენობა, რომელიც აუცილებელია 40000 კმ გარბენისათვის (N), ცალი	4	4

ცხრილში მოყვანილი რიცხვითი მნიშვნელობების ჩასმით (2.16) ფორმულაში მივიღებთ:

ახალი მოდელისათვის

$$K_{ა} = \frac{0,5 \cdot 7,5}{100} + \frac{1,0 \cdot 0,5 + 10}{6000} + \frac{3000 + 30 \cdot 400}{2000} + 0,20 +$$

$$+ \frac{6000}{2000}(26 + 100 + 8 + 30) \cdot \frac{20 \cdot 4}{2000} = 27,42;$$

საბაზო მოდელისათვის

$$K_{საბ} = \frac{0,4 \cdot 8,0}{100} + \frac{1,0 \cdot 0,6 + 10}{5000} + \frac{2800 + 30 \cdot 400}{2000} + 0,25 +$$

$$+ \frac{5000}{2000}(26 + 100 + 7 + 30) \cdot \frac{25 \cdot 4}{2000} = 28,06.$$

ახალი მოდელის ავტომობილის ხარისხის დონისათვის მივიღებთ:

$$\frac{K_{ა}}{K_{საბ}} = \frac{27,42}{28,06} = 0,977,$$

ე.ი. ახალი მოდელი საბაზოზე $(1-0,977)\cdot 100 = 2,3\%$ -ით უარესია.

2.3.2.2. *ინტეგრალური მაჩვენებელი.* ინტეგრალური მაჩვენებელი გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როდესაც ცნობილია პროდუქციის ექსპლუატაციის (ან მოხმარების) შედეგად მიღებული სასარგებლო ეფექტი და ამ პროდუქციის შექმნასა და ექსპლუატაციაზე (მოხმარებაზე) საჭირო დანახარჯები.

პროდუქციის ექსპლუატაციის (ან მოხმარების) შედეგად მიღებული სასარგებლო ეფექტი შეიძლება გამოისახოს ნატურალურ ან ღირებულებით ერთეულებში. ნატურალურ ერთეულებში გამოსახული სასარგებლო ეფექტის მაგალითებია: ჩარხებისათვის – მწარმოებლურობა დეტალების რაოდენობაში; მჭრელი იარაღისათვის – ჯამური მედეგობა სრულ გაცვეთამდე საათებში; ელექტრონათურებისათვის – სინათლის ნაკადის ნამრავლი რესურსზე ლმ-სთ-ში; რეაქტორებისა და ტურბინებისათვის – გამომუშავებული ენერგიის რაოდენობა კვტ-სთ-ში; სათბობისათვის – თბოუნარი კალორიებში. სასარგებლო ეფექტი შეიძლება გადათვლილ იქნეს ღირებულებით ერთეულებში სათანადო სახელმძღვანელო დოკუმენტების მიხედვით.

დანახარჯები პროდუქციის ექსპლუატაციაზე (მოხმარებაზე) შეიცავენ დანახარჯებს ამ პროდუქციის მომსახურე პერსონალის შრომის ანაზღაურებაზე, დანახარჯებს სათბობსა და ენერგიაზე, დანახარჯებს ნედლეულსა და დამხმარე მასალებზე, დანახარჯებს საშუალო და კაპიტალურ რემონტზე და სხვა სახის დანახარჯებს.

ხარისხის დონე ინტეგრალური მაჩვენებლების შემთხვევაშიც შეფასების კომპლექსურ მეთოდში ტოლია შესაფასებელი პროდუქციისათვის გამოთვლილი ინტეგრალური მაჩვენებლის ფარდობისა წინასწარ დადგენილ საბაზო ინტეგრალურ მაჩვენებელთან (საბაზოდ მიჩნეული ნიმუშის ინტეგრალურ მაჩვენებელთან).

თუ პროდუქციის გამოსადეგობის ვადა ერთ წელზე ნაკლებია ($t<1$ წელი), მაშინ ინტეგრალური მაჩვენებელი გამოითვლება ფორმულით

$$J = \frac{Q}{K_0 + S_t}, \qquad (2.17)$$

სადაც Q პროდუქციის ექსპლუატაციის (ან მოხმარების) შედეგად მიღებული სასარგებლო ეფექტია, რომელიც გამოითვლება ამ პროდუქციის გამოსადეგობის მთლიანი ვადისათვის და გამოისახება როგორც ნატურალური, ასევე ღირებულებით ერთეულებში;

K_0 – პროდუქციის შექმნისათვის საჭირო ჯამური კაპიტა-

ლური (ერთდროული) დანახარჯები, რომელიც გამოისახება ღირებულებით ერთეულებში;

S_t – გამოსადეგობის მთელი ვადისათვის გამოთვლილი საექსპლუატაციო (მიმდინარე) დანახარჯები.

მაშასადამე, პროდუქციის ხარისხის ინტეგრალური მაჩვენებელი გვიჩვენებს, თუ რა სასარგებლო ეფექტი მოდის დანახარჯების ყოველ ლარზე.

მაგალითი 1. განვიხილოთ საბურღი ჩარხის ხარისხის ინტეგრალური მაჩვენებელი. ასეთი ჩარხის სასარგებლო ეფექტი განისაზღვრება მასში შესაძლებლობით გაბურღოს ექსპლუატაციის პერიოდში (ვთქვათ ერთ თვეში) მოცემული ზომის ნახვრეტების გარკვეული რაოდენობა. დაზგის დამზადებისას ჩატარებული გამოცდების შედეგად დადგინდა, რომ ექსპლუატაციის პერიოდის განმავლობაში დაზგა შეძლებს 7,5 მილიონი ნახვრეტის გაბურღვას 341 ასათი ლარი დანახარჯების პირობებში.

(2.17) ფორმულით გამოთვლილი ხარისხის ინტეგრალური მაჩვენებლისათვის მივიღებთ

$$J = \frac{7{,}5 \cdot 10^6}{341 \cdot 10^3} = 22 \quad \text{ნახვრეტი/ლარი.}$$

სათანადო მნიშვნელობა ეტალონური (საბაზო) დაზგისათვის ტოლია 24 ნახვრეტისა.

საბურღი ჩარხის ხარისხის დონე გამოითვლება ფორმულით

$$K = \frac{J}{J_{\text{საბ}}} = \frac{22}{24} = 0{,}92 \quad \text{ან} \quad 0{,}92\,\%,$$

ე.ი. 8 %-ით უარესია საბაზოზე.

მაგალითი 2. (2.17) ფორმულით გამოთვლილი ინტეგრალური მაჩვენებლის საშუალებით უნდა შევადაროთ გამანათებელი ელექტრონათურები. ძირითადი საწყისი მონაცემები გათვლისათვის მოცემულია 2.23 ცხრილში

ცხრილი 2.23

ხარისხის მაჩვენებლების დასახელება, გაზომვის ერთეული	შესაფასებელი ნათურა	საბაზო ნიმუში
სიმძლავრე, ვტ	40	100
სინათლის ნაკადი, ლმ	3000	1400
საშუალო რესურსი, სთ	5000	1200
ნათურის ღირებულება, ლარი	2,0	0,3
რესურსის განმავლობაში მოხმარებული ელექტროენერგიის ღირებულება, ლარი	8,0	4,8

ჯამური სასარგებლო ეფექტის სახით ამ მაგალითში მივიჩნიოთ სინათლის ნაკადის ნამრავლი რესურსზე. (2.17) ფორმულის მიხედვით გამოთვლის შედეგად მივიღებთ:

შესაფასებელი 40 ვატიანი ნათურის ხარისხის ინტეგრალური მაჩვენებლისათვის

$$J = \frac{3000 \cdot 5000}{2{,}0 + 8{,}0} = 15 \cdot 10^5 \ \frac{\text{ლმ . სთ}}{\text{ლარი}},$$

საბაზო 100 ვატიანი ნიმუშისათვის

$$J_{\text{საბ}} = \frac{1400 \cdot 1200}{0{,}3 + 4{,}8} = 3{,}3 \cdot 10^5 \ \frac{\text{ლმ . სთ}}{\text{ლარი}}.$$

ხარისხის დონე გამოითვლება ფორმულით

$$K = \frac{J}{J_{\text{საბ}}} = \frac{15 \cdot 10^5}{3{,}3 \cdot 10^5} = 4{,}54 \approx 4{,}5,$$

ე.ი. შესაფასებელი ნათურის ინტეგრალური მაჩვენებელი 4,5-ჯერ აღემატება საბაზო ნიმუშის ხარისხის ინტეგრალურ მაჩვენებელს.

მაგალითი 3. გამანათებელი ელექტრონათურების ინტეგრალური მაჩვენებელი იმ შემთხვევაში, თუ ჯამური სასარგებლო ეფექტის სახით მივიჩნევთ ერთი ნათურის ნათების საშაულო დროს, გამოითვლება ფორმულით

$$J = \frac{Q}{K_0 + S_t} = \frac{t_{\text{საშ}}}{c_1 + c_2}, \qquad (2.18)$$

სადაც $Q = t_{\text{საშ}}$ ერთი ნათურის ნათების საშუალო დროა, სთ;

$K_0 = c_1$ – ერთი ნათურის დამზადების საშუალო ღირებულება, თეთრი;

$S_t = c_2$ – ერთი ნათურის ექსპლუატაციის (შეცვლის) საშუალო ღირებულება, თეთრი.

განვიხილოთ ელექტრონათურის ინტეგრალური მაჩვენებლის ცვლილება ექსპლუატაციის პირობების მიხედვით. ცხადია, რომ ერთი და იმავე ტიპის ელექტრონათურის ახლით შეცვლის ღირებულება სხვადასხვაა იმის და მიხედვით, თუ სად გამოიყენება ის. სათავსში ნათურის შეცვლის ღირებულება პრაქტიკულად ნულის ტოლია, ხოლო სასიგნალოდ მისი გამოყენებისას მაღლივი შენობის შპილზე შეიძლება აღწევდეს საკმაოდ დიდ თანხას. 2.24 ცხრილში სამი ტიპის ნათურისათვის 500 საათიანი, 1000 საათიანი და 1500 საათიანი რესურსით, რომელთა დამზადების საშუალო ღირებულება შეადგენს შესაბამისად 25, 40 და 100 თეთრს და ამ ნათურების შეცვლის ღირებულება ერთ შემთხვევაში შეადგენს 0 თეთრს, ხოლო მეორე შემთხვევაში 100 თეთრს გამოთვლილია ინტეგრალური მაჩვენებლები, რომლებიც 2.24 ცხრილის ბოლო სვეტშია მოცემული.

ცხრილი 2.24

ნათურის ტიპი	$t_{\text{საშ}}$, სთ	c_1, თეთრი	c_2, თეთრი	J
A	500	25	0	20
B	1000	40	0	25
C	1500	100	0	15
A	500	25	100	4,0
B	1000	40	100	7,1
C	1500	100	100	7,5

$$J_1 = \frac{500}{25+0} = 20; \quad J_2 = \frac{1000}{40+0} = 25; \quad J_3 = \frac{1500}{100+0} = 15;$$

$$J_4 = \frac{500}{25+100} = 4{,}0; \quad J_5 = \frac{1000}{40+100} = 7{,}1; \quad J_6 = \frac{1500}{100+100} = 7{,}5.$$

ბოლო სვეტში მიღებული მონაცემების ანალიზი საშუალებას გვაძლევს გავაკეთოთ დასკვნა იმის შესახებ, რომ ექსპლუატაციის პირობების მიხედვით (ე.ი. ნათურის შეცვლის ღირებულების მიხედვით) ინტეგრალურ მაჩვენებელს საუკეთესო მნიშვნელობა აქვს სხვადასხვა რესურსისა და დამზადების ღირებულების დროს. c_2=0-ის შემთხვევაში (ე.ი. სათავსში ნათურის შეცვლისას) ინტეგრალურ მაჩვენებელს საუკეთესო მნიშვნელობა აქვს როდესაც $t_{ს.შ}$=1000 სთ და c_1=40 თეთრს; c_2=100 თეთრის დროს (ე.ი. მაღლივი შენობის შპილზე ნათურის შეცვლისას) – $t_{ს.შ}$=1500 სთ და c_1=100 თეთრს.

მაგალითი 4. საძიებო-საბურღი დანადგარის ინტეგრალური მაჩვენებელი შეგვიძლია გამოვითვალოთ ფორმულით

$$J = \frac{L}{C}, \tag{2.19}$$

სადაც L ბურღვისას გავლაა გამოსადეგობის მთელი ვადის განმავლობაში,მ;

C – დანახარჯები საბურღი დანადგარის დამზადებასა და ექსპლუატაციაზე, ლარი;

$$L = t \cdot \upsilon, \tag{2.20}$$

υ – ბურღვის საშუალო სიჩქარე, მ/სთ;

t – უმტყუნებო მუშაობის ხანგრძლივობა, სთ;

$$t = T_0 \cdot K_ვ, \tag{2.21}$$

T_0 – გამოსადეგობის ვადა;

$K_ვ$ – ტექნიკური გამოყენების კოეფიციენტი;

$$K_ვ = \frac{T}{T + T_დ + T \cdot K_{პროფ}}, \tag{2.22}$$

სადაც T მტყუნებაზე ნამუშევარია, სთ;

$T_დ$ – ერთ მტყუნებაზე გაცდენის საშუალო დრო, სთ;

$K_{პროფ}$ – კოეფიციენტი, რომელიც გვიჩვენებს რამდენი დროა საჭირო პროფილაქტიკაზე დანადგარის მუშაობის ერთ საათზე.

მაშასადამე

$$L = T_0 \cdot \frac{T}{T + T_დ + T \cdot K_{პროფ}} \cdot \upsilon. \tag{2.23}$$

ჯამური დანახარჯები დამზადებასა და ექსპლუატაციაზე (C) გამოითვლება ფორმულით

$$C = C_1 + C_2 \cdot K_{ბ} \cdot T_0 + C_3 \cdot m \cdot T_{დ}, \qquad (2.24)$$

სადაც C_1 დანადგარის დამზადების ღირებულებაა, ლარი;

C_2– ექსპლუატაციის 1 საათის საშუალო ღირებულება, ლარი;

C_3– რემონტის გამო გაცდენის 1 საათის საშუალო ღირებულება, ლარი;

m– მტყუნებათა რაოდენობა

$$m = \frac{K_{ბ} \cdot T_0}{T}, \qquad (2.25)$$

მაგალითისათვის გამოვითვალოთ საბურღი დანადგარის ინტეგრალური მაჩვენებელი შემდეგი მონაცემების მიხედვით:

$\upsilon = 0{,}5$ მ/სთ; T_0=26280 სთ; T=100 სთ; $T_{დ}$=3 სთ; $K_{ვროშ}$=0,01;
C_1=50000 ლარი; C_2=10 ლარი; C_3=20 ლარი.

(2.23) ფორმულით მივიღებთ

$$L = 26280 \cdot \frac{100}{100 + 3 + 100 \cdot 0{,}01} \cdot 0{,}5 = 12654 \text{ მ}.$$

(2.24) ფორმულის თანახმად

$$C = 50000 + 10 \cdot 0{,}96 \cdot 26280 + 20 \cdot 0{,}96 \cdot 3 = 317425 \text{ ლარი}.$$

ამრიგად, განსახილველი საბურღი დანადგარის ინტეგრალური მაჩვენებელი ტოლია

$$J = \frac{12654}{317425} = 0{,}039 \text{ მ/ლარი},$$

ე.ი. დანახარჯები 0,039 მეტრის გავლაზე შეადგენს 1 ლარს ან

$$J' = \frac{C}{L} = \frac{317425}{12654} = 25{,}6 \text{ ლარი/მ},$$

ე.ი. გავლის 1 მ ღირს 25,6 ლარი.

როდესაც პროდუქციის გამოსადეგობის ვადა აღემატება ერთ წელს ($t > 1$ წელი), ინტეგრალური მაჩვენებლის განსაზღვრისათვის გამოიყენება ფორმულა

$$J = \frac{Q}{K_0 \cdot \varphi(t) + S_t}, \qquad (2.26)$$

სადაც Q, K_0 და S_t იგივეა, რაც (2.17) ფორმულისათვის, ე.ი. შეეხება ექსპლუატაციის ერთ წელს;

$\varphi(t)$ – შესწორების კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია პროდუქციის გამოსადეგობის ვადაზე (წლების t რაოდენობაზე) და გამოითვლება ფორმულით

$$\varphi(t)=\frac{(1+E_6)^t}{\sum_{i=1}^{t}(1+E_6)^i},$$

სადაც E_6 ეკონომიკური ეფექტურობის ნორმატიული კოეფიციენტი 0,12-ის ტოლადაა მიჩნეული.

თუ t=1 წელს $\varphi(1)=\frac{(1+0,12)^1}{(1+0,12)^1}=1$ და (2.26) ფორმულა მიიღებს (2.17) ფორმულის სახეს.

თუ t=2 წელს

$$\varphi(2)=\frac{(1+0,12)^2}{(1+0,12)^1+(1+0,12)^2}=\frac{1,254}{1,12+1,254}=\frac{1,254}{2,374}=0,528.$$

მსგავსად გამოთვლილი შესწორების კოეფიციენტების მნიშვნელობები წლების სხვა რაოდენობისათვის მოცემულია 2.25 ცხრილში

ცხრილი 2.25

შესწორების კოეფიციენტის დამოკიდებულება გამოსადეგობის ვადაზე

t	$\varphi(t)$		t	$\varphi(t)$		t	$\varphi(t)$	
	E_6=0,12	E_6=0,15		E_6=0,12	E_6=0,15		E_6=0,12	E_6=0,15
1	1,000	1,000	9	0,168	0,173	17	0,125	0,142
2	0,528	0,535	10	0,158	0,166	18	0,123	0,140
3	0,372	0,381	11	0,150	0,160	19	0,121	0,139
4	0,294	0,305	12	0,144	0,158	20	0,120	0,138
5	0,248	0,260	13	0,139	0,152	21	0,118	0,137
6	0,217	0,230	14	0,136	0,149	22	0,117	0,136
7	0,196	0,194	15	0,131	0,146	23	0,116	0,135
8	0,180	0,182	16	0,128	0,144	24	0,115	0,134

განტოლება (2.26) სამართლიანია შემდეგი დაშვებებისას: ა) პროდუქციის ექსპლუატაციის (მოხმარების) შედეგად მიღებული სასარგებლო ეფექტის მნიშვნელობა ყოველწლიურად მუდმივია; ბ) ყოველწლიური საექსპლუატაციო დანახარჯები მუდმივია; გ) გამოსადეგობის ვადა შეადგენს წლების მთელ რიცხვს.

მაგალითი. შევადაროთ ორი ლითონსაჭრელი დაზგის ინტეგრალური მაჩვენებლები 2.26 ცხრილში წარმოდგენილი მონაცემების საფუძველზე

ცხრილი 2.26

№	ხარისხის მაჩვენებლის დასახელება, გაზომვის ერთეული	მაჩვენებლის მნიშვნელობა	
		ახალი დაზგა, P_i	საბაზო დაზგა, $P_{i\text{საბ}}$
1	წლიური მწარმოებლურობა (Q), ათასი დეტალი	26	32
2	დაზგის ღირებულება (K_0), ლარი	4500	5300
3	წლიური დანახარჯები რემონტზე (S_{t1}), ლარი	200	260
4	სხვა წლიური საექსპლუატაციო დანახარჯები (S_{t2}), ლარი	80	100
5	გამოსადეგობის ვადა (t), წელი	7	10

ლითონსაჭრელი დაზგისათვის (2.26) ფორმულით განსაზღვრული ინტეგრალური მაჩვენებლის მნიშვნელობებისათვის მივიღებთ:

ახალი დაზგისათვის

$$J = \frac{26}{4500 \cdot 0{,}196 + (200 + 80)} = 0{,}0224 \quad \text{ათასი დეტ./ლარი;}$$

საბაზო დაზგისათვის

$$J = \frac{32}{5300 \cdot 0{,}158 + (260 + 100)} = 0{,}0267 \quad \text{ათასი დეტ./ლარი.}$$

როგორც გამოთვლებმა გვიჩვენა, საბაზო დაზგის ინტეგრალური მაჩვენებელი მეტია, ვიდრე ახალი დაზგისა. მაშასადამე, მიუხედავად იმისა, რომ ახალი დაზგის თვითღირებულება და წლიური დანახარჯები ნაკლებია საბაზოზე, უფრო ხელსაყრელია საბაზო ნიმუშის გამოყენება.

როდესაც პროდუქციის გამოსადეგობის ვადა აღემატება ერთ წელს ($t > 1$ წელი), პროდუქციის ექსპლუატაციის (მოხმარების) შედეგად მიღებული სასარგებლო ეფექტის მნიშვნელობა და ყოველწლიური საექსპლუატაციო დანახარჯები მუდმივი არ არის, ინტეგრალური მაჩვენებლის განსაზღვრისათვის გამოიყენება ფორმულა

$$J = \frac{\sum_{i=1}^{t} Q_i (1 + E_6)^i}{K_0 (1 + E_6)^t + \sum_{i=1}^{t} S_i (1 + E_6)^i}, \qquad (2.27)$$

სადაც $\alpha_i = (1 + E_6)^i$ სხვადასხვა დროს მომხდარი დანახარჯების ერთ წელთან დაყვანის (დისკონტირების) კოეფიციენტია, E_6 – დაყვანის ნორმაა (ჩვეულებრივ E_6=0,12 ან E_6=0,15). დისკონტირების კოეფიციენტების მნიშვნელობები E_6=0,12 და E_6=0,15-ისათვის მოცემულია 2.27 ცხრილში.

ცხრილი 2.27

$\alpha(t)$		t	$\alpha(t)$		t	$\alpha(t)$	
$E_6=0{,}12$	$E_6=0{,}15$		$E_6=0{,}12$	$E_6=0{,}15$		$E_6=0{,}12$	$E_6=0{,}15$
1,120	1,150	9	2,773	3,518	17	6,866	10,761
1,254	1,322	10	3,106	4,046	18	7,690	12,375
1,405	1,521	11	3,478	4,652	19	8,613	14,232
1,574	1,749	12	3,896	5,350	20	9,646	16,366
1,762	2,011	13	4,363	6,153	21	10,804	18,822
1,974	2,313	14	4,887	7,076	22	12,100	21,644
2,211	2,660	15	5,474	8,137	23	13,552	24,891
2,476	3,059	16	6,130	9,358	24	15,179	28,625

მაგალითი. შეადარეთ ორი ჩარხის ინტეგრალური მაჩვენებლები 228 ცხრილში მოყვანილი მონაცემების მიხედვით.

ცხრილი 2.28

მაჩვენებელთა დასახელება	მაჩვენებელთა მნიშვნელობები		მაჩვენებელთა დასახელება	მაჩვენებელთა მნიშვნელობები	
	ახალი ჩარხ.	საბაზო ჩარხ.		ახალი ჩარხ.	საბაზო ჩარხ.
1. წლიური მწარმოებლურობა, ათასი დეტალი			4. წლიური დანახარჯები რემონტზე, ლარი		
I წელი	22	20	I წელი	100	150
II წელი	21	18	II წელი	110	200
III წელი	20	16	III წელი	120	250
IV წელი	19		IV წელი	130	
V წელი	18		V წელი	140	
2. მტყუნებისაგან გაცდენის დრო, %			5. სხვა წლიური საექსპლუატაციო დანახარჯები		
I წელი	4,0	6,0	I წელი	200	250
II წელი	3,5	6,5	II წელი	210	270
III წელი	5,0	8,0	III წელი	220	290
IV წელი	5,5		IV წელი	230	
V წელი	6,0		V წელი	240	
3. ჩარხის ღირებულება, ასათი ლარი	10000	6000	6. გამოსადეგობის ვადა, წელი	5	3

წლიური ეფექტი ჩარხების ექსპლუატაციისაგან მტყუნებებისაგან გაცდენების გათვალისწინებით შეადგენს:

ახალი ჩარხისათვის

I წელი 22(1-0,04)=21,12 ათ. დეტალი;

II წელი 21(1-0,035)=20,26 ათ. დეტალი;

III წელი 20(1-0,05)=19,00 ათ. დეტალი;

IV წელი 19(1-0,055)=17,96 ათ. დეტალი;
V წელი 18(1-0,06)=16,92 ათ. დეტალი.

საბაზო ჩარხისათვის

I წელი 20(1-0,06)=18,80 ათ. დეტალი;
II წელი 18(1-0,065)=16,83 ათ. დეტალი;
III წელი 16(1-0,08)=14,72 ათ. დეტალი.

ყოველწლიური ჯამური დანახარჯები S შედგება რემონტზე და საექსპლუატაციო დანახარჯების ჯამისაგან და შეადგენს:

ახალი ჩარხისათვის

I წელი S_1=100+200=300 ლარი;
II წელი S_2=110+210=320 ლარი;
III წელი S_3=120+220=340 ლარი;
IV წელი S_4=130+230=360 ლარი;
V წელი S_5=140+240=380 ლარი.

საბაზო ჩარხისათვის

I წელი $S_{1საბ}$=150+250=400 ლარი;
II წელი $S_{2საბ}$=200+270=470 ლარი;
III წელი $S_{3საბ}$=250+290=540 ლარი.

მაშინ (2.27) ფორმულის თანახმად $E_ნ$=0,15–ის გათვალისწინებით ახალი და საბაზო ჩარხის ინტეგრალური მაჩვენებლებისათვის მივიღებთ:

$$J_ა = \frac{21{,}12(1+0{,}15)+20{,}26(1+0{,}15)^2+19{,}00(1+0{,}15)^3+17{,}96(1+0{,}15)^4+16{,}92(1+0{,}15)^5}{10000(1+0{,}15)^5+300(1+0{,}15)+320(1+0{,}15)^2+340(1+0{,}15)^3+360(1+0{,}15)^4+380(1+0{,}15)^5} =$$

$$= \frac{21{,}12\cdot 1{,}15+20{,}26\cdot 1{,}322+19{,}00\cdot 1{,}521+17{,}96\cdot 1{,}749+16{,}92\cdot 2{,}011}{10000\cdot 2{,}011+300\cdot 1{,}15+320\cdot 1{,}322+340\cdot 1{,}521+360\cdot 1{,}749+380\cdot 2{,}011} =$$

$$= \frac{24{,}29+26{,}78+28{,}90+31{,}41+34{,}03}{20110+345+423{,}04+517{,}14+629{,}64+764{,}18} = \frac{145{,}41}{22789} = 0{,}00638 \quad \text{ათასი დეტ./ ლარი;}$$

$$J_{საბ} = \frac{18{,}80(1+0{,}15)+16{,}83(1+0{,}15)^2+14{,}72(1+0{,}15)^3}{6000(1+0{,}15)^3+400(1+0{,}15)+470(1+0{,}15)^2+540(1+0{,}15)^3} =$$

$$= \frac{18{,}80\cdot 1{,}15+16{,}83\cdot 1{,}322+14{,}72\cdot 1{,}521}{6000\cdot 1{,}521+400\cdot 1{,}15+470\cdot 1{,}322+540\cdot 1{,}521} =$$

$$= \frac{21{,}62+22{,}25+22{,}39}{9126+460+621{,}34+821{,}34} = \frac{66{,}26}{11028{,}68} = 0{,}00601 \quad \text{ათასი დეტ./ ლარი.}$$

მიღებული შედეგები გვიჩვენებენ, რომ ახალი ჩარხის დიდი ღირებულების მიუხედავად ის უფრო მომგებიანია საბაზოზე. ახალი ჩარხის ხარისხის დონე განისაზღვრება ფორმულით

$$K = \frac{J}{J_{საბ}} = \frac{0{,}00638}{0{,}00601} = 1{,}063,$$

ე.ი. (1,063-1)·100=6,3 %-ით უკეთესია საბაზოზე.

პროდუქციის ზოგიერთი სახეობისათვის, მაგალითად ტელევიზორებისათვის, რადიომიმღებებისათვის, საზომი ხელსაწყოებისათვის, ავეჯისათვის და სხვ., სასარგებლო ეფექტის სიდიდის განსაზღვრა სიძნელეებთანაა დაკავშირებული. ამ შემთხვევაში შესაფასებელი პროდუქციის ხარისხის ინტეგრალური მაჩვენებელი გამოითვლება შემდეგნაირად.

საბაზო ნიმუშის ხარისხის ინტეგრალურ მაჩვენებელს მიიჩნევენ ერთის ტოლად, მაშინ (2.26)-ის თანახმად მივიღებთ

$$Q_{საბ} = K_{0საბ} \cdot \varphi(t) + S_{საბ} . \qquad (2.28)$$

დავუშვათ ახალი ნიმუში განსხვავდება საბაზოსაგან h თვისებით, რომელიც შეიძლება შეფასდეს ექსპერიმენტული გზით და m თვისებით, რომელიც ხასიათდება ხარისხის გაზომვადი $P_j(j=1,2,\ldots,m)$ მაჩვენებლებით.

ახალი ნიმუშის საბაზოსაგან მცირე განსხვავების შემთხვევაში ახალი ნიმუშისათვის შეგვიძლია ჩავწეროთ

$$Q = Q_{საბ} + \sum_{i=1}^{h} \Delta Q_i + \sum_{j=1}^{m} \Delta Q_j , \qquad (2.29)$$

სადაც ΔQ_i, ΔQ_j – ახალი ნიმუშის ცალკეული თვისებების განსხვავებით გამოწვეული დანამატებია.

ΔQ_i დანამატებს ვეძებთ ფორმულით

$$\Delta Q_i = \gamma_i \cdot Q_{საბ} , \qquad (2.30)$$

სადაც γ_i კოეფიციენტები მოიძებნება საექსპერტო გზით.

ΔQ_j დანამატები მოიძებნება ფორმულით

$$\Delta Q_j = \delta_j \cdot Q_{საბ} \frac{\Delta P_j}{P_{jსაბ}} , \qquad (2.31)$$

სადაც

$$\Delta P_j = P_j - P_{jსაბ} , \qquad (2.32)$$

δ_j კოეფიციენტები აგრეთვე მოიძებნება საექსპერტო გზით.

(2.30)-(2.32)-ის გათვალისწინებით (2.29) ფორმულა მიიღებს შემდეგ სახეს

$$Q = Q_{საბ}\left(1 + \sum_{i=1}^{h} \gamma_i + \sum_{j=1}^{m} \delta_j \frac{\Delta P_j}{P_{jსაბ}}\right), \qquad (2.33)$$

(2.26) ფორმულით გამოთვლილი ინტეგრალური მაჩვენებლის სიდიდის მიხედვით შესაფასებელი პროდუქციის ხარისხის დონის შესახებ გამოვიტანთ შემდეგ დასკვნებს:

თუ $J>1$ – შესაფასებელი ნიმუში საბაზოზე უკეთესია;

თუ $J<1$ – შესაბამისი ნიმუში საბაზოზე უარესია.

მაგალითი. ინტეგრალური მაჩვენებლების გამოყენებით უნდა შევაფასოთ ორი მაცივარი, რომელთა ძირითადი მონაცემები მოცემულია 2.29 ცხრილში

ცხრილი 2.29

ხარისხის მაჩვენებლების დასახელება, გაზომვის ერთეული	მაჩვენებელთა მნიშვნელობა	
	ახალი ნიმუშის	საბაზო ნიმუშის
სამაცივრო კამერის მოცულობა, ლ	150	120
საყინულე კამერის მოცულობა, ლ	16	11
გამოსადეგობის საშუალო ვადა, წელი	12	10
მაცივრის ღირებულება, ლარი	250	200
წლიური საექსპლუატაციო დანახარჯები, ლარი	18	15

მაცივრის ახალი ნიმუში საბაზოსაგან განსხვავდება ორი თავისებურებით: ა) ახალი ნიმუშის ესთეტიკური მაჩვენებლები საბაზოზე უკეთესია გარე გაფორმებისა და ფორმის ხარჯზე; ბ) ახალი ნიმუშის ერგონომიკული მაჩვენებლები საბაზოზე უკეთესია ყინულის გალღობისა და დაგროვილი ყინულის მოსაშორებელი ავტომატური მოწყობილობის არსებობის გამო.

ჯამური სასარგებლო ეფექტი საბაზო ნიმუშის გამოყენებისაგან (2.28) ფორმულისა და 2.29 ცხრილის მონაცემების თანახმად იქნება

$$Q_{საბ} = 200 \cdot 0{,}158 + 15 = 46{,}6 \text{ ლარი.}$$

საექსპერტო გზით დადგენილია:

ესთეტიკური კოეფიციენტი $\gamma_1 = 0{,}05$;

ერგონომიკული კოეფიციენტი $\gamma_2 = 0{,}07$;

სამაცივრო კამერის მოცულობის ზრდის კოეფიციენტი $\delta_1 = 0{,}6$;

საყინულე კამერის მოცულობის ზრდის კოეფიციენტი $\delta_2 = 0{,}4$.

(2.32) ფორმულით განვსაზღვროთ შესაფასებელი მაცივრის ხარისხის მაჩვენებლების ცვლილებები:

$$\Delta P_1 = 150 - 120 = 30; \quad \Delta P_2 = 16 - 11 = 5.$$

შესაფასებელი მაცივრის ჯამური სასარგებლო ეფექტი (2.33) ფორმულის თანახმად ტოლია

$$Q = 46{,}6 \cdot \left(1 + 0{,}05 + 0{,}07 + 0{,}6 \cdot \frac{30}{120} + 0{,}4\frac{5}{11}\right) = 67{,}6 \text{ ლარი.}$$

შესაფასებელი მაცივრის ხარისხის ინტეგრალური მაჩვენებლის მნიშვნელობა (2.26) ფორმულის თანახმად იქნება

$$J = \frac{67,6}{250 \cdot 0,144 + 18} = 1,25.$$

ამრიგად, ახალი მაცივარი ხასიათდება ხარისხის ინტეგრალური მაჩვენებლის ზრდით 25 %-ით საბაზო ნიმუშთან შედარებით (რომლის ინტეგრალური მაჩვენებლის მნიშვნელობა განსახილველი მეთოდის თანახმად ერთის ტოლად იყო მიჩნეული).

2.3.2.3. ***საშუალოდ აწონილი მაჩვენებლები.*** საშუალოდ აწონილი მაჩვენებლები გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როდესაც ძნელია ან შეუძლებელია ფუნქციური დამოკიდებულების აგება ხარისხის მთავარ და საწყის მაჩვენებლებს შორის, მაგრამ შესაძლებელია გასაშუალოებული მაჩვენებლების წონადობის მნიშვნელობების (ობიექტის ხარისხში ამა თუ იმ მაჩვენებლის მნიშვნელოვნობის) განსაზღვრა.

არსებობს საშუალოდ აწონილი მაჩვენებლების სხვადასხვა სახეები: საშუალოდ აწონილი არითმეტიკული, საშუალოდ აწონილი გეომეტრიული, საშუალოდ აწონილი კვადრატული, საშუალოდ აწონილი ჰარმონიული და სხვ.

განვიხილოთ საშუალოდ აწონილი არითმეტიკული და გეომეტრიული მაჩვენებლები.

საშუალოდ აწონილი არითმეტიკული მაჩვენებელი გამოითვლება შემდეგი ფორმულებით

$$U = \sum_{i=1}^{n} g_i \cdot P_i , \tag{2.34}$$

ან

$$U = \sum_{i=1}^{n} g_i \cdot q_i , \tag{2.35}$$

საშუალოდ აწონილი გეომეტრიული მაჩვენებელი გამოითვლება შემდეგი ფორმულებით

$$V = \prod_{i=1}^{n} (P_i)^{g_i} , \tag{2.36}$$

ან

$$V = \prod_{i=1}^{n} (q_i)^{g_i} , \tag{2.37}$$

სადაც n განხილული ხარისხის მაჩვენებლების რაოდენობაა;

P_i – პროდუქციის ხარისხის i–ური მაჩვენებლის აბსოლუტური მნიშვნელობა;

q_i – ხარისხის i–ური მაჩვენებლის ფარდობითი მნიშვნელობა, რომელიც განისაზღვრება (2.6) ან (2.8) ფორმულების მეშვეობით (ე.ი. $q_i = P_i / P_{\text{ბაზ}}$ ან $q_i = P_{\text{ბაზ}} / P_i$);

g_i – ხარისხის i–ური მაჩვენებლის წონადობის პარამეტრი.

წონადობის პარამეტრი წარმოადგენს რაოდენობრივ მახასიათებელს, რომელიც გვიჩვენებს, თუ რამდენად მნიშვნელოვანია მოცემული ხარისხის მაჩვენებელი სხვა მაჩვენებლებთან შედარებით. წონადობის პარამეტრი შეიძლება იყოს როგორც განზომილებიანი (მაგალითად, გამოსახული ფულად ერთეულებში), ასევე უგანზომილებო. წონადობის პარამეტრები დგინდება პროდუქციის ხარისხის შეფასებამდე და შეირჩევა ისეთნაირად, რომ მათი ჯამი ტოლი იყოს ერთის ან ნებისმიერი სხვა რიცხვის (მაგალითად, 10, 40 ან 100), ან წონადობის ერთ-ერთი პარამეტრი უნდა მივიღოთ ერთის ტოლად, ხოლო დანარჩენები გამოვსახოთ ერთის ნაწილებში. იმ შემთხვევაში, როდესაც წონადობის პარამეტრები აკმაყოფილებენ პირობას $\sum_{i=1}^{n} g_i = 1$, მათ უწოდებენ *წონადობის კოეფიციენტებს*. ვინაიდან მომხმარებელთა მოთხოვნები ნაკეთობების მიმართ დროთა განმავლობაში იცვლება, ცალკეული მაჩვენებლების წონადობის პარამეტრები (კოეფიციენტები) მუდმივი არ არის. ნაკეთობების მიმართ შეცვლილი მოთხოვნების გასათვალისწინებლად ამ პარამეტრების (კოეფიციენტების) პერიოდული გადახედვაა საჭირო.

წონადობის პარამეტრების (კოეფიციენტების) განსაზღვრისას შეიძლება გამოვიყენოთ შემდეგი მეთოდები: *ა)* საექსპერტო; *ბ)* პარამეტრული და ღირებულებითი რეგრესიული დამოკიდებულებების; *გ)* ზღვრული და ნომინალური მნიშვნელობების; *დ)* ეკვივალენტური შეფარდებების. ხარისხის მაჩვენებლების წონადობის პარამეტრების (კოეფიციენტების) განსაზღვრა საექსპერტო მეთოდით განხილული იყო 2.1.2 ქვეპუნქტში (უფრო დეტალურად წონადობის პარამეტრების (კოეფიციენტების) განსაზღვრის მეთოდები განხილულია დანართში დ.1.

(2.34) ფორმულით პროდუქციის ხარისხის დონის შეფასების კომპლექსური მეთოდი ფართოდ გამოიყენება საკვები პროდუქტების, პარფიუმერიული და საფეიქრო ნაკეთობების, ავეჯის და სხვ. ხარისხის შეფასებისას, ე.ი. იმ შემთხვევებში, როდესაც ხარისხის მაჩვენებელთა შეფასება ძირითადად ხდება ორგანოლეპტიკური მეთოდით.

მაგალითი. ფეხსაცმლის ხარისხი განისაზღვრება სამი მაჩვენებლით: P_1 – გარე შესახედაობის მაჩვენებელი; P_2 – სილუეტის მაჩვენებელი; P_3 – შიგა გაწყობის მაჩვენებელი. სამივე მაჩვენებლის შეფასება ხდება ბალებით (ქულებით). ამ სამი მაჩვენებლისათვის დადგენილია წონადობის პარამეტრები: $g_1=5$, $g_2=3$, $g_3=2$.

შვიდი პიროვნებისაგან შემდგარი საექსპერტო კომისიის მიერ ფეხსაცმლის ნიმუშის ხარისხის შეფასების მაგალითი მოცემულია 2.30 ცხრილში.

ცხრილი 2.30

ექსპერტები	ექსპერტების შეფასებები ბალებში		
	P_1	P_2	P_3
პირველი	5	4	5
მეორე	4	3	4
მესამე	4	3	3
მეოთხე	3	4	3
მეხუთე	5	5	4
მეექვსე	4	4	5
მეშვიდე	5	3	4
საშუალო შეფასებები	4,3	3,7	4

(2.34) ფორმულით გამოვითვალოთ ხარისხის საშუალოდ აწონილი არითმეტიკული კომპლექსური მაჩვენებელი:

$$U = 4{,}3 \cdot 5 + 3{,}7 \cdot 3 + 4 \cdot 2 = 40{,}6 \text{ ბალი.}$$

თუ საბაზო ნიმუშის ხარისხის მაჩვენებელია $U_{საბ}$=30 ბალი, მაშინ ფეხსაცმლის განსახილველი ნიმუშის ხარისხის დონე განისაზღვრება ფარდობითი მაჩვენებლით

$$K = \frac{U}{U_{საბ}} = \frac{40{,}6}{30} = 1{,}35,$$

ე.ი. განსახილველი ნიმუში 35 %–ით უკეთესია საბაზოზე.

(2.35) ფორმულით პროდუქციის ხარისხის დონის შეფასებისას უნდა გავითვალისწინოთ, რომ კომპლექსური მეთოდის საშუალოდ აწონილი არითმეტიკული ვარიანტის გამოყენება მოსახერხებელია მხოლოდ მაშინ, როდესაც P_i და $P_{iსაბ}$ მნიშვნელობებს შორის განსხვავება დიდი არ არის. ცალკეული მაჩვენებლების მნიშვნელობების საბაზო მნიშვნელობებიდან მკვეთრი გადახრების შემთხვევაში საერთო კომპლექსური მაჩვენებელი შეიძლება აღმოჩნდეს მაღალი ცალკეული მნიშვნელოვანი მაჩვენებლის დაბალი დონის შემთხვევაშიც კი. ეს რომ ავირიდოთ ხარისხის დონის საერთო შეფასება უნდა მოვახდინოთ მხოლოდ მაშინ, როდესაც ხარისხის ყველა მაჩვენებლის მნიშვნელობა იმყოფება ეკონომიკურად და ტექნიკურად მიზანშეწონილ ფარგლებში. კიდევ ერთი რჩევა: თუ არის თუნდაც ერთი მაჩვენებელი, რომელიც ფასდება შეფასება „ცუდის“ შესაბამისი ქულების რაოდენობით ან აქვს შეფასების დაშვებ ქვედა წინასწარ დადგენილ დასაშვებ დონეზე დაბალი მნიშვნელობა, პროდუქციის ხარისხის შემდგომი შეფასება არ ღირს.

მაგალითი. განვსაზღვროთ საზომი ხელსაწყოს (მილივოლტმეტრის) ახალი ნიმუშის ხარისხის დონე კომპლექსური მეთოდით საშუალოდ აწონილი არითმეტიკული მაჩვენებლის (2.35) ფორმულით გამოთვლის შემთხვევაში. გამოთვლებისათვის საჭირო მონაცემები 2.31 ცხრილშია მოცემული. წონადობის კოეფიციენტები წინასწარაა განსაზღვრული და მოყვანილია ცხრილის მეხუთე სვეტში.

ცხრილი 2.31

№	ხარისხის მაჩვენებლის დასახელება, გაზომვის ერთეული	მაჩვენებლის მნიშვნელობა		წონადობის კოეფიციენტი	ფარდობითი მაჩვენებელი
		ახალი ნიმუში	საბაზო ნიმუში		
		P_i	$P_{\text{ბაზ}}$	g_i	q_i
1	სიზუსტის კლასი	1,0	1,5	0,30	1,50
2	გაზომვის ქვედა ზღვარი, მვ	1,5	1,0	0,15	0,67
3	უმტყუნებო მუშაობის დრო, სთ	550	450	0,20	1,22
4	მასა, კგ	1,5	1,2	0,10	0,80
5	ერგონომიკულობა, ქულა	10	8	0,25	1,25

ვინაიდან ხარისხის ისეთი მაჩვენებლებისათვის, როგორიცაა უმტყუნებო მუშაობის დრო, ერგონომიკულობა, ხარისხის მაჩვენებლის აბსოლუტური მნიშვნელობის ზრდას შეესაბამება პროდუქციის ხარისხის გაუმჯობესება (პოზიტიური მაჩვენებლებია), ფარდობითი მაჩვენებლები განისაზღვრება (2.6) ფორმულით

$$q_3 = \frac{P_3}{P_{3\text{ბაზ}}} = \frac{550}{450} = 1{,}22; \quad q_5 = \frac{P_5}{P_{5\text{ბაზ}}} = \frac{10}{8} = 1{,}25.$$

ვინაიდან ხარისხის ისეთი მაჩვენებლებისათვის, როგორიცაა სიზუსტის კლასი, გაზომვის ქვედა ზღვარი, მასა, ხარისხის მაჩვენებლის აბსოლუტური მნიშვნელობის ზრდას შეესაბამება პროდუქციის ხარისხის გაუარესება (ნეგატიური მაჩვენებლებია), ფარდობითი მაჩვენებლები განისაზღვრება (2.8) ფორმულით

$$q_1 = \frac{P_{1\text{ბაზ}}}{P_1} = \frac{1{,}5}{1{,}0} = 1{,}50; \quad q_2 = \frac{P_{2\text{ბაზ}}}{P_2} = \frac{1{,}0}{1{,}5} = 0{,}67; \quad q_4 = \frac{P_{4\text{ბაზ}}}{P_4} = \frac{1{,}2}{1{,}5} = 0{,}80.$$

მიღებული მნიშვნელობები შევიტანოთ 2.31 ცხრილის ბოლო სვეტში.

(2.35) ფორმულის თანახმად ხელსაწყოს საშუალოდ აწონილი არითმეტიკული მაჩვენებლისათვის მივიღებთ

$$U = \sum_{i=1}^{5} g_i \cdot q_i = 0{,}30 \cdot 1{,}50 + 0{,}15 \cdot 0{,}67 + 0{,}20 \cdot 1{,}22 + 0{,}10 \cdot 0{,}80 + 0{,}25 \cdot 1{,}25 =$$

$$= 0{,}45 + 0{,}10 + 0{,}24 + 0{,}08 + 0{,}31 = 1{,}18,$$

ე.ი. საზომი ხელსაწყოს ახალი ნიმუშის ხარისხის დონე 18 %-ით აღემატება საბაზოს.

იმავე ცხრილში მოცემული მონაცემების მიხედვით საშუალოდ აწონილი გეომეტრიული მაჩვენებლის (2.37) ფორმულით განვსაზღვროთ მილივოლტმეტრის ხარისხის დონის განმსაზღვრელი კომპლექსური მაჩვენებელი:

$$V = \prod_{i=1}^{5} (q_i)^{g_i} = (1{,}50)^{0{,}30} \cdot (0{,}67)^{0{,}15} \cdot (1{,}22)^{0{,}20} \cdot (0{,}80)^{0{,}10} \cdot (1{,}25)^{0{,}25} =$$

$$= 1{,}129 \cdot 0{,}942 \cdot 1{,}041 \cdot 0{,}978 \cdot 1{,}057 = 1{,}144 \approx 1{,}14 .$$

თუ საშუალოდ აწონილი არითმეტიკული მაჩვენებლები გამოიყენება ხარისხის გასაშუალოებული საწყისი მაჩვენებლების ერთმანეთისაგან მცირე განსხვავების შემთხვევაში, საშუალოდ აწონილი გეომეტრიული მაჩვენებელი შეგვიძლია გამოვითვალოთ ნებისმიერ შემთხვევაში და, ამრიგად, ის წარმოადგენს ძირითად კომპლექსურ მაჩვენებელს პროდუქციის ხარისხის მართვის ამოცანების დასაბუთებული გადაწყვეტისათვის. საშუალოდ აწონილი არითმეტიკული მაჩვენებელი შეგვიძლია გამოვიყენოთ გათვლების გამარტივებისათვის ზემოთ მოყვანილი შეზღუდვების პირობებში, მაგრამ V–ს U–თი შეცვლისას მივიღებთ გარკვეულ ცდომილებას.

საშუალოდ აწონილი გეომეტრიული V მაჩვენებლების საშუალოდ აწონილი არითმეტიკული U მაჩვენებლებით შეცვლისას მაქსიმალური ფარდობითი ცდომილება ε_{max} შეგვიძლია განვსაზღვროთ შემდეგი ცხრილის დახმარებით (ცხრილი 2.32)

ცხრილი 2.32

Δ_{max}	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50
ε_{max}	0,005	0,012	0,020	0,045	0,080	0,125

ამ ცხრილში ε_{max} მნიშვნელობები განისაზღვრება ფორმულით

$$\varepsilon_{max} = \frac{\Delta_{max}^2}{2}, \qquad (2.38)$$

სადაც $\Delta_{\max} = \max\{\Delta_1; \Delta_2\}$- აბსოლუტური სიდიდით უდიდესი ფარდობითი გადახრაა ხარისხის საწყისი მაჩვენებლისა საშუალოდ აწონილი არითმეტიკული მაჩვენებლისაგან;

$$\left.\begin{aligned} \Delta_1 &= \frac{P_{max}}{U} - 1 \\ \Delta_2 &= 1 - \frac{P_{min}}{U} \end{aligned}\right\}, \qquad (2.39)$$

$P_{max} = max\, P_i$ – ხარისხის უდიდესი საწყისი მაჩვენებელი;

$P_{min} = min\, P_i$ – ხარისხის უმცირესი საწყისი მაჩვენებელი.

მაგალითი. მოცემულია $P_{max} = 2{,}3$; $P_{min} = 1{,}76$; U=2,0. უნდა განვსაზღვროთ მაქსიმალური ფარდობითი ცდომილება ε_{max}. Δ და Δ_2 განვსაზღვროთ (2.39) ფორმულით

$$\Delta_1 = \frac{2{,}3}{2{,}0} - 1 = 0{,}15; \quad \Delta_2 = 1 - \frac{1{,}76}{2{,}0} = 0{,}12.$$

მაშინ $\Delta_{max} = max\{0{,}15; 0{,}12\} = 0{,}15$. 2.32 ცხრილიდან $\Delta_{max} = 0{,}15$-ის მიხედვით მოვძებნოთ $\varepsilon_{max} = 0{,}012$. მაშასადამე V მაჩვენებლის U მაჩვენებლით შეცვლისას ფარდობითი ცდომილება არ აღემატება 1,2 %-ს. თუ ასეთ ცდომილებას ჩავთვლით უმნიშვნელოდ, შეგვიძლია მივიღოთ, რომ $V \approx U$.

2.3.3. შერეული მეთოდი

შერეული მეთოდი დაფუძნებულია პროდუქციის ხარისხის შეფასების ერთეულოვანი და კომპლექსური მაჩვენებლების ერთდროულ გამოყენებაზე.

საქმე იმაშია, რომ ხარისხის ერთეულოვანი მაჩვენებლების ფართო ნომენკლატურის შემთხვევაში ასეთი პროდუქციის ხარისხის დონის შეფასება დიფერენციალური მეთოდის საფუძველზე და განზოგადებული დასკვნების მიღება პრაქტიკულად შეუძლებელი ხდება. ამავე დროს ხარისხის მხოლოდ განზოგადებული მაჩვენებელი კომპლექსურ მეთოდში არასაკმარისად სრულად ითვალისწინებს პროდუქციის ყველა არსებით თვისებას და არ გვაძლევს საშუალებას მივიღოთ დასკვნები ამ თვისებების ზოგიერთი ჯგუფის შესახებ.

მაგალითად, ადრე განხილული ხარისხის კომპლექსური მაჩვენებლები ავტობუსებისა და მსუბუქი ავტომობილებისათვის არ ითვალისწინებენ გარე შესახედაობასთან და ექსპლუატაციის მოხერხებულობასთან დაკავშირებულ თვისებებს; საათის სვლის ჯამური სიზუსტის დამახასიათებელი „შეფასებითი რიცხვი“ არ ითვალისწინებს ეკონომიკურ და ესთეტიკურ მაჩვენებლებს და ა.შ.

სწორედ ასეთ შემთხვევებში მიზანშეწონილია შერეული მეთოდის გამოყენება, რომელშიც შეძლებისამებრ გაერთიანებულია დიფერენციალური და კომპლექსური მეთოდები.

შერეული მეთოდით პროდუქციის ხარისხის დონის შეფასება ძირითადად შემდეგნაირად:

ა) პროდუქციის დანიშნულებისა და შეფასების წინ დასმული ამოცანების ხასიათიდან გამომდინარე ხარისხის ერთეულოვან მაჩვენებლებს აერთიანებენ ჯგუფებში (მაგალითად, დანიშნულების, ერგონომიკული, ესთეტიკური მაჩვენებლები და სხვ.) და შემდეგ ყოველი ჯგუფისათვის განსაზღვრავენ მის შესაბამის ჯგუფურ კომპლექსურ მაჩვენებელს. ხარისხის ცალკეული განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი ერთეულოვანი მაჩვენებელი შეგვიძლია ჯგუფებში არ გავაერთიანოთ და განვიხილოთ შემდგომი ანალიზისას როგორც ერთეულოვანი;

ბ) ჯგუფური და ცალკეული მნიშვნელოვანი ერთეულოვანი მაჩვენებლების მნიშვნელობების შედარებით საბაზო მაჩვენებლების შესაბამის მნიშვნელობებთან (ე.ი. დიფერენციალური მეთოდით) აფასებენ პროდუქციის ხარისხის დონეს.

მაგალითი 1. შერეული მეთოდით შევაფასოთ გარე განათების ნათურის ხარისხის დონე 2.33 ცხრილის მონაცემების საფუძველზე

ცხრილი 2.33

№	ხარისხის მაჩვენებლების დასახელება, გაზომვის ერთეული	მაჩვენებელთა მნიშვნელობა	
		ახალი ნიმუში P_i	საბაზო ნიმუში $P_{i_{საბ}}$
1	ერთი ნათურის ნათების საშუალო ჯამური დრო, $Q=t_{საშ}$, სთ	1000	900
2	ერთი ნათურის დამზადების საშუალო ღირებულება, $K_0=c_1$, ლარი	0,40	0,50
3	ერთი ნათურის შეცვლის საშუალო ღირებულება, $S_i=c_2$, ლარი	0,30	0,30
4	ნათურის წონა, კგ	0,7	0,8
5	ერგონომიკულობის დონე, ბალი	10	9
6	ნათურის ფორმის ესთეტიკურობა, ბალი	9	8

2.33 ცხრილში მოყვანილი პრველი სამი მაჩვენებელი გავაერთიანოთ ჯგუფში და (2.17) ფორმულით განვსაზღვროთ ნათურის ახალი და საბაზო მოდელების ინტეგრალური მაჩვენებლები

$$J=\frac{1000}{0,40+0,30}=1428,6 \text{ სთ/ლარი}; \quad J_{საბ}=\frac{900}{0,50+0,30}=1125,0 \text{ სთ/ლარი};$$

განვსაზღვროთ ფარდობითი მაჩვენებლების მნიშვნელობები პირველი ჯგუფისათვის და დარჩენილი სამი ერთეულოვანი მაჩვენებლისათვის (2.8) და (2.6) ფორმულების მიხედვით

$$K_1 = \frac{J}{J_{საბ}} = \frac{14286}{11250} = 1{,}27;\quad K_2 = \frac{0{,}8}{0{,}7} = 1{,}14;\quad K_3 = \frac{10}{9} = 1{,}11;\quad K_4 = \frac{9}{8} = 1{,}13.$$

მიღებული შედეგები მეტყველებს იმაზე, რომ ახალი ნათურის ხარისხის დონე აღემატება საბაზოს.

მაგალითი 2. შევაფასოთ შერეული მეთოდით ცხავის ხარისხის დონე. საწყისი მონაცემები ანგარიშისათვის მოცემულია 2.34 ცხრილში.

ცხრილი 2.34

№	ხარისხის მაჩვენებლების დასახელება, გაზომვის ერთეული	მაჩვენებელთა მნიშვნელობა	
		ახალი ნიმუში P_i	საბაზო ნიმუში $P_{i\,საბ}$
1	მწარმოებლურობა, W, ტ/სთ	630	700
2	გამოსადეგობის ვადა პირველ კაპიტალურ რემონტამდე, T_3, თვე	10,5	11,0
3	დამუშავება მტყუნებაზე, $T_მ$, სთ	550	500
4	აღდგენის საშუალო დრო, $T_ა$, სთ	3,5	4,0
5	მტყუნებათა რაოდენობა, l	12	14
6	ტექნიკური გამოყენების კოეფიციენტი, $K_{გამ}$	0,984	0,990
7	საბითუმო ფასი, c_1, ლარი	3200	3500
8	ექსპლუატაციის ერთი საათის საშუალო ღირებულება, c_2, ლარი	0,40	0,45
9	რემონტის გამო ერთი გაცდენილი საათის საშუალო ღირებულება, c_3, ლარი	550	560
10	გასაცრელი ზედაპირის ფართობის შეფარდება ცხავის საერთო ფართობთან, $K_ფ$	0,9	0,8
11	ხმაურის დონე (ხმაურის დასაშვები დონე), $K_ხ$, დბ $K_{ხ\,დას}$=90	87	84

ამ ცხრილში მოყვანილი პირველი ცხრა ერთეულოვანი მაჩვენებელი შეიძლება იქნას გაერთიანებული ინტეგრალურ მაჩვენებელში ფორმულით

$$J_ც = \frac{W \cdot T_3 \cdot K_{გამ}}{c_1 + c_1 \cdot K_{გამ} \cdot T_3 + c_3 \cdot T_ა \cdot l}. \qquad (2.40)$$

იმის გათვალისწინებით, რომ მუშაობა ყოველდღე ხდება 16 სთ-ის განმავლობაში და თვეში 30 დღეა, ამ ფორმულის მიხედვით გათვლის შედეგად მივიღებთ ინტეგრალური მაჩვენებლის შემდეგ მნიშვნელობებს:

შესაფასებელი ცხავისათვის

$$J_{ც}=\frac{630\cdot(10{,}5\cdot30\cdot16)\cdot0{,}984}{3200+0{,}40\cdot0{,}984\cdot(10{,}5\cdot30\cdot16)+500\cdot3{,}5\cdot12}=\frac{31243968}{229837}=135{,}9\ \text{ტ/ლარი};$$

საბაზო ცხავისათვის

$$J_{ც.საბ}=\frac{700\cdot(10{,}5\cdot30\cdot16)\cdot0{,}990}{3500+0{,}45\cdot0{,}990\cdot(10{,}5\cdot30\cdot16)+560\cdot4{,}0\cdot14}=\frac{3492720}{34860}=100{,}2\ \text{ტ/ლარი}.$$

ფარდობითი ინტეგრალური მაჩვენებლისათვის გვექნება

$$q_J=\frac{J_{ც}}{J_{ც.საბ}}=\frac{135{,}9}{100{,}2}=1{,}36.$$

დარჩენილი ორი ერთეულოვანი მაჩვენებლის მიხედვით დიფერენციალური მეთოდით მივიღებთ ფარდობით მაჩვენებლებს:

გასაცრელი ზედაპირის ფართობის ფარდობითი მაჩვენებლისათვის (2.6)-ის თანახმად

$$q_{K_ფ}=\frac{0{,}9}{0{,}8}=1{,}12;$$

ხმაურის დონის ფარდობითი მაჩვენებლისათვის (2.8)-ის თანახმად

$$q_{K_ხ}=\frac{84}{87}=0{,}97.$$

მიღებული შედეგებიდან ჩანს, რომ შესაფასებელი ცხავის ტექნიკური დონე საბაზოზე უფრო მაღალია, ვინაიდან ფარდობითი მაჩვენებლებიდან ორის მნიშვნელობა მეტია ერთზე, ხოლო ფარდობითი მაჩვენებლის მესამე მნიშვნელობა (ხმაურის დონე) მიუხედავად იმისა, რომ ერთზე ნაკლებია, მაგრამ არ არის გადამწყვეტი, ვინაიდან ცხავის ხმაურის დონე არ აღემატება შეზღუდვებს, რომლებიც მიღებულია საწარმოო მექანიზმებისათვის.

2.4. პროდუქციის ხარისხის დონის შეფასება მისი გამოყენების სხვადასხვა პირობების გათვალისწინებით

ერთგვაროვანი პროდუქციის ხარისხის დონის შფასებისას უნდა გავითვალისწინოთ მისი ექსპლუატაციისა ან მოხმარების პირობები. ამის გათვალისწინება კი მოითხოვს პროდუქციის ხარისხის მაჩვენებელთა გაერთიანებას კომპლექსურ საშუალოდ აწონილ არითმეტიკულ ან გეომეტრიულ მაჩვენებელში

$$U=\beta_1\cdot R_1+\beta_2\cdot R_2+\cdots+\beta_k\cdot R_k=\sum_{j=1}^{k}\beta_j\cdot R_j; \qquad (2.41)$$

$$V = (R_1)^{\beta_1} \cdot (R_2)^{\beta_2} \cdot \ \dots \ \cdot (R_k)^{\beta_k} = \prod_{j=1}^{k} (R_j)^{\beta_j}, \qquad (2.42)$$

სადაც R_j პირობების j-ურ ჯგუფში გამოყენებული პროდუქციის ხარისხის საწყისი მაჩვენებლის მნიშვნელობაა;

β_j – პირობების j-ური ჯგუფის წონადობის პარამეტრი (პირობების j-ურ ჯგუფში გამოყენებული პროდუქციის ფარდობითი მოცულობა);

k – პირობების ჯგუფების რაოდენობა.

წონადობის პარამეტრი β_j გამოითვლება ფორმულით

$$\beta_j = \frac{\xi_j}{\sum_{j=1}^{k} \xi_j}, \qquad (2.43)$$

სადაც ξ_j პირობების j-ურ ჯგუფში გამოყენებული პროდუქციის მოცულობაა ცალებში ან ფულად ერთეულებში.

მაგალითი 1. 500 ელექტრონათურიდან 50 გამოსცადეს –20 ^0C-ის პირობებში (I ჯგუფი), 200 ნათურა ნულოვანი ტემპერატურის პირობებში (II ჯგუფი), 150 ნათურა +20 ^0C-ის პირობებში (III ჯგუფი) და დარჩენილი 100 ნათურა +40 ^0C-ის პირობებში (IV ჯგუფი). ნათურის ხარისხის მაჩვენებელს წარმოადგენდა გამოცდის სხვადასხვა პირობებისას მწყობრიდან გამოსვლამდე მათი ნათების საშუალო ხანგრძლივობა საათებში: R_1=400; R_2=480; R_3=520; R_4=440 სთ. გამოცდის ამ სხვადასხვა პირობების გათვალისწინებით შევაფასოთ ელექტრონათურების ხარისხის დონე.

გათვლების გამარტივებისათვის გამოვითვალოთ კომპლექსური საშუალოდ აწონილი მაჩვენებელი. ამისათვის ჯერ განვსაზღვროთ წონადობის კოეფიციენტები

$$\beta_1 = \frac{50}{50+200+150+100} = 0{,}1; \quad \beta_2 = \frac{200}{500} = 0{,}4; \quad \beta_2 = \frac{150}{500} = 0{,}3; \quad \beta_2 = \frac{100}{500} = 0{,}2.$$

მაშინ

$$U = 0{,}1 \cdot 400 + 0{,}4 \cdot 480 + 0{,}3 \cdot 520 + 0{,}2 \cdot 440 = 476.$$

იმისათვის, რომ შესაძლებელი იყოს შემოვიფარგლოთ საშუალოდ აწონილი არითმეტიკული მაჩვენებლით საშუალოდ აწონილი გეომეტრიულის მაგივრად, უნდა ჩავატაროთ სათანადო ანალიზი. ამისათვის (2.38) და (2.39) ფორმულებით გამოვითვალოთ ხარისხის მაჩვენებლის მნიშვნელობების საშუალოდ აწონილი არითმეტიკულის მნიშვნელობისაგან ფარდობითი გადახრები

$$\Delta_1 = \frac{R_{max}}{U} - 1 = \frac{520}{476} - 1 = 1{,}09 - 1 = 0{,}09,$$

$$\Delta_2 = 1 - \frac{R_{\min}}{U} = 1 - \frac{400}{476} = 1 - 0{,}84 = 0{,}16,$$

$$\Delta_{max} = max\{0{,}09;\ 0{,}16\} = 0{,}16,$$

$$\varepsilon_{max} = \frac{\Delta_{max}^2}{2} = \frac{0{,}16^2}{2} = 0{,}013.$$

ვინაიდან ფარდობითი ცდომილება , $\varepsilon_{max} < 0{,}1$, საშუალოდ აწონილი გეომეტრიული შეგვიძლია არ გამოვთვალოთ და შემოვიფარგლოთ ჩვენს მიერ მიღებული საშუალოდ აწონილი არითმეტიკული კომპლექსური მაჩვენებლით.

მაგალითი2. შესაფასებლად წარმოდგენილია ოთხი ვარიანტი (*A*, *B*, *C* და *E*) სახარატო ჩარხისა პროგრამული მართვით. ჩვენ უნდა შევაფასოთ მათი ხარისხის დონე და გამოვარჩიოთ მათ შორის საუკეთესო ვარიანტი. ჩარხის ხარისხის დონის შესაფასებლად გამოვიყენოთ კომპლექსური მაჩვენებელი *D* (იხილე მაგალითი 2.1.3 პარაგრაფში), რომელიც ახასიათებს ჩარხის მწარმოებლურობას. ჩარხის ყოველი ვარიანტი გამოიყენება სამ სხვადასხვა პირობებში (I, II, III). ცნობილია, რომ პირობათა პირველ ჯგუფში მუშაობდა ჩარხების რაოდენობის $\beta_1 = 0{,}29$ ნაწილი; მეორე ჯგუფში $\beta_2 = 0{,}24$ ნაწილი და მესამე ჯგუფში $\beta_3 = 0{,}47$ ნაწილი (ე.ი. ცნობილია წონადობის პარამეტრები).

მწარმოებლურობის სიდიდე ჩარხის ყოველი ვარიანტისათვის პირობათა თითოეულ ჯგუფში მოცემულია 2.35 ცხრილში

ცხრილი 2.35

ჩარხის ვარიანტი	მწარმოებლურობა *D*, ცალი/სთ		
	პირობათა I ჯგუფი	პირობათა II ჯგუფი	პირობათა III ჯგუფი
A	20	30	25
B	25	20	30
C	15	25	50
E	30	25	20

ჩარხის ყოველი ვარიანტისათვის გამოვითვალოთ საშუალოდ აწონილი არითმეტიკული მაჩვენებლები

$$U_A = 0{,}29 \cdot 20 + 0{,}24 \cdot 30 + 0{,}47 \cdot 25 = 24{,}75;$$

$$U_B = 0{,}29 \cdot 25 + 0{,}24 \cdot 20 + 0{,}47 \cdot 30 = 26{,}15;$$

$$U_C = 0{,}29 \cdot 15 + 0{,}24 \cdot 25 + 0{,}47 \cdot 50 = 33{,}85;$$

$$U_E = 0{,}29 \cdot 30 + 0{,}24 \cdot 25 + 0{,}47 \cdot 20 = 24{,}10.$$

და შევამოწმოთ თითოეული ვარიანტისათვის საშუალოდ აწონილი არითმეტიკული მაჩვენებლის გამოყენების შესაძლებლობა. ასე, მაგალითად, ჩარხის A ვარიანტისათვის საშუალოდ აწონილი გეომეტრიულის V_A საშუალოდ აწონილი არითმეტიკულით U_A შეცვლის მაქსიმალური ფარდობითი ε_{max} ცდომილებისათვის (2.38) და (2.39) ფორმულების თანახმად მივიღებთ

$$\Delta_A = \frac{D_{A\,max}}{U_A} - 1 = \frac{30}{24{,}75} - 1 = 0{,}21;$$

$$\Delta_{2A} = 1 - \frac{D_{A\,min}}{U_A} = 1 - \frac{20}{24{,}75} = 0{,}19;$$

$$\Delta_{max\,A} = max\{0{,}21;\ 0{,}19\} = 0{,}21;$$

$$\varepsilon_{max\,A} = \frac{\Delta^2_{max\,A}}{2} = \frac{0{,}21^2}{2} = 0{,}022.$$

ვინაიდან $\varepsilon_{max\,A} < 0{,}1$, საშუალოდ აწონილი არითმეტიკული მაჩვენებლის გამოყენება ჩარხის A ვარიანტისათვის დასაშვებია.

ანალოგიურად ჩავატაროთ საშუალოდ აწონილი არითმეტიკული მაჩვენებლის გამოყენების შესაძლებლობის შეფასება B, C, E ვარიანტებისათვის. გამოთვლების შედეგები მოყვანილია 2.36 ცხრილში.

ცხრილი 2.36

ჩარხის ვარიანტი	U_k	Δ_{1k}	Δ_2	ε_{max}
A	24,75	0,21	0,19	0,022
B	26,15	0,15	0,24	0,029
C	33,85	0,48	0,56	0,157
E	24,10	0,24	0,17	0,029

ვინაიდან C ვარიანტისათვის ფარდობითი ცდომილება $\varepsilon_{max} > 0{,}1$, ჩარხის C ვარიანტისათვის საშუალოდ აწონილი არითმეტიკული მაჩვენებლის მაგივრად უნდა განვსაზღვროთ საშუალოდ აწონილი გეომეტრიული მაჩვენებელი (2.42) ფორმულით

$$V_C = \left(D_C^I\right)^{\beta_1} \cdot \left(D_C^{II}\right)^{\beta_2} \cdot \left(D_C^{III}\right)^{\beta_3} = 15^{0{,}29} \cdot 25^{0{,}24} \cdot 50^{0{,}47} = 2{,}193 \cdot 2{,}165 \cdot 6{,}289 = 29{,}86$$

ამრიგად, ჩარხის საუკეთესო ვარიანტად უნდა მივიჩნიოთ ვარიანტი C, რომლისათვისაც V_C კომპლექსური მაჩვენებლის მნიშვნელობა მაქსიმალურია და ტოლია 29,86 ცალი/სთ. ჩარხის C ვარიანტის ხარისხის კომპლექსური მაჩვენებელი V_C=29,86 1,21-ჯერ მეტია ვიდრე A ვარიანტის ჩარხის კომპლექსური მაჩვენებელი U_A=24,75, 1,14-ჯერ მეტია ვიდრე B ვარიანტის ჩარხის კომპლექსური მაჩვენებელი U_B=26,15 და

1,24-ჯერ მეტია ვიდრე E ვარიანტის ჩარხის კომპლექსური მაჩვენებელი U_E=24,10.

მაგალითი 3. უნდა განვსაზღვროთ სამი ვარიანტის აღდგენადი ნაკეთობის საიმედოობის საშუალოდ აწონილი მაჩვენებლები და შევაფასოთ მათი ხარისხის დონე პირობების ოთხ ჯგუფში. შესაფასებელ ნაკეთობათა ხარისხის მთავარ მაჩვენებელს წარმოადგენს მზადყოფნის კოეფიციენტი $K_ზ$. ნაკეთობათა მზადყოფნის კოეფიციენტების მნიშვნელობები პირობების ჯგუფების მიხედვით და წონადობის პარამეტრები მოცემულია 2.37 ცხრილში.

ცხრილი 2.37

ნაკეთობათა ვარიანტი	მზადყოფნის კოეფიციენტი $K_ზ$ პირობების ჯგუფებისათვის			
	პირობათა I ჯგუფი	პირობათა II ჯგუფი	პირობათა III ჯგუფი	პირობათა IV ჯგუფი
A	0,48	0,61	0,57	0,64
B	0,42	0,65	0,61	0,70
C	0,05	0,74	0,82	0,90
წონადობის პარამეტრები	$\beta_I = 0,1$	$\beta_{II} = 0,3$	$\beta_{III} = 0,2$	$\beta_{IV} = 0,4$

2.37 ცხრილში მოყვანილი მზადყოფნის კოეფიციენტების მნიშვნელობათა ანალიზი გვიჩვენებს, რომ A და B ვარიანტებისათვის შეგვიძლია გამოვიყენოთ საშუალოდ აწონილი არითმეტიკული მაჩვენებელი, ვინაიდან მათი მზადყოფნის კოეფიციენტების ვარიანტის ფარგლებში ერთმანეთისაგან გაბნევა შედარებით უმნიშვნელოა.

C ვარიანტის ნაკეთობათა მზადყოფნის კოეფიციენტების გაბნევა ძალიან დიდია, ამიტომ მისთვის, ალბათ, მოგვიწევს საშუალოდ აწონილი გეომეტრიული მაჩვენებლის განსაზღვრა. ამის დასადასტურებლად ჯერ სამივე ვარიანტისათვის გამოვითვალოთ საიმედოობის საშუალოდ აწონილი არითმეტიკული მაჩვენებლები

$$U_A = 0,1 \cdot 0,48 + 0,3 \cdot 0,61 + 0,2 \cdot 0,57 + 0,4 \cdot 0,64 = 0,60;$$

$$U_B = 0,1 \cdot 0,42 + 0,3 \cdot 0,65 + 0,2 \cdot 0,61 + 0,4 \cdot 0,70 = 0,64;$$

$$U_C = 0,1 \cdot 0,05 + 0,3 \cdot 0,74 + 0,2 \cdot 0,82 + 0,4 \cdot 0,90 = 0,751.$$

შევაფასოთ საშუალოდ აწონილი გეომეტრიულის საშუალოდ აწონილი არითმეტიკულით შეცვლის მაქსიმალური ფარდობითი ε_{max} ცდომილებები სამივე ვარიანტისათვის, ასე, მაგალითად, C ვარიანტისათვის მივიღებთ

$$\Delta_{1C} = \frac{K_{ზC\,max}}{U_C} - 1 = \frac{0,90}{0,751} - 1 = 0,20;$$

$$\Delta_{2C} = 1 - \frac{K_{\text{ეC min}}}{U_C} = 1 - \frac{0,05}{0,751} = 0,93;$$

$$\Delta_{max\,C} = max\{0,20;\ 0,93\} = 0,93;$$

$$\varepsilon_{max\,C} = \frac{\Delta^2_{max\,C}}{2} = \frac{0,93^2}{2} = 0,432.$$

ანალოგიურად A და B ვარიანტებისათვის გვექნება

$$\Delta_A = \frac{0,64}{0,60} - 1 = 0,07; \qquad \Delta_B = \frac{0,70}{0,64} - 1 = 0,09;$$

$$\Delta_{2A} = 1 - \frac{0,48}{0,60} = 0,20; \qquad \Delta_{2B} = 1 - \frac{0,42}{0,64} = 0,34;$$

$$\Delta_{max\,A} = max\{0,07;\ 0,20\} = 0,20; \qquad \Delta_{max\,B} = max\{0,09;\ 0,34\} = 0,34;$$

$$\varepsilon_{max\,A} = \frac{\Delta^2_{max\,A}}{2} = \frac{0,20^2}{2} = 0,020. \qquad \varepsilon_{max\,B} = \frac{\Delta^2_{max\,B}}{2} = \frac{0,34^2}{2} = 0,058.$$

ვინაიდან A და B ვარიანტებისათვის $\varepsilon_{max\,A}$ და $\varepsilon_{max\,B}$ ნაკლებია 0,1-ზე, საშუალოდ აწონილი გეომეტრიული მაჩვენებლების მაგივრად დასაშვებია საშუალოდ აწონილი არითმეტიკული მაჩვენებლების გამოყენება, ხოლო რაც შეეხება C ვარიანტს, სადაც $\varepsilon_{max\,C} = 0,432 > 0,1$, უნდა გამოვითვალოთ ამ ვარიანტის საიმედოობის საშუალოდ აწონილი გეომეტრიული მაჩვენებელი

$$V_A \approx U_A = 0,60; \qquad V_B \approx U_B = 0,64;$$

$$V_C = 0,05^{0,1} \cdot 0,74^{0,3} \cdot 0,82^{0,2} \cdot 0,90^{0,4} = 0,741 \cdot 0,914 \cdot 0,961 \cdot 0,959 = 0,624.$$

მიღებული შედეგებიდან გამომდინარე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ოპტიმალურია B ვარიანტი, რომლის საიმედოობის საშუალოდ აწონილი მაჩვენებელი 1,07-ჯერ მეტია, ვიდრე A ვარიანტის სათანადო მაჩვენებელი და 1,03-ჯერ მეტია, ვიდრე C ვარიანტის სათანადო მაჩვენებელი.

3. სხვადასხვაგვარი პროდუქციის ხარისხის შეფასების მეთოდოლოგია

3.1. ხარისხის ინდექსების განსაზღვრა

პროდუქციის სახეობების ერთობლიობის (არაერთგვაროვანი პროდუქციის) ხარისხის დონის კომპლექსური შეფასებისათვის, როდესაც პროდუქციის ხარისხის საკმარის მახასიათებელს წარმოადგენს ერთი მაჩვენებელი, იყენებენ *ხარისხის ინდექსს*, რომელიც განისაზღვრება ამ მაჩვენებლის საფუძველზე. ამ მაჩვენებელს მთავარს უწოდებენ.

მთავარია მაჩვენებელი, რომელიც ყველაზე უფრო სრულად ასახავს ნაკეთობის შესაძლებლობას შეასრულოს თავისი ძირითადი დანიშნულება. ეს ეხება ნაკეთობებს, რომელთა მუშაობის შედეგები შეიძლება იყოს მწარმოებლურობის მაჩვენებლები, მაგალითად, ლითონდამმუშავებელი ჩარხებისათვის მთავარი მაჩვენებელი იქნება დამუშავებული დეტალების რაოდენობა; სატრანსპორტო საშუალებებისათვის – გარკვეულ მანძილზე გადაზიდული ტვირთების, მგზავრების რაოდენობა; საბურღი დანადგარისათვის – გავლის მეტრების რაოდენობა და სხვ. ნაკეთობათა შემადგენელი ნაწილებისათვის, რომლებიც არსებითად მოქმედებენ მის ხარისხზე, მთავარი მაჩვენებელი შეიძლება იყოს ხანგამძლეობის მაჩვენებლები, (მაგალითად, ძრავებისათვის – რესურსი, საკისრებისათვის – ხანგამძლეობა). რიგ შემთხვევებში მთავარი მაჩვენებელი შეიძლება იყოს კომპლექსური ან ინტეგრალური მაჩვენებელი.

ხარისხის ინდექსი სხვადასხვაგვარი პროდუქციის ხარისხის კომპლექსური მაჩვენებელია, რომელიც ტოლია განსახილველი პერიოდის განმავლობაში პროდუქციის სხვადასხვა სახეობის ხარისხის ფარდობითი მაჩვენებლების საშუალოდ აწონილი მნიშვნელობისა.

ფარდობითი მაჩვენებელი, როგორც ვიცით, წარმოადგენს პროდუქციის ხარისხის საწყისი მაჩვენებლის ფარდობას სათანადო საბაზო მაჩვენებელთან. პროდუქციის ხარისხის საწყის მაჩვენებლად შეგვიძლია გამოვიყენოთ 2.3.2 პარაგრაფში განხილული ხარისხის კომპლექსური მაჩვენებლები.

ისევე როგორც ერთი სახეობის (ერთგვაროვანი) პროდუქციისათვის, სხვადასხვაგვარი (არაერთგვაროვანი) პროდუქციის შემთხვევაშიც იყენებენ ხარისხის საშუალოდ აწონილ გეომეტრიულ და არითმეტიკულ ინდექსებს, რომლებსაც შესაბამისად აღნიშნავენ V_Q და U_Q.

საშუალოდ აწონილი გეომეტრიული ინდექსი განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით

$$V_Q = (q_1)^{a_1} \cdot (q_2)^{a_2} \cdots (q_M)^{a_M} = \prod_{k=1}^{M} (q_k)^{a_k}, \qquad (3.1)$$

ხოლო საშუალოდ აწონილი არითმეტიკული ინდექსი

$$U_Q = a_1 q_1 + a_2 q_2 + \cdots + a_M q_M = \sum_{k=1}^{M} a_k q_k, \qquad (3.2)$$

სადაც M სხვადასხვა სახეობის პროდუქციის რაოდენობაა;

q_k – k-ური სახეობის პროდუქციის ფარდობითი მაჩვენებელი, რომელიც განისაზღვრება ფორმულით

$$q_k = W_k / W_{k\text{საბ}}. \qquad (3.3)$$

აქ W_k k-ური სახეობის პროდუქციის ერთეულოვანი ან კომპლექსური ხარისხის მაჩვენებლის მნიშვნელობაა;

$W_{k\text{საბ}}$ – k-ური სახეობის პროდუქციის ხარისხის საბაზო მაჩვენებლის მნიშვნელობა;

a_k – k-ური სახეობის პროდუქციის ფარდობითი მოცულობა (წონადობის კოეფიციენტი), რომელიც განისაზღვრება ფორმულით

$$a_k = \frac{c_k}{\sum_{k=1}^{M} c_k}, \qquad (3.4)$$

c_k – k-ური სახეობის პროდუქციის გამოშვების მოცულობა ფულად ერთეულებში.

აღსანიშნავია, რომ $\sum_{k=1}^{M} a_k = 1$ და ყველა $a_k \geq 0$.

საცალო პროდუქციისათვის

$$c_k = \xi_k \cdot S_k, \qquad (3.5)$$

სადაც ξ_k პროდუქციის k-ური სახეობის ნაკეთობათა რაოდენობაა;

S_k – k-ური სახეობის ნაკეთობათა შექმნასა და ექსპლუატაციაზე საჭირო დანახარჯები.

მაშინ k-ური სახეობის პროდუქციის წონადობის კოეფიციენტი განისაზღვრება ფორმულით

$$a_k = \frac{\xi_k \cdot S_k}{\sum_{k=1}^{M} \xi_k \cdot S_k}. \qquad (3.6)$$

სხვადასხვაგვარი პროდუქციის ხარისხის დონის განსაზღვრისათვის ძირითადად იყენებენ საშუალოდ აწონილ გეომეტრიულ ინდექსს, მაგრამ თუ გასაშუალოებული საწყისი ფარდობითი მაჩვენებლის მნიშვნელობები შედარებით მცირედ განსხვავდება ერთმანეთისაგან, გამოთვლების გამარტივების მიზნით შეიძლება საშუალოდ აწონილი არითმეტიკული ინდექსის გამოყენებაც.

მაგალითი 1. უნდა განისაზღვროს ელექტრონათურების ქარხნის პროდუქციის ხარისხის ინდექსი, რომელიც უშვებს ვარვარების ნათურების სამ განსხვავებულ ტიპს. ნათურების ყოველი ტიპისათვის ცნობილია საშუალო რესურსი W_k, ერთი ნათურის თვითღირებულება S_k და წელიწადში გამოშვებული ნათურების რაოდენობა ξ_k. საწყისი მონაცემები მოცემულია 3.1 ცხრილში.

ცხრილი 3.1

ნათურის ტიპი	შესაფასებელი პერიოდის მაჩვენებლები			საბაზო მაჩვენებელი	ფარდობითი მაჩვენებელი
	W_k, სთ	S_k, ლარი	ξ_k, ათასი ცალი	$W_{k\text{საბ}}$, სთ	q_k
1	1350	0,4	2	1228	1,1
2	1050	0,5	3	875	1,2
3	725	0,8	4	558	1,3

(3.6) ფორმულით მივიღოთ წონადობის კოეფიციენტების მნიშვნელობები

$$a_1 = \frac{2 \cdot 0{,}4}{2 \cdot 0{,}4 + 3 \cdot 0{,}5 + 4 \cdot 0{,}8} = \frac{0{,}8}{5{,}5} = 0{,}15;$$

$$a_2 = \frac{3 \cdot 0{,}5}{2 \cdot 0{,}4 + 3 \cdot 0{,}5 + 4 \cdot 0{,}8} = \frac{1{,}5}{5{,}5} = 0{,}27;$$

$$a_3 = \frac{4 \cdot 0{,}8}{2 \cdot 0{,}4 + 3 \cdot 0{,}5 + 4 \cdot 0{,}8} = \frac{3{,}2}{5{,}5} = 0{,}58 \cdot$$

(3.3) ფორმულით განვსაზღვროთ ფარდობითი მაჩვენებლები ყოველი ტიპის ნათურისათვის

$$q_1 = \frac{W_1}{W_{1\text{საბ}}} = \frac{1350}{1228} = 1{,}1; \quad q_2 = \frac{W_2}{W_{2\text{საბ}}} = \frac{1050}{875} = 1{,}2; \quad q_3 = \frac{W_3}{W_{3\text{საბ}}} = \frac{725}{558} = 1{,}3 \cdot$$

ხარისხის საშუალოდ აწონილი არითმეტიკული ინდექსი

$$U_Q = 0{,}15 \cdot 1{,}1 + 0{,}27 \cdot 1{,}2 + 0{,}58 \cdot 1{,}3 = 1{,}243 \approx 1{,}24.$$

განვსაზღვროთ, დასაშვებია თუ არა საშუალოდ აწონილი არითმეტიკული ინდექსის გამოყენება. ამისათვის განვსაზღვროთ

$$\Delta_1 = \frac{q_{max}}{U_Q} - 1 = \frac{1,3}{1,24} - 1 = 1,048 - 1 = 0,048 \ ;$$

$$\Delta_2 = 1 - \frac{q_{min}}{U_Q} = 1 - \frac{1,1}{1,24} = 1 - 0,887 = 0,113 \ ;$$

$$\Delta_{max} = max \ \{0,048 \ ; \ 0,113 \} = 0,113 \ ;$$

$$\varepsilon_{max} = \frac{\Delta^2_{max}}{2} = \frac{0,113^2}{2} = 0,006 \ .$$

ვინაიდან მაქსიმალური ფარდობითი ცდომილება $\varepsilon_{max} = 0,006$ არ აღემატება 0,1-ს, სავსებით დასაშვებია საშუალოდ აწონილი არითმეტიკული ინდექსის გამოყენება. ფარდობითი ცდომილება V_Q ინდექსის U_Q ინდექსით შეცვლისას მეტად მცირეა, არ აღემატება $\varepsilon_{max} \cdot 100 = 0,006 \cdot 100 = 0,6$ %-ს. მართლაც, რომ გამოგვეთვალა საშუალოდ აწონილი გეომეტრიული ინდექსის მნიშვნელობა, მივიღებდით

$$V_Q = 1,1^{0,15} \cdot 1,2^{0,27} \cdot 1,3^{0,58} = \left(1,1^{0,10} \cdot 1,1^{0,05}\right) \cdot \left(1,2^{0,20} \cdot 1,2^{0,07}\right) \cdot \left(1,3^{0,50} \cdot 1,3^{0,08}\right) =$$

$$= (1,010 \cdot 1,005) \cdot (1,037 \cdot 1,013) \cdot (1,140 \cdot 1,021) = 1,015 \cdot 1,050 \cdot 1,164 = 1,2405 \ .$$

მიღებული შედეგი U_Q=1,24 მეტყველებს, რომ ელექტრონათურების ქარხნის მიერ შესაფასებელი პერიოდის განმავლობაში გამოშვებული პროდუქციის ხარიხის დონე 24 %-ით მეტია საბაზო პერიოდში გამოშვებული პროდუქციის ხარისხზე.

მაგალითი 2. უნდა გავაანალიზოთ საწარმოს მიერ წლის განმავლობაში გამოშვებული სხვადასხვა ტიპზომის ბურღის ხარისხის დინამიკა. ყოველი ტიპზომის ბურღის ხარისხის საწყის მაჩვენებლად მიღებულია ბურღების საშუალო მედეგობა $\bar{t}_i$. ბურღების ხარისხის საბაზო მაჩვენებლად $t_{ხაბ}$ მივიღოთ k-ური ტიპზომის ბურღების მედეგობა წლის I კვარტალში.

საწყისი მონაცემები ანგარიშისათვის მოცემულია 3.2 ცხრილში.

ცხრილი 3.2

ბურღების ტიპზომებ	ბურღების საშუალო მედეგობა $\bar{t}_k$, წთ				ფარდობითი მედეგობა $q_k = \bar{t}_k / t_{ხაბ}$			ბურღების გამოშვების საშუალო წლიური მოცულობა $\bar{c}_i$, ათასი ლარი
	I კვ.	II კვ.	III კვ.	IV კვ.	II კვ.	III კვ.	IV კვ.	
1	415	425	455	475	1,02	1,10	1,14	65
2	630	655	655	635	1,04	1,04	1,01	84
3	433	505	610	610	1,17	1,41	1,41	73
4	540	490	470	460	0,91	0,87	0,85	82
5	691	560	595	595	0,81	0,86	0,86	88
								$\sum c_i = 392$

ამ შემთხვევაში ყოველი ტიპზომის ბურღის გამოყენებისაგან მიღებული საერთო ეფექტი დამოკიდებულია მათი მედეგობის დამზადებული ბურღების რაოდენობაზე ნამრავლით.

ყოველი ტიპზომის ბურღების წარმოების ფარდობითი მოცულობები (3.4)-ის თანახმად იქნება:

$$a_1 = \frac{65}{392} = 0{,}166; \quad a_2 = \frac{84}{392} = 0{,}214; \quad a_3 = \frac{73}{392} = 0{,}186;$$

$$a_4 = \frac{82}{392} = 0{,}209; \quad a_5 = \frac{88}{392} = 0{,}225.$$

ვინაიდან ბურღების ფარდობითი მედეგობის მნიშვნელობათა გაბნევა დიდი არ არის, გამოთვლების გამარტივებისათვის შეგვიძლია გამოვიყენოთ ზარისხის საშუალოდ აწონილი არითმეტიკული ინდექსები:

II კვარტალისათვის

$$U_Q^{II} = 0{,}166 \cdot 1{,}02 + 0{,}214 \cdot 1{,}04 + 0{,}186 \cdot 1{,}17 + 0{,}209 \cdot 0{,}91 + 0{,}225 \cdot 0{,}81 = 0{,}982;$$

III კვარტალისათვის

$$U_Q^{III} = 0{,}166 \cdot 1{,}10 + 0{,}214 \cdot 1{,}04 + 0{,}186 \cdot 1{,}41 + 0{,}209 \cdot 0{,}87 + 0{,}225 \cdot 0{,}86 = 1{,}043;$$

IV კვარტალისათვის

$$U_Q^{IV} = 0{,}166 \cdot 1{,}14 + 0{,}214 \cdot 1{,}01 + 0{,}186 \cdot 1{,}41 + 0{,}209 \cdot 0{,}85 + 0{,}225 \cdot 0{,}86 = 1{,}039.$$

გამოვითვალოთ ε_{max} მნიშვნელობები ყოველი კვარტალისათვის:

$$\Delta_1^{II} = \frac{q_{max}^{II}}{U_Q^{II}} - 1 = \frac{1{,}17}{0{,}928} - 1 = 0{,}261; \quad \Delta_1^{III} = \frac{q_{max}^{III}}{U_Q^{III}} - 1 = \frac{1{,}41}{1{,}043} - 1 = 0{,}352;$$

$$\Delta_2^{II} = 1 - \frac{q_{min}^{II}}{U_Q^{II}} = 1 - \frac{0{,}81}{0{,}928} = 0{,}127; \quad \Delta_2^{III} = 1 - \frac{q_{min}^{III}}{U_Q^{III}} = 1 - \frac{0{,}86}{1{,}043} = 0{,}175;$$

$$\Delta_{max}^{II} = \max\{0{,}261;\ 0{,}127\} = 0{,}261; \quad \Delta_{max}^{III} = \max\{0{,}352;\ 0{,}175\} = 0{,}352;$$

$$\varepsilon_{max}^{II} = \frac{\left(\Delta_{max}^{II}\right)^2}{2} = \frac{0{,}261^2}{2} = 0{,}034; \quad \varepsilon_{max}^{III} = \frac{\left(\Delta_{max}^{III}\right)^2}{2} = 0{,}062;$$

$$\Delta_1^{IV} = \frac{q_{max}^{IV}}{U_Q^{IV}} - 1 = \frac{1{,}41}{1{,}039} - 1 = 0{,}357;$$

$$\Delta_2^{IV} = 1 - \frac{q_{min}^{IV}}{U_Q^{IV}} = 1 - \frac{0{,}85}{1{,}039} = 0{,}182;$$

$$\Delta_{max}^{IV} = \max\{0{,}357;\ 0{,}182\} = 0{,}357;$$

$$\varepsilon_{max}^{IV} = \frac{\left(\Delta_{max}^{IV}\right)^2}{2} = 0{,}064.$$

ვინაიდან $\varepsilon_{max}^{II} = 0{,}034$, $\varepsilon_{max}^{III} = 0{,}062$ და $\varepsilon_{max}^{IV} = 0{,}064$ ნაკლებია 0,1-ზე, სავსებით დასაშვებია საშუალოდ აწონილი არითმეტიკული ინდექსების გამოყენება. მიღებული შედეგებიდან $U_Q^{II} = 0{,}982$, $U_Q^{III} = 1{,}043$ და $U_Q^{IV} = 1{,}039$ ჩანს, რომ II კვარტალში საწარმოს პროდუქციის ხარისხის საშუალოდ აწონილი არითმეტიკული ინდექსი I კვარტალთან შედარებით შემცირდა $(1 - 0{,}982) \cdot 100 = 1{,}8$ %-ით (როგორც შემდგომში აღმოჩნდა უხარისხო ნედლეულის გამო); III კვარტალში II კვარტალთან შედარებით ინდექსი გაიზარდა $(1{,}043 - 0{,}982) \cdot 100 = 6{,}1$ %-ით და მეოთხე კვარტალში III კვარტალთან შედარებით შემცირდა მაგრამ უმნიშვნელოდ – სულ $(1{,}043 - 1{,}039) \cdot 100 = 0{,}4$ %-ით.

ზემოთ ჩვენ ვიხილავდით ხარისხის ინდექსების განსაზღვრას მთავარი მაჩვენებლის ბაზაზე, მაგრამ სავსებით შესაძლებელია ხარისხის ინდექსების შეფასება პროდუქციის ატესტაციის შედეგების მიხედვით.

პროდუქციის ატესტაციის შედეგების მიხედვით განსაზღვრული ხარისხის ინდექსი გამოითვლება ფორმულით

$$U_Q = \sum_{i=1}^{S} a_i \theta_i , \qquad (3.7)$$

სადაც S პროდუქციის კატეგორიათა რაოდენობაა;

θ_i – i-ური კატეგორიის ხარისხის ფარდობითი მაჩვენებელი უმაღლესი კატეგორიის პროდუქციის მიმართ. ეს ფარდობითი მაჩვენებელი გამოისახება ბალებში;

a_i – წონადობის კოეფიციენტია, რომელიც გამოითვლება ფორმლით

$$\alpha_i = c_i \Big/ \sum_{i=1}^{S} c_i , \qquad (3.8)$$

სადაც c_i i-ური კატეგორიის პროდუქციის მოცულობაა განსახილველ პერიოდში ფულად გამოსახულებაში;

$\sum_{i=1}^{S} c_i = C_\Sigma$ – ყველა კატეგორიის პროდუქციის მოცულობა ფულად გამოსახულებაში.

თუ პროდუქციის ატესტაცია ხდება ხარისხის სამი კატეგორიის მიხედვით (უმაღლესი, პირველი და მეორე), მაშინ ხარისხის საშუალოდ აწონილი არითმეტიკული ინდექსის გამოსათვლელად მივიღებთ ფორმულას

$$U_Q = \frac{c_უ}{C_\Sigma}\theta_უ + \frac{c_1}{C_\Sigma}\theta_1 + \frac{c_2}{C_\Sigma}\theta_2 , \qquad (3.9)$$

სადაც $c_უ$, c_1 და c_2 შესაბამისად უმაღლესი, პირველი და მეორე კატეგორიის პროდუქციის მოცულობაა განსახილველ პერიოდში ფულად გამოსახულებაში;

$\theta_უ$ – უმაღლესი კატეგორიის პროდუქციის ხარისხის ფარდობითი მაჩვენებელი და ვინაიდან ფარდობითი მაჩვენებლის გამოთვლა ხდება საბაზოდ მიჩნეული კვლავ უმაღლესი კატეგორიის პროდუქციის მიმართ, ის 1-ის ტოლად უნდა ჩაითვალოს;

θ_1 – პირველი კატეგორიის პროდუქციის ხარისხის ფარდობითი მაჩვენებელი, რომელიც 0,5–ის ტოლადაა მიჩნეული;

θ_2 – მეორე კატეგორიის პროდუქციის ხარისხის ფარდობითი მაჩვენებელი, რომელიც 0–ის ტოლადაა მიჩნეული.

ამრიგად, U_Q წარმოადგენს სხვადასხვაგვარი პროდუქციის რიცხვითი ბალების პირობითი სისტემით (1; 0,5; 0) გამოსახული ხარისხის მაჩვენებლების საშუალოდ აწონილ არითმეტიკულ მაჩვენებელს.

შესაბამისად (3.9) გამოსახულება შემდეგნაირად შეგვიძლია ჩავწეროთ

$$U_Q = \frac{c_უ}{C_\Sigma} + 0{,}5\frac{c_1}{C_\Sigma}, \qquad (3.10)$$

ან

$$U_Q = a_უ + 0{,}5a_1. \qquad (3.11)$$

მაგალითი. უნდა შევაფასოთ ქარხნის მიერ გამოშვებული პროდუქციის ხარისხის დონე პროდუქციის ხარისხის სამი კატეგორიის (უმაღლესი, პირველი, მეორე) მიხედვით ატესტაციის შედეგების მიხედვით და შევადაროთ პროდუქციის ხარისხი ერთი კვარტლის თვეების მიხედვით. საწყისი მონაცემები ანგარიშისათვის 3.3 ცხრილის მე-2, მე-3 და მე-4 სვეტებშია მოცემული.

ცხრილი 3.3

პროდუქციის გამოშვების თვე	$c_უ$ ათასი ლარი	c_1 ათასი ლარი	c_2 ათასი ლარი	C_Σ ათასი ლარი	$a_უ$	a_1	a_2
ოქტომბერი	15	30	15	60	0,25	0,50	0,25
ნოემბერი	20	35	15	70	0,286	0,50	0,214
დეკემბერი	22,5	32,5	20	75	0,30	0,433	0,267

პირველ რიგში მოვძებნოთ ყოველ თვეში ყველა კატეგორიის პროდუქციის მოცულობა ფულად გამოსახულებაში:

ოქტომბერში $C_\Sigma = 15 + 30 + 15 = 60$ ათასი ლარი;

ნოემბერში $C_\Sigma = 20 + 35 + 15 = 70$ ათასი ლარი;

დეკემბერში $C_{\Sigma} = 22,5 + 32,5 + 20 = 75$ ათასი ლარი.

მიღებული შედეგები შევიტანოთ 3.3 ცხრილის მე-5 სვეტში.

გამოვითვალოთ წონადობის *კოეფიციენტები თვეების მიხედვით:*

ოქტომბერი

$$a_{უ} = 15/60 = 0,25;\ a_1 = 30/60 = 0,50;\ a_2 = 15/60 = 0,25;$$

ნოემბერი

$$a_{უ} = 20/70 = 0,286;\ a_1 = 35/70 = 0,50;\ a_2 = 15/70 = 0,214;$$

დეკემბერი

$$a_{უ} = 22,5/75 = 0,30;\ a_1 = 32,5/70 = 0,433;\ a_2 = 20/70 = 0,267.$$

მიღებული შედეგები შევიტანოთ 3.3 ცხრილის მე-6, 7 , 8 სვეტებში.

(3.11) ფორმულის მიხედვით გამოთვლილი ხარისხის ინდექსებისათვის თვეების მიხედვით გვექნება:

ოქტომბერში $U_{ე} = 0,25 + 0,5 \cdot 0,5 = 0,500;$

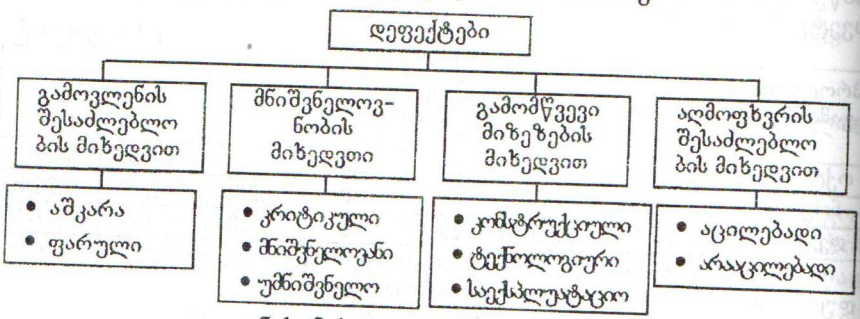
ნოემბერში $U_{ე} = 0.286 + 0,5 \cdot 0,5 = 0,536;$

დეკემბერში $U_{ე} = 0,30 + 0,5 \cdot 0,433 = 0,516.$

მიღებული შედეგების მიხედვით შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ნოემბერში ქარხანამ მიაღწია ხარისხის ყველაზე დიდ ინდექსს ამ კვარტლის სხვა თვეებთან შედარებით.

3.2. დეფექტურობის კოეფიციენტისა და ინდექსის განსაზღვრა

დამზადებული პროდუქციის ხარისხის ფაქტიური მაჩვენებელი შესაძლოა არ შეესაბამებოდეს ნორმატიული დოკუმენტაციის მოთხოვნებს. ობიექტთან დაკავშირებით მოცემული ან მოსალოდნელი მოთხოვნების შეუსრულებლობას უწოდებენ *დეფექტს.* დეფექტების კლასიფიკაცია მათი ხასიათისა და გამომწვევი მიზეზების გათვალისწინებით მოცემულია 3.1 ნახაზზე.



ნახ. 3.1. დეფექტების კლასიფიკაცია

განვიხილოთ დეფექტების ზოგიერთი სახე.

აშკარა დეფექტია ის, რომლის გამოვლენისათვის ნორმატიულ-ტექნიკურ დოკუმენტაციაში გათვალისწინებულია შესაბამისი წესები, მეთოდები და საშუალებები.

აშკარა დეფექტისაგან განსხვავებით *ფარული* ეწოდება დეფექტს, რომლის გამოვლენისათვის ნორმატიულ-ტექნიკურ დოკუმენტაციაში არაა გათვალისწინებული შესაბამისი წესები, მეთოდები და საშუალებები.

კრიტიკული ეწოდება დეფექტს, რომლის არსებობისას პროდუქციის გამოყენება დანიშნულების მიხედვით პრაქტიკულად შეუძლებელი ან დაუშვებელია.

მნიშვნელოვანი დეფექტი არსებითად მოქმედებს პროდუქციის დანიშნულებისამებრ გამოყენებასა და (ან) მის ხანგამძლეობაზე, მაგრამ არაა კრიტიკული.

უმნიშვნელო დეფექტი არ ახდენს არსებით გავლენას პროდუქციის დანიშნულებისამებრ გამოყენებასა და მის ხანგამძლეობაზე.

კონსტრუქციული, ტექნოლოგიური და *საექსპლუატაციო* ეწოდება დეფექტს, რომლის გამოჩენა შეპირობებულია პროდუქციის სათანადოდ დამუშავების, შექმნისა და ექსპლუატაციის წესების დარღვევით. ასეთ დაყოფას აქვს არსებითი მნიშვნელობა დეფექტების გაჩენის მიზეზების ანალიზის და ამ მიზეზების აღმოსაფხვრელად ზომების მიღების დროს.

აცილებადი ეწოდება დეფექტს, რომლის აცილება ტექნიკურად შესაძლებელია და ეკონომიკურად მიზანშეწონილი, *არააცილებადი* კი – რომლის აცილება ტექნიკურად შეუძლებელი ან ეკონომიკურად არამიზანშეწონილი.

ხარისხის დონის შეფასების მიზნით წინასწარ უნდა დადგინდეს კონკრეტული პროდუქციისათვის დამახასიათებელი ყველა სახის დეფექტების ჩამონათვალი და ამ დეფექტების წონადობის პარამეტრები (კოეფიციენტები).

არსებობს პროდუქციის დეფექტის წონადობის პარამეტრის განსაზღვრის ორი ძირითადი მეთოდი:

- *ღირებულებითი*, როდესაც დეფექტის წონადობის პარამეტრი დეფექტის აღმოფხვრის ღირებულების ტოლად მიიჩნევა;
- *საექსპერტო*, როდესაც დეფექტების წონადობა განისაზღვრება ექსპერტების მიერ და გამოისახება ბალებში (ქულებში). რაც უფრო მნიშვნელოვანია დეფექტი, მით მეტი ქულა ენიჭება მას.

პროდუქციაში არსებული დეფექტების რაოდენობა და მნიშვნელოვნობა განაპირობებს მის ხარისხს, ამიტომაც სხვადასხვაგვარი (არაერთგვაროვანი) პროდუქციის ხარისხის დონე ზოგჯერ მოსახერხებელია შევაფასოთ პროდუქციის საერთო ნაკადში

დეფექტური პროდუქციის წილის გაზომვით. ამ შემთხვევაში განსაზღვრავენ პროდუქციის დეფექტურობის კოეფიციენტსა და დეფექტურობის ინდექსს.

დეფექტურობის კოეფიციენტი განისაზღვრება როგორც დეფექტების საშუალოდ აწონილი რაოდენობა, რომელიც მოდის პროდუქციის ერთეულზე

$$D = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{d} m_i \cdot S_i , \qquad (3.12)$$

სადაც n პროდუქციის შემოწმებული ეგზემპლარების რაოდენობაა (ამონარჩევის მოცულობა);

d – ყველა სახის დეფექტების რაოდენობა, რომელიც გვხვდება ამ პროდუქციაში;

m_i – i-ური სახის დეფექტის წონადობის პარამეტრი, გამოსახული ლარებში დანაკარგების ღირებულებითი შეფასებისას ან ბალებში (ქულებში) დანაკარგების ბალური შეფასებისას;

S_i – i-ური დეფექტების რაოდენობა ამონარჩევში.

მაგალითი. განვსაზღვროთ დეფექტურობის კოეფიციენტი რადიომიმღებებისათვის, თუ ამონარჩევის მოცულობაა n=20, შემჩნეულია ოთხი სახის (A, B, C, E) დეფექტი, რომელთა რაოდენობა და წონადობის პარამეტრები მოცემულია 3.4 ცხრილში.

ცხრილი 3.4

დეფექტი	წონადობის პარამეტრი, m_i, ქულა	დეფექტების რაოდენობა ამონარჩევში, S_i	ნამრავლი $m_i \cdot S_i$
A	100	0	0
B	50	2	100
C	30	3	90
E	20	5	100
სულ:		10	290

დეფექტურობის კოეფიციენტისათვის მივიღებთ

$$D = \frac{1}{20}\sum_{i=1}^{4} m_i \cdot S_i = \frac{1}{20} \cdot 290 = 14{,}5.$$

იმ შემთხვევაში, რომდესაც დეფექტის წონადობის პარამეტრი განსაზღვრულია ღირებულებითი მეთოდით, ცნობილია პროდუქციის დეფექტურობის D კოეფიციენტის მნიშვნელობა და პროდუქციის C ღირებულება, შესაფასებელი პროდუქციის ხარისხის დონე შეიძლება გამოვსახოთ შემდეგი ფორმულით:

$$Y = 1 - (D/C). \qquad (3.13)$$

მაგალითი. განვსაზღვროთ დეფექტურობის D კოეფიციენტის მნიშვნელობა და Y ხარისხის დონე მობილური ტელეფონებისათვის, რომლის ერთი ცალის ღირებულებაა 200 ლარი, ამონარჩევის მოცულობაა n=100 ცალი. საწყისი მონაცემები გამოთვლებისათვის მოცემულია 3.5 ცხრილში.

ცხრილი 3.5

დეფექტი	წონადობის პარამეტრი m_i, ლარი	დეფექტების რაოდენობა, S_i	ნამრავლი $m_i \cdot S_i$
1. არ მუშაობს კვების ბატარეა	20	1	20
2. არ ინთება საინდიკაციო ტაბლო ნომრის აკრეფისას	15	2	30
3. ცუდად ისმის ზარის ხმა	10	4	40
4. არ რეაგირებს კლავიატურის ღილაკზე დაჭერისას	25	5	125
5. არ იმახსოვრებს ნომერს	20	2	40
6. აქვს ნაკაწრები კორპუსზე	10	10	100
	სულ:	24	355

3.5 ცხრილის მონაცემების მიხედვით დეფექტურობის კოეფიციენტისათვის მივიღებთ:

$$D=\frac{1}{100}\sum_{i=1}^{6} m_i \cdot S_i = \frac{1}{100}\cdot\left(20\cdot 1+15\cdot 2+10\cdot 4+25\cdot 5+20\cdot 2+10\cdot 10\right)=\frac{1}{100}\cdot 355=3{,}55.$$

მობილური ტელეფონების ხარისხის დონისათვის კი გვექნება:

$$Y = 1-\left(\frac{D}{C}\right) = 1-\frac{3{,}55}{200} = 1-0{,}018 = 0{,}982.$$

სხვადასხვაგვარი პროდუქციის დეფექტურობის ინდექსის (I_D) გამოსათვლელად გვჭირდება პროდუქციის ცალკეული სახეობისათვის დეფექტურობის ფარდობითი მაჩვენებლების ცოდნა.

დეფექტურობის ფარდობითი მაჩვენებელი განისაზღვრება როგორც ამ პროდუქციის D_j დეფექტურობის კოეფიციენტის შეფარდება შესაბამის $D_{j\ საბ}$ საბაზო მნიშვნელობასთან

$$q_j = \frac{D_j}{D_{j\ საბ}}, \qquad (3.14)$$

დეფექტურობის საბაზო კოეფიციენტად მიღებულია საწყისი ნაკეთობის დეფექტურობის კოეფიციენტი, რომელიც გამოითვლება საწყისად მიჩნეული ნაკეთობების მიხედვით (3.12) ფორმულით საწარმოს მუშაობის შედეგების მიხედვით ყოფილ კვირაში, თვეში, კვარტალში ან წელიწადში.

პროდუქციის დეფექტურობის ინდექსი სხვადასხვაგვარი პროდუქციის ხარისხის კომპლექსური მაჩვენებელია, რომელიც პროდუქციის სხვადასხვა სახეობის დეფექტურობის ფარდობითი მაჩვენებლების საშუალოდ აწონილი მნიშვნელობების ტოლია

$$I_D = \sum_{j=1}^{N} \beta_j \cdot q_j , \qquad (3.15)$$

სადაც N პროდუქციის სახეობების რაოდენობაა;

β_j – j-ური სახეობის პროდუქციის წონადობის კოეფიციენტი, რომელიც ისევე, როგორც ხარისხის ინდექსის შემთხვევაში, უდრის j-ური სახეობის პროდუქციის ფარდობით მოცულობას

$$\beta_j = \frac{c_j}{\sum_{j=1}^{N} c_j}, \qquad (3.16)$$

აქ c_j განსახილველ პერიოდში გამოშვებული j–ური სახეობის პროდუქციის ღირებულებაა;

q_j – j-ური სახეობის პროდუქციის დეფექტურობის ფარდობითი მაჩვენებელი.

თუ დეფექტურობის ინდექსი $I_D \le 1$, წარმოების მდგომარეობა განსახილველ პერიოდში არ არის უარესი, ვიდრე საბაზოდ მიჩნეულ პერიოდში. თუ $I_D > 1$, ეს ნიშნავს, რომ პროდუქციის წარმოების პროცესში დროის განსახილველ მონაკვეთზე ადგილი აქვს რაღაც დარღვევებს, რომლებიც სასწრაფოდ უნდა მოიძებნოს და აღმოიფხვრას.

მაგალითი1. შევაფასოთ ფირმის მიერ გამოშვებული პროდუქციის (მაცივრები, სარეცხი მანქანები და ტელევიზორები) ხარისხის დონე. ყოველი სახის პროდუქციისათვის ცნობილია D დეფექტურობის და შესაბამისი $D_{საბ}$ დეფექტურობის საბაზო კოეფიციენტების მნიშვნელობები და განსახილველ თვეში გამოშვებული პროდუქციის მოცულობა c ღირებულებით გამოსახულებაში (ცხრილი 3.6)

ცხრილი 3.6

პროდუქციის სახეობა	დეფექტურობის კოეფიციენტის მნიშვნელობა, D_j	დეფექტების კოეფიციენტის საბაზო მნიშვნელობა, $D_{j\,საბ}$	გამოშვებული პროდუქციის მოცულობა, ათასი ლარი
1. მაცივარი	6	8	40
2. სარეცხი მანქანა	10	8	30
3. ტელევიზორი	18	20	50

გამოვითვალოთ დეფექტურობის ფარდობითი მაჩვენებლები პროდუქციის თითოეული სახეობისათვის (3.14) ფორმულით

მაცივრებისათვის $q_მ = D_მ / D_{მ.საბ} = 6/8 = 0,75$;

სარეცხი მანქანებისათვის $q_{ს.მ} = D_ს / D_{ს.საბ} = 10/8 = 1,25$;

ტელევიზორებისათვის $q_ტ = D_ტ / D_{ტ.საბ} = 18/20 = 0,90$.

გამოვიანგარიშოთ წონადობის კოეფიციენტები პროდუქციის თითოეული სახეობისათვის (3.16) ფორმულის მიხედვით:

მაცივრებისათვის

$$\beta_მ = \frac{c_მ}{c_მ + c_{ს.მ} + c_ტ} = \frac{40}{40+30+50} = \frac{40}{120} = 0,33;$$

სარეცხი მანქანებისათვის

$$\beta_{ს.მ} = \frac{c_{ს.მ}}{c_მ + c_{ს.მ} + c_ტ} = \frac{30}{40+30+50} = \frac{30}{120} = 0,25;$$

ტელევიზორებისათვის

$$\beta_ტ = \frac{c_ტ}{c_მ + c_{ს.მ} + c_ტ} = \frac{50}{40+30+50} = \frac{50}{120} = 0,42.$$

(3.15) ფორმულის თანახმად განსახილველ კვირაში ფირმის დეფექტურობის ინდექსი

$$I_D = \sum_{j=1}^{3} \beta_j \cdot q_j = \beta_მ \cdot q_მ + \beta_{ს.მ} \cdot q_{ს.მ} + \beta_ტ \cdot q_ტ =$$

$$= 0,33 \cdot 0,75 + 0,25 \cdot 1,25 + 0,42 \cdot 0,90 = 0,25 + 0,31 + 0,38 = 0,94$$

დეფექტურობის ინდექსის მნიშვნელობა I_D=0,94<1 მიუთითებს იმაზე, რომ ფირმის მიერ გამოშვებული პროდუქციის ხარისხის დონე აღემატება საბაზოს $(1-0,94)\cdot 100 = 6\%$-ით.

მაგალითი 2. წინა მაგალითში განხილული ფირმისათვის შევაფასოთ წლის ბოლო კვარტალში ხარისხის დონის ცვლილების დინამიკა. საბაზოდ მივიჩნიოთ კვარტლის პირველი თვის (ოქტომბრის) დეფექტურობის კოეფიციენტების მნიშვნელობები. სათანადო მონაცემები თვეების მიხედვით მოცემულია 3.7 ცხრილში.

ცხრილი 3.7

პროდუქციის სახეობა	ოქტომბერი		ნოემბერი		დეკემბერი	
	D_j	c_j, ათასი ლარი	D_j	c_j, ათასი ლარი	D_j	c_j, ათასი ლარი
1. მაცივარი	9	40	8	42	7	44
2. სარეცხი მანქანა	10	32	8	34	7	35
3. ტელევიზორი	16	48	14	56	12	60

განვსაზღვროთ ფირმის დეფექტურობის ინდექსი ოქტომბერში:

$$q_{ვ}^{(ო)}=\frac{9}{9}=1;\qquad q_{ს.ვ}^{(ო)}=\frac{10}{10}=1;\qquad q_{ტ}^{(ო)}=\frac{16}{16}=1;$$

$$\beta_{ვ}^{(ო)}=\frac{40}{40+32+48}=\frac{40}{120}=0{,}33;\quad \beta_{ს.ვ}^{(ო)}=\frac{32}{120}=0{,}27;\quad \beta_{ტ}^{(ო)}=\frac{48}{120}=0{,}40;$$

$$I_D^{(ო)}=0{,}33\cdot 1+0{,}27\cdot 1+0{,}40\cdot 1=1.$$

დეფექტურობის ინდექსისათვის ნოემბერში მივიღებთ:

$$q_{ვ}^{(ნ)}=\frac{8}{9}=0{,}89;\qquad q_{ს.ვ}^{(ნ)}=\frac{8}{10}=0{,}80;\qquad q_{ტ}^{(ნ)}=\frac{14}{16}=0{,}88;$$

$$\beta_{ვ}^{(ნ)}=\frac{42}{42+34+65}=\frac{42}{132}=0{,}32;\quad \beta_{ს.ვ}^{(ნ)}=\frac{34}{132}=0{,}26;\quad \beta_{ტ}^{(ნ)}=\frac{56}{132}=0{,}42;$$

$$I_D^{(ნ)}=0{,}32\cdot 0{,}89+0{,}26\cdot 0{,}80+0{,}42\cdot 0{,}88=0{,}86.$$

დეფექტურობის ინდექსისათვის დეკემბერში გვექნება:

$$q_{ვ}^{(დ)}=\frac{7}{9}=0{,}78;\qquad q_{ს.ვ}^{(დ)}=\frac{7}{10}=0{,}70;\qquad q_{ტ}^{(დ)}=\frac{12}{16}=0{,}75;$$

$$\beta_{ვ}^{(დ)}=\frac{44}{44+35+60}=\frac{44}{139}=0{,}32;\quad \beta_{ს.ვ}^{(დ)}=\frac{35}{139}=0{,}25;\quad \beta_{ტ}^{(დ)}=\frac{60}{139}=0{,}43;$$

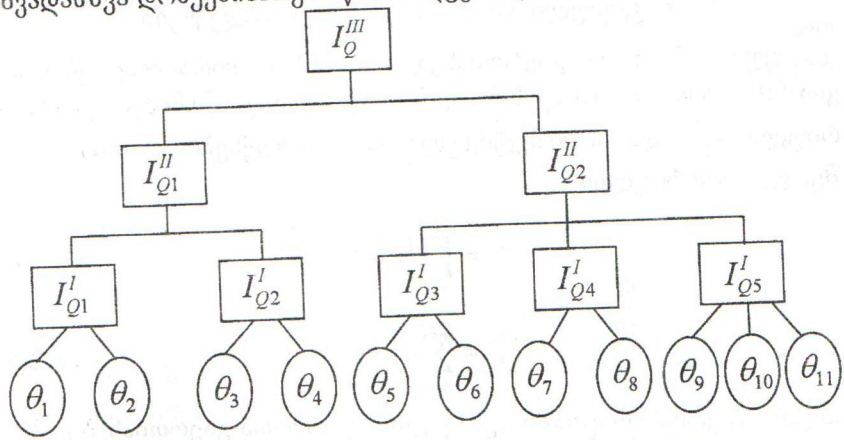
$$I_D^{(დ)}=0{,}32\cdot 0{,}78+0{,}25\cdot 0{,}70+0{,}43\cdot 0{,}75=0{,}75.$$

თუ შევადარებთ დეფექტურობის ინდექსების მიღებულ მნიშვნელობებს $I_D^{(ო)}=1$; $I_D^{(ნ)}=0{,}86$ და $I_D^{(დ)}=0{,}75$, მივალთ იმ დასკვნამდე, რომ ფირმის მიერ გამოშვებული პროდუქციის ხარისხის დონე სულ უმჯობესდება. ნოემბერში ის $(1-0{,}86)\cdot 100=14\,\%$-ით გაუმჯობესდა საბაზოდ მიჩნეულ ოქტომბრის თვესთან შედარებით, ხოლო დეკემბერში $(1-0{,}75)\cdot 100=25\,\%$-ით იმავე საწყის თვესთან შედარებით.

პროდუქციის დეფექტურობის ინდექსი როგორც გამოშვებული პროდუქციის ხარისხის მაჩვენებელი მიზანშეწონილია გამოვიყენოთ საწარმოს ცალკეული ქვედანაყოფების (საამქროების, უბნების) საქმიანობის შესაფასებლად. დეფექტურობის ინდექსი საშუალებას გვაძლევს საწარმოს შიგნით მოვახდინოთ ნაკეთობათა სხვადასხვა სახეობების ხარისხის შედარება და შეფასება სხვადასხვა მიზნებისათვის: შრომის ხარისხისა და ხარისხის სტაბილურობის შეფასებისათვის, პროდუქციის ხარისხზე მოქმედი ძირითადი ფაქტორების გამოვლენისათვის და სხვ.

3.3. ხარისხის დონის განსაზღვრა წარმოების მართვის სხვადასხვა დონეებისათვის

ხარისხის ინდექსების განსაზღვრა შეიძლება წარმოების მართვის სხვადასხვა დონეებისათვის (საწარმო, საწარმოთა გაერთიანებები (მაგალითად კონცერნები), დარგობრივი გაერთიანებები და სხვ.). ჩვენ უკვე განვიხილეთ ხარისხის ინდექსების განსაზღვრა მართვის I დონისათვის ანუ საწარმოსათვის. ასეთივე პრინციპით შეიძლება განვსაზღვროთ საშუალოდ აწონილი ხარისხის ინდექსები მართვის უფრო მაღალი დონეებისათვის – საწარმოთა გაერთიანებებისათვის, კერძოდ II დონისათვის (ფირმები), III დონისათვის (კონცერნები) და ა.შ. ხარისხის ინდექსების იერარქიული ხე მართვის სხვადასხვა დონეებისათვის წარმოდგენილია 3.2 ნახაზზე.



ნახ. 3.2. ხარისხის ინდექსების იერარქიული ხე მართვის სხვადასხვა დონეებისათვის. ინდექსები I, II, III აღნიშნავს მართვის შესაბამის დონეს, θ პროდუქციის სახეს

ანსხვავებენ I_Q ხარისხის ინდექსების ორ სახესხვაობას საშუალოდ აწონილ გეომეტრიულ V_Q და საშუალოდ აწონილ არითმეტიკულ U_Q ინდექსებს.

საწარმოთა გაერთიანებებისათვის (ანუ მართვის II დონისათვის) საშუალოდ აწონილი გეომეტრიული V_Q^{II} და არითმეტიკული U_Q^{II} ინდექსები გამოითვლება შემდეგი ფორმულებით:

$$V_Q^{II} = \prod_{i=1}^{N} \left(V_{Qi}^{I}\right)^{a_i^I}, \qquad (3.17)$$

$$U_Q^{II} = \sum_{i=1}^{N} a_i^I \cdot U_{Qi}^{I}, \qquad (3.18)$$

სადაც N გაერთიანებაში შემავალი საწარმოების რაოდენობაა;

a_i^I - i-ური საწარმოს მიერ გამოშვებული პროდუქციის ფარდობითი მოცულობა (წონადობის კოეფიციენტი, რომელიც განისაზღვრება (3.4) ფორმულის ანალოგიურად);

V_{Qi}^{I}, U_{Qi}^{I} - i-ური საწარმოს ხარისხის საშუალოდ აწონილი გეომეტრიული და არითმეტიკული ინდექსები.

უფრო მსხვილი გაერთიანებებისათვის - კორპორაციებისათვის (ანუ მართვის III დონისათვის) საშუალოდ აწონილი გეომეტრიული V_Q^{III} და არითმეტიკული U_Q^{III} ინდექსები გამოითვლება შემდეგი ფორმულებით:

$$V_Q^{III} = \prod_{j=1}^{L} \left(V_{Qj}^{II}\right)^{a_j^{II}}, \qquad (3.19)$$

$$U_Q^{III} = \sum_{j=1}^{L} a_j^{II} \cdot U_j^{II}, \qquad (3.20)$$

სადაც L კორპორაციაში შემავალი საწარმოთა გაერთიანებების (ფირმების) რაოდენობაა;

a_j^{II} - j-ური ფირმის მიერ გამოშვებული პროდუქციის ფარდობითი მოცულობა (წონადობის კოეფიციენტი), რომელიც განისაზღვრება (3.4) ფორმულის ანალოგიურად;

V_{Qj}^{II}, U_{Qj}^{II} - j-ური ფირმის ხარისხის საშუალოდ აწონილი გეომეტრიული და არითმეტიკული ინდექსები.

ანალოგიურად შეგვიძლია მივიღოთ პროდუქციის ხარისხის ინდექსები მართვის უფრო მაღალი დონეებისათვისაც.

მაგალითი 1. 3.2 ნახაზზე მოყვანილი იერარქიული სტრუქტურისათვის (დარგში ორი გაერთიანებაა, პირველ გაერთიანებაში ორი საწარმო, მეორე გაერთიანებაში სამი საწარმო; პირველი გაერთიანების პირველი საწარმო უშვებს ორი სახეობის (θ_1 და θ_2) პროდუქციას; მე-

ორე საწარმოც ორი სახეობის (θ_3 და θ_4) პროდუქციას; მეორე გაერთიანების ერთი საწარმო – ორი სახეობის (θ_5 და θ_6), მეორე საწარმო – ორი სახეობის (θ_7 და θ_8), ხოლო მესამე საწარმო სამი სახეობის (θ_9, θ_{10} და θ_{11}) პროდუქციას. პროდუქციის ხარისხის მაჩვენებლები (ერთეულოვანი და კომპლექსური) მოცემულია 3.8 ცხრილის W_k სვეტში, ხოლო საბაზო მაჩვენებლების მნიშვნელობები $W_{k\text{ბაზ}}$ სვეტში. ξ_k სვეტში პროდუქციის სახეობების ნაკეთობათა რაოდენობაა ათას ცალებში, ხოლო S_k სვეტში – პროდუქციის სახეობების ნაკეთობის ერთ ცალზე დანახარჯები.

ამ ცხრილის მონაცემების მიხედვით მოვძებნოთ საწარმოების, გაერთიანებების და დარგის ხარისხის საშუალოდ აწონილი გეომეტრიული ინდექსები.

ამისათვის $q_k = W_k / W_{k\text{ბაზ}}$ ფორმულით ჯერ განვსაზღვროთ ყოველი სახეობის პროდუქციისათვის ხარისხის ფარდობითი მაჩვენებლების მნიშვნელობები:

$$q_1 = \frac{20}{18} = 1{,}11;\ q_2 = \frac{40}{35} = 1{,}14;\ q_3 = \frac{500}{476} = 1{,}05;\ q_4 = \frac{200}{206} = 0{,}97;$$

$$q_5 = \frac{5{,}00}{4{,}17} = 1{,}20;\ q_6 = \frac{30}{26} = 1{,}15;\ q_7 = \frac{85{,}0}{94{,}5} = 0{,}90;\ q_8 = \frac{16}{15{,}2} = 1{,}05;$$

$$q_9 = \frac{150}{158} = 0{,}95;\ q_{10} = \frac{73{,}5}{70} = 1{,}05;\ q_{11} = \frac{80}{80} = 1.$$

და მიღებული შედეგები შევიტანოთ 3.8 ცხრილის q_k სვეტში.

შემდეგ განვსაზღვროთ პროდუქციის სახეობების წონადობის კოეფიციენტები:

პირველი საწარმოსათვის

θ_1 სახეობისათვის $a_1 = \dfrac{5{,}5 \cdot 400}{5{,}5 \cdot 400 + 7{,}0 \cdot 300} = 0{,}51;$

θ_2 სახეობისათვის $a_2 = \dfrac{7{,}0 \cdot 300}{5{,}5 \cdot 400 + 7{,}0 \cdot 300} = 0{,}49;$

მეორე საწარმოსათვის

θ_3 სახეობისათვის $a_3 = \dfrac{2{,}0 \cdot 350}{2{,}0 \cdot 350 + 1{,}5 \cdot 200} = 0{,}70;$

θ_4 სახეობისათვის $a_4 = \dfrac{1{,}5 \cdot 200}{2{,}0 \cdot 350 + 1{,}5 \cdot 200} = 0{,}30;$

ცხრილი 3.8

პარამეტრი ალბათური შეზღუდვები															
დარგის	გაწრთობის	საწარმოების	პრიორიტეტის	W_k	$W_{k\text{საშ}}$	ξ_k ათასი ცალი	S_k, ლარი	q_k	a_k	V_Q^I	a^I	V_Q^{II}	a^{II}	V_Q^{III}
A	1	1	θ_1	20	18	5,5	400	1,11	0,51	1,125	0,81	1,106	0,172	1,023
			θ_2	40	35	7,0	300	1,14	0,49					
		2	θ_3	500	476	2,0	350	1,05	0,70	1,026	0,19			
			θ_4	200	206	1,5	200	0,97	0,30					
	2	3	θ_5	5,00	4,17	0,5	100	1,20	0,14	1,157	0,014			
			θ_6	30	26	2,1	150	1,15	0,86					
		4	θ_7	85,0	94,5	10	55	0,90	0,25	1,010	0,086			
			θ_8	16,0	15,2	15	110	1,05	0,75					
		5	θ_9	150	158	12	600	0,95	0,31	1,004	0,900	1,007	0,828	
			θ_{10}	73,5	70	14	650	1,05	0,40					
			θ_{11}	80	80	9,5	700	1,00	0,29					

მესამე საწარმოსათვის

θ_5 სახეობისათვის $a_5 = \dfrac{0{,}5 \cdot 100}{0{,}5 \cdot 100 + 2{,}1 \cdot 150} = 0{,}14$;

θ_6 სახეობისათვის $a_6 = \dfrac{2{,}1 \cdot 150}{0{,}5 \cdot 100 + 2{,}1 \cdot 150} = 0{,}86$;

მეოთხე საწარმოსათვის

θ_7 სახეობისათვის $a_5 = \dfrac{10 \cdot 55}{10 \cdot 55 + 15 \cdot 110} = 0{,}25$;

θ_8 სახეობისათვის $a_8 = \dfrac{15 \cdot 110}{10 \cdot 55 + 15 \cdot 110} = 0{,}75$;

მეხუთე საწარმოსათვის

θ_9 სახეობისათვის $a_9 = \dfrac{12 \cdot 600}{12 \cdot 600 + 14 \cdot 650 + 9{,}5 \cdot 700} = 0{,}31$;

θ_{10} სახეობისათვის $a_{10} = \dfrac{14 \cdot 650}{12 \cdot 600 + 14 \cdot 650 + 9{,}5 \cdot 700} = 0{,}40$;

θ_{11} სახეობისათვის $a_{11} = \dfrac{9{,}5 \cdot 700}{12 \cdot 600 + 14 \cdot 650 + 9{,}5 \cdot 700} = 0{,}29$

და მიღებული შედეგები შევიტანოთ 3.8 ცხრილის a_k სვეტში.

განვსაზღვროთ პროდუქციის ხარისხის საშუალოდ აწონილი გეომეტრიული ინდექსები საწარმოებისათვის:

პირველი საწარმოსათვის

$$V_{Q1}^I = q_1^{a_1} \cdot q_2^{a_2} = 1{,}11^{0{,}51} \cdot 1{,}14^{0{,}49} = 1{,}055 \cdot 1{,}066 = 1{,}125;$$

მეორე საწარმოსათვის

$$V_{Q2}^I = q_3^{a_3} \cdot q_4^{a_4} = 1{,}05^{0{,}70} \cdot 0{,}97^{0{,}30} = 1{,}035 \cdot 0{,}991 = 1{,}026;$$

მესამე საწარმოსათვის

$$V_{Q3}^I = q_5^{a_5} \cdot q_6^{a_6} = 1{,}20^{0{,}14} \cdot 1{,}15^{0{,}86} = 1{,}026 \cdot 1{,}128 = 1{,}157;$$

მეოთხე საწარმოსათვის

$$V_{Q4}^I = q_7^{a_7} \cdot q_8^{a_8} = 0{,}90^{0{,}25} \cdot 1{,}05^{0{,}75} = 0{,}974 \cdot 1{,}037 = 1{,}010;$$

მეხუთე საწარმოსათვის

$$V_{Q5}^I = q_9^{a_9} \cdot q_{10}^{a_{10}} \cdot q_{11}^{a_{11}} = 0{,}95^{0{,}31} \cdot 1{,}05^{0{,}40} \cdot 1{,}00^{0{,}29} = 0{,}984 \cdot 1{,}020 \cdot 1{,}000 = 1{,}004.$$

მიღებული შედეგები შევიტანოთ 3.8 ცხრილის V_Q^I სვეტში.

განვსაზღვროთ საწარმოების წონადობის კოეფიციენტები გაერთიანებებში:

პირველი გაერთიანების

პირველი საწარმოსათვის

$$a_1^I = \frac{5,5\cdot 400+7,0\cdot 300}{(5,5\cdot 400+7,0\cdot 300)+(2,0\cdot 350+1,5\cdot 200)} = \frac{4300}{4300+1000} = 0,81;$$

მეორე საწარმოსათვის

$$a_2^I = \frac{2,0\cdot 350+1,5\cdot 200}{(5,5\cdot 400+7,0\cdot 300)+(2,0\cdot 350+1,5\cdot 200)} = \frac{1000}{4300+1000} = 0,19;$$

მეორე გაერთიანების
მესამე საწარმოსათვის

$$a_3^I = \frac{0,5\cdot 100+2,1\cdot 150}{(0,5\cdot 100+2,1\cdot 150)+(10\cdot 55+15\cdot 110)+(12\cdot 600+14\cdot 650+9,5\cdot 700)} =$$

$$= \frac{365}{365+2200+22950} = \frac{365}{25515} = 0,014;$$

მეოთხე საწარმოსათვის

$$a_4^I = \frac{10\cdot 55+15\cdot 110}{365+2200+22950} = \frac{2200}{25515} = 0,086;$$

მეხუთე საწარმოსათვის

$$a_5^I = \frac{12\cdot 600+14\cdot 650+9,5\cdot 700}{365+2200+22950} = \frac{22950}{25515} = 0,900.$$

მიღებული შედეგები შევიტანოთ 3.8 ცხრილის a^I სვეტში.

განვსაზღვროთ პროდუქციის ხარისხის საშუალოდ აწონილი გეომეტრიული ინდექსები გაერთიანებებისათვის:

პირველი გაერთიანებისათვის

$$V_{Q1}^{II} = \left(V_{Q1}^I\right)^{a_1^I}\cdot\left(V_{Q2}^I\right)^{a_2^I} = 1,125^{0,81}\cdot 1,026^{0,19} = 1,100\cdot 1,005 = 1,106;$$

მეორე გაერთიანებისათვის

$$V_{Q2}^{II} = \left(V_{Q3}^I\right)^{a_3^I}\cdot\left(V_{Q4}^I\right)^{a_4^I}\cdot\left(V_{Q5}^I\right)^{a_5^I} = 1,157^{0,014}\cdot 1,010^{0,086}\cdot 1,004^{0,900} =$$

$$= 1,002\cdot 1,001\cdot 1,004 = 1,007.$$

განვსაზღვროთ გაერთიანების წონადობის კოეფიციენტები დარგში:

პირველი გაერთიანებისათვის

$$a_1^{II} = \frac{(5,5\cdot 400+7,0\cdot 300)+(2,0\cdot 350+1,5\cdot 200)}{[(5,5\cdot 400+7,0\cdot 300)+(2,0\cdot 350+1,5\cdot 200)]+[(0,5\cdot 100+2,1\cdot 150)+(10\cdot 55+15\cdot 110)+(12\cdot 600+14\cdot 650+9,5\cdot 700)]} =$$

$$= \frac{4300+1000}{[4300+1000]+[365+2200+22950]} = \frac{5300}{5300+25515} = \frac{5300}{30815} = 0,17;$$

მეორე გაერთიანებისათვის

$$a_2^{II} = \frac{(0,5\cdot 100+2,1\cdot 150)+(10\cdot 55+15\cdot 110)+(12\cdot 600+14\cdot 650+9,5\cdot 700)}{30815} =$$

$$= \frac{25515}{30815} = 0,83,$$

მიღებული შედეგები შევიტანოთ 3.8 ცხრილის a^{II} სვეტში.

ბოლოს განვსაზღვროთ პროდუქციის ხარისხის საშუალოდ აწონილი გეომეტრიული ინდექსი დარგისათვის

$$V_{QA}^{III} = \left(V_{Q1}^{II}\right)^{a_1^{II}} \cdot \left(V_{Q2}^{II}\right)^{a_2^{II}} = 1{,}106^{0{,}17} \cdot 1{,}007^{0{,}83} = 1{,}017 \cdot 1{,}006 = 1{,}023 .$$

მაგალითი 2. უნდა ჩავატაროთ ერთი დარგის სამი სამრეწველო გაერთიანების პროდუქციის ხარისხის დინამიკის ანალიზი სამი წლის განმავლობაში. პირველი და მესამე სამრეწველო გაერთიანება შედგება ორი საწარმოსაგან, მეორე სამრეწველო გაერთიანებაში შედის სამი საწარმო. საწარმოები უშვებენ სხვადასხვაგვარ (არაერთგვაროვან) პროდუქციას.

გაერთიანებების ხარისხის ინდექსების გასათვლელად საჭირო საწარმოების ხარისხის ინდექსები V' და წონადობის ინდექსები a_k' მოცემულია 3.9 ცხრილში. საბაზო ინდექსებად მიღებულია ხარისხის ინდექსების მნიშვნელობები, რომლებიც შეესაბამება 2003 წელს.

ცხრილი 3.9

პირობითი აღნიშვნები			საწარმოების პროდუქციის ხარისხის ინდექსები V'			საწარმოს წონადობის კოეფიციენტები a_k
დარგის	გაერთიანებების	საწარმოების	2004 წ.	2005 წ.	2006 წ.	
B	1	1	1,23	1,25	1,34	0,625
		2	1,01	0,96	1,07	0,375
	2	1	0,95	1,08	1,15	0,265
		2	0,96	1,05	1,14	0,347
		3	1,05	1,09	1,16	0,388
	3	1	1,15	1,20	1,20	0,425
		2	1,10	1,25	1,25	0,575

გაერთიანებების საშუალოდ აწონილი გეომეტრიული ინდექსებისათვის მივიღებთ:

პირველი გაერთიანებისათვის

2004 წ. $V_{Q1}^{II} = (1{,}23)^{0{,}625} \cdot (1{,}01)^{0{,}375} = 1{,}138 \cdot 1{,}004 = 1{,}14$;

2005 წ. $V_{Q1}^{II} = (1{,}25)^{0{,}625} \cdot (1{,}96)^{0{,}375} = 1{,}150 \cdot 0{,}985 = 1{,}13$;

2006 წ. $V_{Q1}^{II} = (1{,}34)^{0{,}625} \cdot (1{,}07)^{0{,}375} = 1{,}201 \cdot 1{,}026 = 1{,}23$;

მეორე გაერთიანებისათვის

2004 წ. $V_{Q2}^{II} = (0{,}95)^{0{,}265} \cdot (0{,}96)^{0{,}347} \cdot (1{,}05)^{0{,}388} = 0{,}986 \cdot 0{,}986 \cdot 1{,}019 = 0{,}99$;

2005 წ. $V_{Q2}^{II} = (1{,}08)^{0{,}265} \cdot (1{,}05)^{0{,}347} \cdot (1{,}09)^{0{,}388} = 1{,}021 \cdot 1{,}017 \cdot 1{,}034 = 1{,}07$;

2006 წ. $V_{Q2}^{II} = (1{,}15)^{0{,}265} \cdot (1{,}14)^{0{,}347} \cdot (1{,}16)^{0{,}388} = 1{,}038 \cdot 1{,}046 \cdot 1{,}059 = 1{,}15$;

მესამე გაერთიანებისათვის

2004 წ. $V_{Q3}^{II} = (1{,}15)^{0{,}425} \cdot (1{,}10)^{0{,}575} = 1{,}061 \cdot 1{,}056 = 1{,}12$;

2005 წ. $V_{Q3}^{II} = (1{,}20)^{0{,}425} \cdot (1{,}25)^{0{,}575} = 1{,}081 \cdot 1{,}137 = 1{,}23$;

2006 წ. $V_{Q3}^{II} = (1{,}20)^{0{,}425} \cdot (1{,}25)^{0{,}575} = 1{,}081 \cdot 1{,}137 = 1{,}23$.

მიღებული შედეგები შევიტანოთ 3.10 ცხრილში. იქვე მოცემულია გაერთიანებების წონადობის პარამეტრები.

ცხრილი 3.10

გაერთიანების პირობითი აღნიშვნა	გაერთიანებების პროდუქციის ხარისხის ინდექსები			წონადობის პარამეტრები
	2004 წ.	2005 წ.	2006 წ.	
1	1,14	1,13	1,23	0,285
2	0,99	1,07	1,15	0,465
3	1,12	1,23	1,23	0,250

ამ ბოლო ცხრილიდან ჩანს, რომ ხარისხის ინდექსის ყველაზე დიდ მნიშვნელობას პირველმა გაერთიანებამ მიაღწია 2006 წ., ხოლო მესამე გაერთიანებამ 2005 წ.

3.10 ცხრილის მონაცემების მიხედვით შეგვიძლია განვსაზღვროთ პროდუქციის ხარისხის საშუალოდ აწონილი გეომეტრიული ინდექსი B დარგისათვის მთლიანად ფორმულით

$$V_{QB}^{III} = \prod_{\nu=1}^{3} \left(V_Q^{II}\right)^{q_\nu}, \qquad (3.21)$$

(3.21) ფორმულით გამოთვლის შედეგად მივიღებთ დარგისათვის პროდუქციის ხარისხის ინდექსებს წლების მიხედვით:

2004 წ. $V_{QB}^{III} = (1{,}14)^{0{,}285} \cdot (0{,}99)^{0{,}465} \cdot (1{,}12)^{0{,}250} = 1{,}038 \cdot 0{,}995 \cdot 1{,}029 = 1{,}063$;

2005წ. $V_{QB}^{III} = (1{,}13)^{0{,}285} \cdot (1{,}07)^{0{,}465} \cdot (1{,}23)^{0{,}250} = 1{,}035 \cdot 1{,}032 \cdot 1{,}053 = 1{,}125$;

2006 წ. $V_{QB}^{III} = (1{,}23)^{0{,}285} \cdot (1{,}15)^{0{,}465} \cdot (1{,}23)^{0{,}250} = 1{,}061 \cdot 1{,}067 \cdot 1{,}053 = 1{,}192$.

მიღებული შედეგებიდან ჩანს, რომ დარგში პროდუქციის ხარისხის საშუალოდ აწონილი გეომეტრიული ინდექსი წლიდან წლამდე მატულობს.

მაგალითი 3. უნდა შევაფასოთ პროდუქციის ხარისხის დონე ერთი თვის განმავლობაში ოთხი ქარხნისაგან შემდგარი სამრეწველო გაერთიანების ატესტაციის შედეგების მიხედვით. საწყისი მონაცემები მოცემულია 3.11 ცხრილში.

ცხრილი 3.11

ქარხნის პირობითი აღნიშვნა	$c_ჟ$ ათასი ლარი	c_1 ათასი ლარი	c_2 ათასი ლარი	C_Σ ათასი ლარი	$a_ჟ$	a_1
A	100	150	50	300	0,333	0,500
B	210	250	140	600	0,350	0,417
C	30	50	20	100	0,300	0,500
E	50	120	30	200	0,250	0,600
			სულ	1 200		

აქ $c_უ$, c_1, c_2 განსახილველ პერიოდში უმაღლესი, პირველი და მეორე კატეგორიის პროდუქციის მოცულობაა ფულად გამოსახულებაში, C_Σ – საწარმოს მიერ განსახილველ პერიოდში ყველა კატეგორიის გამოშვებული პროდუქციის ჯამური მოცულობა ფულად გამოსახულებაში.

განვსაზღვროთ უმაღლესი კატეგორიის პროდუქციის წონადობის კოეფიციენტები:

$$a_{უA} = \frac{c_{უA}}{C_{\Sigma A}} = \frac{100}{300} = 0{,}333\ ; \quad a_{უB} = \frac{c_{უB}}{C_{\Sigma B}} = \frac{200}{600} = 0{,}350\ ;$$

$$a_{უC} = \frac{c_{უC}}{C_{\Sigma C}} = \frac{30}{100} = 0{,}300\ ; \quad a_{უE} = \frac{c_{უE}}{C_{\Sigma E}} = \frac{50}{200} = 0{,}250\ .$$

განვსაზღვროთ პირველი კატეგორიის პროდუქციის წონადობის კოეფიციენტები:

$$a_{1A} = \frac{c_{1A}}{C_{\Sigma A}} = \frac{150}{300} = 0{,}500\ ; \quad a_{1B} = \frac{c_{1B}}{C_{\Sigma B}} = \frac{250}{600} = 0{,}417\ ;$$

$$a_{1C} = \frac{c_{1C}}{C_{\Sigma C}} = \frac{50}{100} = 0{,}500\ ; \quad a_{1E} = \frac{c_{1E}}{C_{\Sigma E}} = \frac{120}{200} = 0{,}600\ .$$

მიღებული მნიშვნელობები შევიტანოთ 3.11 ცხრილის $a_უ$ და a_1 სვეტებში.

A, B, C, E ქარხნების პროდუქციის ხარისხის დონე შევაფასოთ ხარისხის ინდექსების გამოთვლის გზით ფორმულით $U_Q = a_უ + 0{,}5a_1$:

$$U^I_{QA} = 0{,}333 + 0{,}5 \cdot 0{,}500 = 0{,}583;\ U^I_{QB} = 0{,}350 + 0{,}5 \cdot 0{,}417 = 0{,}558;$$

$$U^I_{QC} = 0{,}300 + 0{,}5 \cdot 0{,}500 = 0{,}550;\ U^I_{QE} = 0{,}250 + 0{,}5 \cdot 0{,}600 = 0{,}550;$$

მიღებული შედეგების მიხედვით განსახილველ თვეში ხარისხის შედარებით დიდი ინდექსი აქვს A ქარხანას, შედარებით მცირე – C და E ქარხნებს.

განსახილველ თვეში მთლიანად გაერთიანების პროდუქციის ხარისხის საშუალოდ აწონილი არითმეტიკული ინდექსი გამოითვლება ფორმულით

$$U^{II}_Q = a_A \cdot U^I_{QA} + a_B \cdot U^I_{QB} + a_C \cdot U^I_{QC} + a_E \cdot U^I_{QE},$$

სადაც a_A, a_B, a_C და a_E-ს გამოსათვლელად გამოვიყენოთ 3.11 ცხრილის მონაცემები:

$$a_A = \frac{300}{1200} = 0{,}250\ ; \quad a_B = \frac{600}{1200} = 0{,}500\ ;$$

$$a_C = \frac{100}{1200} = 0{,}083\ ; \quad a_E = \frac{200}{1200} = 0{,}167$$

მაშინ

$$U^{II}_Q = 0{,}250 \cdot 0{,}583 + 0{,}500 \cdot 0{,}558 + 0{,}083 \cdot 0{,}550 + 0{,}167 \cdot 0{,}550 = 0{,}562\ .$$

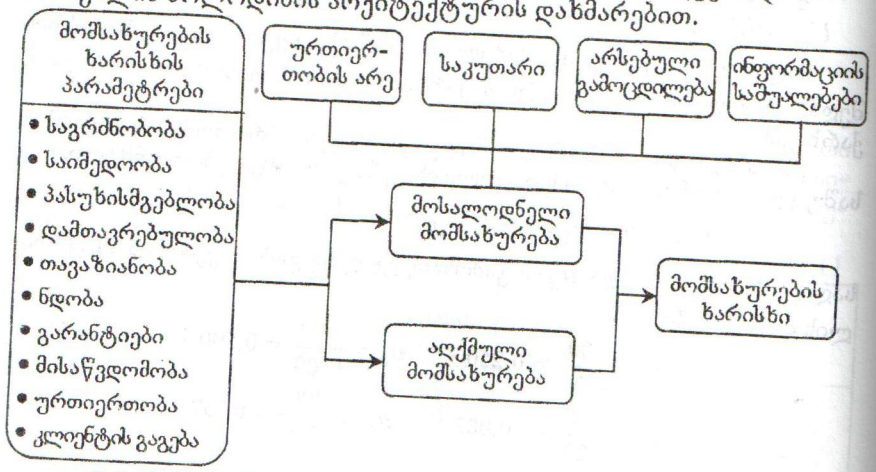
4. მომსახურების ხარისხის შეფასება

ბოლო წლებში შეინიშნება აშკარა ტენდენცია მომსახურების სფეროებზე მოთხოვნების ზრდისა. მომსახურების სფეროს გაფართოების თანამედროვე ეკონომიკისათვის დამახასიათებელი ტენდენცია გარკვეულწილად დაკავშირებულია პირველ რიგში მეცნიერტევადი პროდუქტების (მაგალითად, თანამედროვე კომპიუტერების) ტექნიკური მომსახურების მნიშვნელოვნობის გაზრდასთანაც წარმოებისა და ბაზარზე მათი მიწოდების შემდეგ.

სერვისი უფრო მიახლოებულია მომხმარებელთან, ვიდრე პროდუქტი. ეს ხდება იმიტომ, რომ მომსახურება ვლინდება მისი შესრულების მომენტში, იმ დროს როდესაც პროდუქტის წარმოება იზოლირებულია მომხმარებლისაგან. პროდუქტის ხარისხი აღიქმება პირველ რიგში მომსახურების ხარისხით მისი გაყიდვისას. ყიდვის პროცესში ხდება არა მარტო პროდუქტის, არამედ მოსალოდნელი მომსახურების შედარება რეალურთან (აღქმულთან).

მომსახურების ხარისხის ქვეშ იგულისხმება შესატყვისობა მომხმარებელთა მოლოდინსა და გაწეული მომსახურების აღქმას შორის.

მომსახურების ხარისხის განსაზღვრისათვის გამოიყენება სამომხმარებლო აღქმის შეფასება. მომხმარებელი აღიქვამს მომსახურებას როგორც ხარისხიანს, თუ ის აკმაყოფილებს ან აღემატება მის მოლოდინს. კლიენტის მოლოდინის ფორმირება ხდება უკვე არსებული გამოცდილებისა ან სხვადასხვა წყაროებიდან მიღებული ინფორმაციის საფუძველზე. მომსახურების ხარისხი ზოგადი სახით შეგვიძლია შევაფასოთ 4.1 ნახაზზე წარმოდგენილი მომხმარებლის მოლოდინის არქიტექტურის დახმარებით.



ნახ.4.1. მომხმარებლის მოლოდინის არქიტექტურა

როგორც ვხედავთ, კონკრეტული მომხმარებლის მოლოდინზე გავლენას ახდენს მისი ურთიერთობის არე, საკუთარი მოთხოვნილებები და მისი ცხოვრების გამოცდილება. მომხმარებლის მოლოდინის ფორმირებაზე დიდ გავლენას ახდენენ ინფორმაციის საშუალებები.

სამომხმარებლო აღქმა და, მაშასადამე, მომსახურების ხარისხი ხასიათდება შემდეგი შესატყვისობებით:

ა) *სამომხმარებლო მოლოდინსა და კომპანიის ხელმძღვანელობის მიერ ამ მოლოდინის აღქმას შორის:* ხელმძღვანელობამ სწორად უნდა წარმოიდგინოს, რა უნდა კლიენტებს და რა პარამეტრით ფასდება მომსახურების ხარისხი;

ბ) *ხელმძღვანელობის მიერ სამომხმარებლო მოლოდინის აღქმასა და ამ მოლოდინის მომსახურების ხარისხის მაჩვენებლებში გარდაქმნას შორის:* ხელმძღვანელობამ უნდა შეძლოს მომხმარებელთა აზრების გათვალისწინებით ხარისხის მაჩვენებლების სწორი ფორმულირება მომსახურების გაწევაზე კონკრეტულ მუშა სტანდარტებში;

გ) *მომსახურების ხარისხის პარამეტრებსა და გაწეული მომსახურების ხარისხს შორის:* მომსახურების ხარისხს კლიენტის თვალში განსაზღვრავენ გარკვეული პარამეტრები;

დ) *გაწეულ მომსახურებასა და მომსახურების შესახებ გარე ინფორმაციას შორის:* სამომხმარებლო მოლოდინის ფორმირება ხდება ფართო აუდიტორიისათვის გავრცელებული ინფორმაციის წყალობით (რეკლამა). მომსახურების ხარისხი ამ შემთხვევაში დამოკიდებულია კლიენტისათვის მიწოდებული ინფორმაციის უტყუარობაზე.

მომსახურების ხარისხის შეფასებაში შეუთანხმებლობა მომხმარებელსა და მწარმოებელს შორის ჩვეულებრივ განპირობებულია ფირმის ხელმძღვანელობის მიერ მომხმარებლის მოლოდინის არასწორი აღქმით. შეუთანხმებლობის თავიდან აცილებისათვის ფირმამ საგულდაგულოდ უნდა გააკონტროლოს „მიმწოდებელი-მომხმარებელი“ ურთიერთქმედების პროცესის მთელი ჯაჭვი. ასეთი სქემის – სასტუმროში მომსახურების სქემის – მაგალითი მოცემულია 4.2 ნახაზზე.

საჭიროებებისა და სურვილების თვალყურის მიდევნება უნდა ხდებოდეს მუდმივად ანკეტირებისა და ინტერვიუს პროცესში პირადი კონტაქტების საშუალებით.

მომსახურების ხარისხის განსაზღვრისათვის შეიძლება გამოვიყენოთ ჩ. ბერნარდის *„ნეიტრალური ზონების“* კონცეფცია. ამ კონცეფციის არსი მომსახურების გაწევასთან მიმართებაში მდგომარეობს შემდეგში: ადამიანის პირადულ აღქმებში არსებობს ეგრეთ წოდებული ნეიტრალური ზონა, რომელშიც ნებისმიერი

ფიზიკური ობიექტები
მომხმარებელი
ხმოვანი კონტაქტი
უხილავი პროცესი
სატელეფონო ზარების მიმღები ოპერატორი
ბარგის მიღების პუნქტი
ბარგის ჩაბარების ქვითარი
ბარგის ეტიკეტი
ბარგის ეტიკეტის ნაწილი
ბარგის ეტიკეტის ნაწილი
ბარგის ეტიკეტის ნაწილ

ქმედება არ იწვევს საპასუხო რეაქციას. თუ მომსახურება საშუალო მისაღებ დონეზეა, მომხმარებლის საპასუხო რეაქციები მომსახურებაზე რჩება ნეიტრალური. დაკმაყოფილებულობის გრძნობა (დადებითი რეაქცია) ჩნდება, როდესაც ხარისხი და მომსახურების დონე მომხმარებლის შეგნებაში ნეიტრალური ზონის ფარგლებს ცდება. რაც უფრო მნიშვნელოვანია მომხმარებლისათვის მომსახურების პარამეტრი, მით უფრო ვიწროა მისი ნეიტრალური ზონა.

„ნეიტრალური ზონების“ კონცეფციის განვითარებას წარმოადგენს ე. კედოტისა და ნ. ტერჯენის მომსახურების ელემენტების ეფექტურობის ტიპოლოგია, რომლის თანახმადაც მომსახურების სხვადასხვა ელემენტებს შეიძლება ჰქონდეთ მომსახურების მომხმარებლების დადებითი და უარყოფითი რეაქციები, ხოლო ზოგიერთი არ იწვევს საპასუხო რეაქციებს. ხარისხიანი მომსახურების გაწევისათვის უნდა განისაზღვროს მისი რომელი პარამეტრები ქმნიან დადებით საპასუხო რეაქციას და უშუალოდ ახდენენ მისი აღქმის ფორმირებას. ამ მიდგომის ავტორების მიერ დამუშავებულია მომსახურების ელემენტების შემდეგი კლასიფიკაცია მათი მნიშვნელოვნობის მიხედვით სამომხმარებლო აღქმებში:

- მომსახურების კრიტიკული ელემენტები. ისინი ქმნიან ყველაზე უფრო ვიწრო ნეიტრალურ ზონას; წარმოადგენენ მომსახურების მომხმარებელზე პირდაპირი ზემოქმედების მთავარ ფაქტორებს; იწვევენ ან დადებით, ან უარყოფით რეაქციას იმის და მიხედვით, შეესაბამება ისინი თუ არა სამომხმარებლო მოლოდინს. ეს მომსახურების ის მინიმუმია, რომელიც აუცილებლად უნდა შესრულდეს იმისათვის, რომ მოხდეს კლიენტის დაკმაყოფილება (მაგალითად, სარესტორანო ბიზნესში – საბანკეტო დარბაზების სისუფთავე, გემრიელი და ჯანმრთელი საჭმელი, მომსახურე პერსონალის თავაზიანობა);
- მომხმარებლის ნეიტრალური ელემენტები. ქმნიან მაქსიმალურ ნეიტრალურ ზონას და პრაქტიკულად არ მოქმედებენ მომსახურების ხარისხზე კლიენტის აღქმაში (მაგალითად, პერსონალის უნიფორმის ფერი);
- მომსახურებით დაკმაყოფილების მომტანი ელემენტები. იწვევენ დადებით რეაქციას, თუ კლიენტის მოლოდინი გათვალისწინებულია, მაგრამ არავითარ (მათ შორის უარყოფით) რეაქციას არ ექნება ადგილი, თუ მოლოდინი არ გამართლდება (მაგალითად, უფასო შამპანური სასტუმროს ადმინისტრაციისაგან ნომერში, რომელიც შეკვეთილია ახალი წლის წინა დღეს). ეს ელემენტები არ აკნინებენ მომსახურების ხარისხს, თუ მომხმარებელი მათ არ მიიღებს, მაგრამ საწინააღმდეგო შემთხვევაში კლიენტის შეგნე-

ბაში ხდება გაწეული მომსახურებისაგან დადებითი უპირატესობების ფორმირება და ამით მისი ხარისხის ამაღლება.

- მომსახურების გულის გატეხის მომტანი ელემენტები. თუ ეს ელემენტები არ სრულდება სწორად, იწვევენ ნეგატიურ რეაქციას. სწორი შესრულებისას – კლიენტის რეაქცია ნეიტრალურია (მაგალითად, ჭუჭყიანი საფერფლეები კაფეს მაგიდებზე).

დანართი 1
ახარისხების ცხრილები

ახარისხების ცხრილებს ვიყენებთ ხარისხის კომპლექსური მაჩვენებლების გამოთვლის გამარტივებისათვის q და α-ს მნიშვნელობების მიხედვით.

მაგალითი 1. უნდა გამოვითვალოთ ხარისხის ინდექსი შემდეგი მონაცემების მიხედვით:

$$q_1=1,7;\ q_2=0,5;\ q_3=0,3;$$
$$\alpha_1=0,6;\ \alpha_2=0,3;\ \alpha_3=0,1.$$

მაშინ

$$V_Q=\prod_{k=1}^{3}(q_k)^{\alpha_k}=1,7^{0,6}\cdot 0,5^{0,3}\cdot 0,3^{0,1}.$$

ცხრილების გამოყენებით მივიღებთ:

$$V_Q=1,375\cdot 0,812\cdot 0,887=0,990.$$

მაგალითი 2. უნდა გამოვითვალოთ ხარისხის ინდექსი შემდეგი მონაცემების მიხედვით:

$$q_1=1,2;\ q_2=0,8;\ q_3=0,6;$$
$$\alpha_1=0,62;\ \alpha_2=0,33;\ \alpha_3=0,05.$$

მაშინ

$$V_Q=\prod_{k=1}^{3}(q_k)^{\alpha_k}=1,2^{0,62}\cdot 0,8^{0,33}\cdot 0,6^{0,05}=1,2^{0,60}\cdot 1,2^{0,02}\cdot 0,8^{0,30}\cdot 0,8^{0,03}\cdot 0,6^{0,05}.$$

ცხრილების გამოყენებით მივიღებთ:

$$V_Q=1,116\cdot 1,004\cdot 0,935\cdot 0,993\cdot 0,975=1,014.$$

1,1–3,0

q	ზარისხის მაჩვენებლები (α)								
	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
3,0	1,011	1,022	1,034	1,045	1,057	1,068	1,080	1,092	1,104
2,9	1,011	1,022	1,033	1,044	1,055	1,066	1,077	1,089	1,101
2,8	1,010	1,021	1,031	1,042	1,053	1,064	1,075	1,086	1,097
2,7	1,010	1,020	1,030	1,041	1,051	1,061	1,072	1,083	1,094
2,6	1,010	1,019	1,029	1,039	1,049	1,059	1,069	1,079	1,090
2,5	1,009	1,019	1,028	1,037	1,047	1,057	1,066	1,076	1,086
2,4	1,009	1,018	1,027	1,036	1,045	1,054	1,063	1,073	1,082
2,3	1,008	1,017	1,025	1,034	1,043	1,051	1,060	1,069	1,078
2,2	1,008	1,016	1,024	1,032	1,040	1,048	1,057	1,065	1,074
2,1	1,007	1,015	1,023	1,030	1,038	1,046	1,053	1,061	1,069
2,0	1,007	1,014	1,021	1,028	1,035	1,043	1,050	1,057	1,064
1,9	1,006	1,013	1,019	1,026	1,033	1,039	1,046	1,053	1,060
1,8	1,006	1,012	1,018	1,024	1,030	1,036	1,042	1,048	1,054
1,7	1,005	1,011	1,016	1,022	1,027	1,032	1,038	1,043	1,049
1,6	1,005	1,009	1,014	1,019	1,024	1,029	1,033	1,038	1,043
1,5	1,004	1,008	1,012	1,016	1,021	1,025	1,029	1,033	1,037
1,4	1,003	1,007	1,010	1,014	1,017	1,020	1,024	1,027	1,031
1,3	1,003	1,005	1,008	1,011	1,013	1,016	1,019	1,021	1,024
1,2	1,002	1,004	1,006	1,007	1,009	1,011	1,013	1,015	1,017
1,1	1,001	1,002	1,003	1,004	1,005	1,006	1,007	1,008	1,009

1,1—3,0

q	ხარისხის მაჩვენებლები (α)								
	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90
3,0	1,116	1,246	1,390	1,552	1,732	1,933	2,158	2,408	2,688
2,9	1,112	1,237	1,376	1,531	1,703	1,894	2,107	2,344	2,607
2,8	1,108	1,229	1,362	1,510	1,673	1,855	2,056	2,279	2,526
2,7	1,104	1,220	1,347	1,488	1,643	1,815	2,004	2,214	2,445
2,6	1,100	1,211	1,332	1,466	1,613	1,774	1,952	2,148	2,363
2,5	1,096	1,201	1,316	1,443	1,581	1,733	1,899	2,081	2,281
2,4	1,092	1,191	1,300	1,419	1,549	1,691	1,846	2,015	2,199
2,3	1,087	1,181	1,284	1,395	1,517	1,648	1,792	1,947	2,116
2,2	1,082	1,171	1,267	1,371	1,483	1,605	1,737	1,879	2,033
2,1	1,077	1,160	1,249	1,346	1,449	1,561	1,681	1,810	1,950
2,0	1,072	1,149	1,231	1,320	1,414	1,516	1,625	1,741	1,866
1,9	1,066	1,137	1,212	1,293	1,378	1,470	1,567	1,671	1,782
1,8	1,061	1,125	1,193	1,265	1,342	1,423	1,509	1,600	1,697
1,7	1,055	1,112	1,173	1,237	1,304	1,375	1,450	1,529	1,612
1,6	1,048	1,099	1,151	1,207	1,265	1,326	1,390	1,457	1,527
1,5	1,041	1,085	1,129	1,176	1,225	1,275	1,328	1,383	1,440
1,4	1,034	1,070	1,106	1,144	1,183	1,224	1,266	1,309	1,354
1,3	1,027	1,054	1,082	1,111	1,140	1,171	1,202	1,234	1,266
1,2	1,018	1,037	1,056	1,076	1,095	1,116	1,136	1,157	1,178
1,1	1,010	1,019	1,029	1,039	1,049	1,059	1,069	1,079	1,090

0,99—0,70

q	ხარისხის მაჩვენებლები (α)								
	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,99	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999	0,999	0,999	0,999
0,98	1,000	1,000	0,999	0,999	0,999	0,998	0,988	0,998	0,998
0,97	1,000	0,999	0,999	0,999	0,999	0,998	0,998	0,998	0,997
0,96	1,000	0,999	0,999	0,998	0,998	0,998	0,997	0,997	0,996
0,95	1,000	0,999	0,999	0,998	0,997	0,997	0,996	0,996	0,995
0,94	0,999	0,999	0,998	0,998	0,997	0,996	0,996	0,995	0,994
0,93	0,999	0,999	0,998	0,997	0,996	0,996	0,995	0,994	0,994
0,92	0,999	0,998	0,998	0,997	0,996	0,995	0,994	0,993	0,993
0,91	0,999	0,998	0,997	0,996	0,995	0,994	0,993	0,993	0,992
0,90	0,999	0,998	0,997	0,996	0,995	0,994	0,993	0,992	0,991
0,89	0,999	0,997	0,996	0,995	0,994	0,993	0,992	0,991	0,990
0,88	0,999	0,997	0,996	0,994	0,993	0,992	0,991	0,990	0,989
0,87	0,999	0,997	0,996	0,994	0,993	0,992	0,990	0,989	0,988
0,86	0,998	0,997	0,995	0,994	0,992	0,990	0,989	0,987	0,986
0,85	0,998	0,997	0,995	0,993	0,991	0,990	0,988	0,986	0,984
0,84	0,998	0,996	0,994	0,993	0,991	0,989	0,987	0,985	0,983
0,83	0,998	0,996	0,994	0,992	0,990	0,988	0,986	0,984	0,982
0,82	0,998	0,996	0,994	0,992	0,990	0,987	0,985	0,983	0,981
0,81	0,998	0,995	0,993	0,991	0,989	0,987	0,985	0,982	0,980
0,80	0,998	0,995	0,993	0,991	0,988	0,986	0,984	0,981	0,979
0,79	0,997	0,995	0,992	0,990	0,988	0,985	0,983	0,980	0,978
0,78	0,997	0,995	0,992	0,990	0,987	0,984	0,982	0,979	0,977
0,77	0,997	0,995	0,991	0,989	0,986	0,984	0,981	0,978	0,976
0,76	0,997	0,994	0,991	0,988	0,986	0,983	0,980	0,977	0,974
0,75	0,997	0,994	0,991	0,988	0,985	0,982	0,979	0,976	0,973
0,74	0,997	0,994	0,990	0,987	0,984	0,981	0,978	0,975	0,972
0,73	0,997	0,993	0,990	0,986	0,983	0,980	0,976	0,973	0,970
0,72	0,996	0,993	0,989	0,986	0,982	0,979	0,975	0,972	0,968
0,71									
0,70									

0,99–0,70

q	ხარისხის მაჩვენებლები (α)								
	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90
0,99	0,999	0,998	0,997	0,996	0,995	0,994	0,993	0,992	0,991
0,98	0,998	0,996	0,994	0,992	0,990	0,988	0,986	0,984	0,982
0,97	0,997	0,994	0,991	0,988	0,985	0,982	0,979	0,976	0,973
0,96	0,996	0,992	0,988	0,984	0,980	0,976	0,972	0,968	0,964
0,95	0,995	0,990	0,985	0,980	0,975	0,970	0,965	0,960	0,955
0,94	0,994	0,988	0,982	0,976	0,970	0,964	0,958	0,952	0,946
0,93	0,993	0,986	0,979	0,971	0,964	0,957	0,951	0,944	0,937
0,92	0,992	0,984	0,975	0,967	0,959	0,951	0,943	0,936	0,928
0,91	0,991	0,981	0,972	0,963	0,954	0,945	0,936	0,927	0,919
0,90	0,990	0,979	0,969	0,959	0,949	0,939	0,929	0,919	0,910
0,89	0,988	0,977	0,966	0,955	0,943	0,933	0,923	0,911	0,900
0,88	0,987	0,975	0,962	0,950	0,938	0,926	0,914	0,903	0,891
0,87	0,986	0,973	0,959	0,946	0,933	0,920	0,907	0,895	0,882
0,86	0,985	0,970	0,956	0,942	0,927	0,914	0,900	0,886	0,873
0,85	0,984	0,968	0,952	0,937	0,922	0,907	0,893	0,878	0,864
0,84	0,983	0,966	0,949	0,933	0,917	0,901	0,885	0,870	0,855
0,83	0,982	0,963	0,946	0,928	0,911	0,894	0,878	0,862	0,846
0,82	0,980	0,961	0,942	0,924	0,906	0,888	0,870	0,853	0,936
0,81	0,979	0,959	0,939	0,919	0,900	0,881	0,863	0,845	0,827
0,80	0,978	0,956	0,935	0,915	0,894	0,875	0,855	0,837	0,818
0,79	0,977	0,954	0,932	0,910	0,889	0,868	0,848	0,828	0,809
0,78	0,976	0,952	0,928	0,905	0,883	0,862	0,840	0,820	0,800
0,77	0,974	0,949	0,925	0,901	0,878	0,855	0,833	0,811	0,790
0,76	0,973	0,947	0,921	0,896	0,872	0,848	0,825	0,803	0,781
0,75	0,972	0,944	0,917	0,891	0,866	0,842	0,818	0,794	0,772
0,74	0,970	0,942	0,914	0,887	0,860	0,835	0,810	0,789	0,763
0,73	0,969	0,939	0,910	0,882	0,854	0,828	0,802	0,777	0,753
0,72	0,968	0,936	0,906	0,877	0,849	0,821	0,795	0,767	0,744
0,71	0,966	0,934	0,902	0,872	0,843	0,814	0,787	0,760	0,735
0,70	0,965	0,931	0,899	0,867	0,837	0,807	0,779	0,752	0,725

0,69—0,40

q	ხარისხის მაჩვენებლები (α)								
	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,69	0,996	0,993	0,989	0,985	0,982	0,978	0,974	0,971	0,967
0,68	0,996	0,992	0,989	0,985	0,981	0,977	0,973	0,970	0,966
0,67	0,996	0,992	0,988	0,984	0,980	0,976	0,972	0,969	0,965
0,66	0,996	0,992	0,988	0,984	0,979	0,975	0,971	0,967	0,963
0,65	0,996	0,991	0,987	0,983	0,979	0,975	0,970	0,966	0,962
0,64	0,996	0,991	0,987	0,982	0,978	0,974	0,969	0,965	0,961
0,63	0,995	0,991	0,986	0,982	0,977	0,973	0,968	0,964	0,959
0,62	0,995	0,991	0,986	0,981	0,976	0,972	0,967	0,963	0,958
0,61	0,995	0,990	0,985	0,980	0,976	0,971	0,966	0,961	0,957
0,60	0,995	0,990	0,985	0,980	0,975	0,970	0,965	0,960	0,955
0,59	0,995	0,990	0,984	0,979	0,974	0,969	0,964	0,959	0,954
0,58	0,995	0,989	0,984	0,979	0,973	0,968	0,963	0,957	0,952
0,57	0,994	0,989	0,983	0,978	0,972	0,967	0,961	0,956	0,951
0,56	0,994	0,989	0,983	0,977	0,971	0,966	0,960	0,955	0,949
0,55	0,994	0,988	0,982	0,976	0,971	0,965	0,959	0,953	0,948
0,54	0,994	0,988	0,982	0,976	0,970	0,964	0,958	0,952	0,946
0,53	0,994	0,987	0,981	0,975	0,969	0,963	0,957	0,951	0,945
0,52	0,994	0,987	0,981	0,974	0,968	0,962	0,955	0,949	0,943
0,51	0,993	0,987	0,980	0,973	0,967	0,960	0,954	0,948	0,941
0,50	0,993	0,986	0,979	0,972	0,966	0,959	0,953	0,946	0,940
0,49	0,993	0,986	0,979	0,972	0,965	0,958	0,951	0,945	0,938
0,48	0,993	0,985	0,978	0,971	0,964	0,957	0,950	0,943	0,936
0,47	0,993	0,985	0,978	0,970	0,963	0,956	0,949	0,941	0,934
0,46	0,992	0,985	0,977	0,969	0,962	0,955	0,947	0,940	0,933
0,45	0,992	0,984	0,976	0,969	0,961	0,953	0,946	0,938	0,931
0,44	0,992	0,984	0,976	0,968	0,960	0,952	0,944	0,936	0,929
0,43	0,992	0,983	0,975	0,967	0,959	0,951	0,943	0,935	0,927
0,42	0,991	0,973	0,974	0,966	0,958	0,949	0,941	0,933	0,925
0,41	0,991	0,982	0,974	0,965	0,956	0,948	0,940	0,931	0,923
0,40	0,991	0,982	0,973	0,964	0,955	0,947	0,938	0,929	0,921

0,69—0,40

q	ხარისხის მაჩვენებლები (α)								
	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90
0,69	0,964	0,929	0,895	0,862	0,831	0,800	0,771	0,743	0,716
0,68	0,962	0,926	0,891	0,857	0,825	0,793	0,763	0,735	0,707
0,67	0,961	0,923	0,887	0,852	0,819	0,786	0,756	0,726	0,697
0,66	0,959	0,920	0,883	0,847	0,812	0,779	0,748	0,717	0,688
0,65	0,958	0,917	0,879	0,842	0,806	0,772	0,740	0,709	0,679
0,64	0,956	0,915	0,875	0,837	0,800	0,765	0,732	0,700	0,669
0,63	0,955	0,912	0,871	0,831	0,794	0,758	0,724	0,691	0,660
0,62	0,953	0,909	0,866	0,826	0,787	0,751	0,716	0,682	0,650
0,61	0,952	0,906	0,862	0,821	0,781	0,743	0,708	0,673	0,641
0,60	0,950	0,903	0,858	0,815	0,775	0,736	0,699	0,665	0,632
0,59	0,949	0,900	0,854	0,810	0,768	0,729	0,691	0,656	0,622
0,58	0,947	0,897	0,849	0,804	0,762	0,721	0,683	0,647	0,613
0,57	0,945	0,894	0,845	0,799	0,755	0,714	0,675	0,638	0,603
0,56	0,944	0,891	0,840	0,793	0,748	0,706	0,666	0,629	0,593
0,55	0,942	0,887	0,836	0,787	0,742	0,699	0,658	0,620	0,584
0,54	0,940	0,884	0,831	0,782	0,735	0,691	0,650	0,611	0,574
0,53	0,939	0,881	0,827	0,775	0,728	0,683	0,641	0,602	0,565
0,52	0,937	0,877	0,822	0,770	0,721	0,676	0,633	0,593	0,555
0,51	0,935	0,874	0,817	0,764	0,714	0,668	0,624	0,584	0,546
0,50	0,933	0,871	0,812	0,758	0,707	0,660	0,616	0,574	0,536
0,49	0,931	0,867	0,807	0,752	0,700	0,652	0,607	0,565	0,526
0,48	0,929	0,864	0,802	0,746	0,693	0,644	0,598	0,556	0,517
0,47	0,927	0,860	0,797	0,739	0,686	0,636	0,590	0,547	0,507
0,46	0,925	0,856	0,792	0,733	0,678	0,628	0,581	0,537	0,497
0,45	0,923	0,852	0,788	0,727	0,671	0,619	0,572	0,528	0,487
0,44	0,921	0,849	0,782	0,720	0,663	0,611	0,563	0,519	0,478
0,43	0,919	0,845	0,776	0,714	0,656	0,603	0,554	0,509	0,468
0,42	0,917	0,841	0,771	0,707	0,648	0,594	0,545	0,500	0,458
0,41	0,915	0,837	0,765	0,700	0,640	0,586	0,536	0,490	0,448
0,40	0,912	0,833	0,760	0,693	0,633	0,577	0,527	0,481	0,438

0,39—0,10

q	ხარისხის მაჩვენებლები (α)								
	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,39	0,991	0,981	0,972	0,963	0,954	0,945	0,936	0,927	0,919
0,38	0,990	0,981	0,971	0,962	0,953	0,944	0,935	0,926	0,917
0,37	0,990	0,980	0,971	0,961	0,952	0,942	0,933	0,924	0,914
0,36	0,990	0,980	0,970	0,960	0,950	0,941	0,931	0,922	0,912
0,35	0,990	0,979	0,969	0,959	0,949	0,939	0,929	0,920	0,910
0,34	0,989	0,979	0,968	0,958	0,948	0,937	0,927	0,917	0,908
0,33	0,989	0,978	0,967	0,957	0,946	0,936	0,925	0,915	0,905
0,32	0,989	0,978	0,966	0,955	0,945	0,934	0,923	0,913	0,903
0,31	0,988	0,977	0,966	0,954	0,943	0,932	0,921	0,911	0,900
0,30	0,988	0,976	0,965	0,953	0,942	0,930	0,919	0,908	0,897
0,29	0,988	0,976	0,964	0,952	0,940	0,928	0,917	0,906	0,895
0,28	0,987	0,975	0,963	0,950	0,938	0,926	0,915	0,903	0,892
0,27	0,987	0,974	0,962	0,949	0,937	0,924	0,912	0,901	0,889
0,26	0,987	0,973	0,960	0,948	0,935	0,922	0,910	0,898	0,886
0,25	0,986	0,973	0,959	0,946	0,933	0,920	0,908	0,895	0,883
0,24	0,986	0,972	0,958	0,945	0,931	0,918	0,905	0,892	0,880
0,23	0,985	0,971	0,957	0,943	0,929	0,916	0,902	0,889	0,876
0,22	0,985	0,970	0,956	0,941	0,927	0,913	0,899	0,886	0,873
0,21	0,984	0,969	0,954	0,940	0,925	0,911	0,897	0,883	0,869
0,20	0,984	0,968	0,953	0,938	0,923	0,908	0,894	0,879	0,865
0,19	0,984	0,967	0,951	0,936	0,920	0,905	0,890	0,876	0,861
0,18	0,983	0,966	0,950	0,934	0,918	0,902	0,887	0,872	0,857
0,17	0,982	0,965	0,948	0,932	0,915	0,899	0,883	0,868	0,853
0,16	0,982	0,964	0,947	0,929	0,912	0,896	0,880	0,864	0,848
0,15	0,981	0,963	0,945	0,927	0,910	0,892	0,876	0,859	0,843
0,14	0,981	0,961	0,943	0,924	0,906	0,889	0,871	0,855	0,838
0,13	0,980	0,960	0,941	0,922	0,903	0,885	0,867	0,849	0,832
0,12	0,979	0,959	0,938	0,919	0,899	0,881	0,862	0,844	0,826
0,11	0,978	0,957	0,936	0,916	0,896	0,876	0,857	0,838	0,820
0,10	0,977	0,955	0,933	0,912	0,891	0,871	0,851	0,832	0,813

0,39—0,10

q	ხარისხის მაჩვენებლები (α)								
	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90
0,39	0,910	0,828	0,754	0,686	0,625	0,568	0,517	0,471	0,429
0,38	0,908	0,824	0,748	0,679	0,616	0,560	0,508	0,461	0,419
0,37	0,905	0,820	0,742	0,672	0,608	0,551	0,499	0,451	0,409
0,36	0,903	0,815	0,736	0,665	0,600	0,542	0,489	0,442	0,399
0,35	0,900	0,811	0,730	0,657	0,592	0,533	0,480	0,432	0,389
0,34	0,898	0,806	0,724	0,650	0,583	0,524	0,470	0,422	0,379
0,33	0,895	0,801	0,717	0,642	0,575	0,514	0,460	0,412	0,369
0,32	0,892	0,796	0,711	0,634	0,566	0,505	0,450	0,402	0,359
0,31	0,890	0,791	0,804	0,626	0,557	0,495	0,441	0,392	0,349
0,30	0,887	0,786	0,697	0,618	0,548	0,486	0,431	0,382	0,338
0,29	0,884	0,781	0,690	0,610	0,539	0,476	0,420	0,372	0,328
0,28	0,881	0,775	0,683	0,601	0,529	0,466	0,410	0,361	0,318
0,27	0,877	0,770	0,675	0,592	0,520	0,456	0,400	0,351	0,308
0,26	0,874	0,764	0,668	0,583	0,510	0,446	0,390	0,340	0,298
0,25	0,871	0,758	0,660	0,574	0,500	0,435	0,379	0,330	0,287
0,24	0,867	0,752	0,652	0,565	0,490	0,425	0,368	0,319	0,277
0,23	0,863	0,745	0,644	0,556	0,480	0,414	0,358	0,309	0,266
0,22	0,860	0,739	0,635	0,547	0,469	0,403	0,347	0,298	0,256
0,21	0,856	0,732	0,626	0,536	0,458	0,392	0,335	0,287	0,246
0,20	0,851	0,725	0,617	0,525	0,447	0,381	0,324	0,276	0,235
0,19	0,847	0,717	0,608	0,515	0,436	0,369	0,313	0,265	0,224
0,18	0,842	0,710	0,598	0,504	0,424	0,357	0,301	0,254	0,214
0,17	0,838	0,702	0,588	0,492	0,412	0,345	0,289	0,242	0,203
0,16	0,833	0,693	0,577	0,481	0,400	0,333	0,277	0,231	0,192
0,15	0,827	0,684	0,566	0,469	0,387	0,320	0,265	0,219	0,181
0,14	0,822	0,675	0,554	0,456	0,374	0,307	0,253	0,207	0,170
0,13	0,815	0,665	0,542	0,442	0,361	0,294	0,240	0,196	0,159
0,12	0,809	0,654	0,529	0,428	0,346	0,280	0,227	0,183	0,148
0,11	0,802	0,643	0,516	0,414	0,332	0,266	0,213	0,171	0,137
0,10	0,794	0,631	0,501	0,398	0,316	0,251	0,290	0,159	0,126

0,09—0,0001

q	ხარისხის მაჩვენებლები (α)								
	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90
0,09	0,787	0,618	0,486	0,382	0,300	0,236	0,185	0,146	0,115
0,08	0,777	0,603	0,469	0,364	0,283	0,220	0,171	0,133	0,103
0,07	0,767	0,588	0,450	0,345	0,265	0,203	0,155	0,119	0,091
0,06	0,755	0,570	0,430	0,325	0,245	0,185	0,140	0,105	0,080
0,05	0,741	0,549	0,407	0,302	0,224	0,166	0,123	0,091	0,068
0,04	0,725	0,525	0,381	0,276	0,200	0,145	0,105	0,076	0,055
0,03	0,704	0,496	0,349	0,246	0,173	0,122	0,086	0,061	0,043
0,02	0,676	0,457	0,309	0,209	0,141	0,096	0,065	0,044	0,030
0,01	0,631	0,398	0,251	0,159	0,100	0,063	0,040	0,025	0,016
0,009	0,624	0,390	0,243	0,152	0,096	0,059	0,037	0,023	0,014
0,008	0,617	0,381	0,235	0,145	0,089	0,055	0,034	0,021	0,013
0,007	0,609	0,371	0,226	0,137	0,084	0,051	0,031	0,019	0,012
0,006	0,600	0,359	0,216	0,129	0,078	0,046	0,028	0,017	0,010
0,005	0,589	0,347	0,204	0,120	0,071	0,042	0,025	0,014	0,009
0,004	0,567	0,331	0,191	0,110	0,063	0,036	0,021	0,012	0,007
0,003	0,559	0,313	0,175	0,098	0,055	0,031	0,017	0,010	0,005
0,002	0,537	0,289	0,155	0,083	0,045	0,024	0,013	0,007	0,004
0,001	0,501	0,251	0,126	0,063	0,032	0,016	0,008	0,004	0,002
0,0009	0,496	0,246	0,122	0,061	0,030	0,015	0,007	0,004	0,002
0,0008	0,490	0,240	0,118	0,058	0,028	0,014	0,007	0,003	0,002
0,0007	0,484	0,234	0,113	0,055	0,027	0,013	0,006	0,003	0,002
0,0006	0,476	0,227	0,108	0,051	0,025	0,012	0,006	0,003	0,001
0,0005	0,468	0,219	0,102	0,048	0,022	0,011	0,005	0,002	0,001
0,0004	0,457	0,209	0,096	0,044	0,020	0,009	0,004	0,002	0,001
0,0003	0,444	0,197	0,088	0,039	0,017	0,008	0,003	0,002	0,001
0,0002	0,427	0,182	0,078	0,033	0,014	0,006	0,003	0,001	0,001
0,0001	0,395	0,159	0,063	0,025	0,010	0,004	0,002	0,001	0,0003

0,09—0,0001

q	ხარისხის მაჩვენებლები (α)								
	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,09	0,976	0,953	0,930	0,908	0,887	0,866	0,845	0,825	0,805
0,08	0,975	0,951	0,927	0,904	0,881	0,859	0,838	0,817	0,797
0,07	0,974	0,948	0,923	0,899	0,876	0,853	0,830	0,808	0,787
0,06	0,972	0,945	0,919	0,894	0,869	0,845	0,821	0,799	0,776
0,05	0,971	0,942	0,914	0,887	0,861	0,836	0,811	0,787	0,764
0,04	0,968	0,938	0,908	0,879	0,851	0,824	0,798	0,773	0,749
0,03	0,966	0,932	0,900	0,869	0,839	0,810	0,782	0,765	0,729
0,02	0,962	0,925	0,889	0,865	0,822	0,791	0,760	0,731	0,703
0,01	0,955	0,912	0,871	0,832	0,794	0,759	0,724	0,692	0,661
0,009	0,954	0,910	0,868	0,828	0,790	0,754	0,719	0,686	0,655
0,008	0,953	0,908	0,865	0,824	0,786	0,749	0,713	0,680	0,648
0,007	0,952	0,906	0,862	0,820	0,780	0,743	0,707	0,672	0,640
0,006	0,950	0,903	0,858	0,815	0,774	0,736	0,699	0,664	0,631
0,005	0,949	0,900	0,853	0,809	0,767	0,728	0,690	0,655	0,621
0,004	0,946	0,895	0,847	0,802	0,759	0,718	0,679	0,643	0,608
0,003	0,944	0,890	0,840	0,793	0,748	0,706	0,666	0,628	0,593
0,002	0,940	0,883	0,830	0,780	0,733	0,689	0,647	0,608	0,572
0,001	0,933	0,871	0,813	0,759	0,708	0,661	0,617	0,575	0,537
0,0009	0,932	0,869	0,810	0,755	0,704	0,657	0,612	0,571	0,532
0,0008	0,931	0,867	0,807	0,752	0,700	0,652	0,607	0,565	0,526
0,0007	0,930	0,865	0,804	0,748	0,695	0,647	0,601	0,559	0,520
0,0006	0,929	0,862	0,801	0,743	0,690	0,641	0,595	0,552	0,513
0,0005	0,927	0,859	0,796	0,738	0,684	0,634	0,587	0,544	0,505
0,0004	0,925	0,855	0,791	0,731	0,676	0,625	0,578	0,535	0,495
0,0003	0,922	0,850	0,784	0,723	0,667	0,615	0,567	0,523	0,482
0,0002	0,918	0,843	0,775	0,711	0,653	0,600	0,551	0,506	0,465
0,0001	0,912	0,832	0,759	0,692	0,631	0,575	0,525	0,479	0,437

დანართი 2
წონადობის პარამეტრების განსაზღვრა

ანსხვავებენ წონადობის პარამეტრების განსაზღვრის შემდეგ მეთოდებს:

–ღირებულებითი რეგრესიული დამოკიდებულებების მეთოდი;
–ზღვრული და ნომინალური მნიშვნელობების მეთოდი;
–ეკვივალენტური შეფასებების მეთოდი;
–საექსპერტო მეთოდი.

ეს მეთოდები ერთმანეთისაგან განსხვავდება საწყისი ინფორმაციით და იმით, თუ როგორ გამოიყენება ის წონადობის პარამეტრების განსაზღვრისათვის. ყველა მეთოდმა მათი სწორი გამოყენების პირობებში უნდა მოგვცეს დაახლოებით ერთნაირი შედეგები.

ა) ღირებულებითი რეგრესიული დამოკიდებულებების მეთოდი დაფუძნებულია მოცემული სახის პროდუქციის შექმნასა და ექსპლუატაციაზე დანახარჯებს (ან მათ პროპორციულ მაჩვენებლებს) და პროდუქციის ხარისხის მაჩვენებლებს შორის მიახლოებითი დამოკიდებულებების აგებაზე. ამ მეთოდის გამოყენება მიზანშეწონილია მაშინ, როდესაც პროდუქციის არსებული ვარიანტების რაოდენობა საკმაოდ დიდია და აღემატება არჩეული მაჩვენებლების რაოდენობას.

დამოკიდებულების სახე უნდა შევარჩიოთ ხარისხის გამოყენებული კომპლექსური მაჩვენებლის შესაბამისად. მაგალითად, თუ ხარისხის დონის კომპლექსური შეფასებისათვის გამოიყენება საშუალოდ აწონილი გეომეტრიული მაჩვენებელი, დანახარჯებსა და ხარისხის მაჩვენებლებს შორის რეგრესიული დამოკიდებულების ასაგებად მიზანშეწონილია გამოვიყენოთ შემდეგი გამოსახულება:

$$lg\frac{S}{S_{საშ}} = \sum_{i=1}^{n} b_i \, lg\frac{P_i}{P_{i\,საშ}},$$

სადაც $S_{საშ}$ და $P_{iსაშ}$ პროდუქციის ყველა ვარიანტის მიხედვით გასაშუალებული ფაქტიური დანახარჯები და შესაბამისი მაჩვენებლების გასაშუალებული მნიშვნელობებია; b_i – აპროქსიმაციის პარამეტრებია, რომლებიც განისაზღვრება უმცირეს კვადრატთა მეთოდით. ამ შემთხვევაში $g_i \approx b_i$, ე.ი. წონადობის პარამეტრები რეგრესიული განტოლების შესაბამისი პარამეტრების ტოლია.

მაგალითი. ღირებულებითი რეგრესიული დამოკიდებულებების მეთოდით დავადგინოთ ძრავების ხარისხის მაჩვენებლების წონადობის პარამეტრები დ2.1 ცხრილში მოცემული მონაცემების მიხედვით.

ძრავების ვარიანტების აღნიშვნა $\downarrow j$	ძრავების ხარისხის მაჩვენებლები			$\frac{S_1}{S_{ხაშ}}$	$\frac{P_1}{P_{1ხაშ}}$	$\frac{P_2}{P_{2ხაშ}}$	$y = lg\frac{S}{S_{ხაშ}}$	$x_1 = lg\frac{P_1}{P_{1ხაშ}}$	$x_2 = lg\frac{P_2}{P_{2ხაშ}}$
	სიმძლავრე P_1	მგრეხი მომენტი P_2	მასა S, კგ						
1	180	67	830	0,9529	1,0112	0,9853	-0,0209	0,0049	-0,0064
2	176	70,7	1000	1,1481	0,9888	1,0397	0,0600	-0,0049	0,0169
3	176	68	860	0,9874	0,9888	1,0000	-0,0055	-0,0049	0,0000
4	181	66,9	830	0,9529	1,0168	0,9838	-0,0209	0,0073	-0,0071
5	177	67,9	860	0,9874	0,9944	0,9985	-0,0055	-0,0024	-0,0006
6	180	66,3	790	0,9070	1,0112	0,9750	-0,0424	0,0049	-0,0110
7	175	69	910	1,0448	0,9831	1,0147	0,0190	-0,0074	0,0063
8	176	67,8	850	0,9759	0,9888	0,9971	-0,0106	-0,0049	0,0013
9	180	68,1	890	1,0218	1,0112	1,0015	0,0094	0,0049	0,0006
10	179	68,2	890	1,0218	1,0056	1,0029	0,0094	0,0024	0,0013
	$P_{1ხაშ} = 178$	$P_{2ხაშ} = 68$	$S_{ხაშ} = 871$						

ბოლო სამი სვეტის მონაცემების მიხედვით უმცირეს კვადრატთა მეთოდით შეგვიძლია განვსაზღვროთ რეგრესიული განტოლების $y = b_1 x_1 + b_2 x_2$ კოეფიციენტების მნიშვნელობები

$$b_1 = \frac{\sum_{j=1}^{N} y_j \cdot x_{1j} \cdot \sum_{j=1}^{N} x_{2j}^2 - \sum_{j=1}^{N} y_j \cdot x_{2j} \cdot \sum_{j=1}^{N} x_{2j} \cdot x_{1j}}{\sum_{j=1}^{N} x_{1j}^2 \cdot \sum_{j=1}^{N} x_{2j}^2 - \left(\sum_{j=1}^{N} x_{1j} \cdot x_{2j}\right)^2};$$

$$b_2 = \frac{\sum_{j=1}^{N} x_{1j}^2 \cdot \sum_{j=1}^{N} y_j \cdot x_{2j} - \sum_{j=1}^{N} x_{1j} \cdot x_{2j} \cdot \sum_{j=1}^{N} y_j \cdot x_{1j}}{\sum_{j=1}^{N} x_{1j}^2 \cdot \sum_{j=1}^{N} x_{2j}^2 - \left(\sum_{j=1}^{N} x_{1j} \cdot x_{2j}\right)^2}.$$

თუ გავითვალისწინებთ, რომ

$$\sum_{j=1}^{10} y_j x_{1j} = -7{,}3663 \cdot 10^{-4}; \quad \sum_{j=1}^{10} x_{1j}^2 = 2{,}6363 \cdot 10^{-4}; \quad \sum_{j=1}^{10} y_j x_{2j} = 19{,}1719 \cdot 10^{-4};$$

$$\sum_{j=1}^{10} x_{1j} x_{2j} = -2{,}5265 \cdot 10^{-4}; \quad \sum_{j=1}^{10} x_{2j}^2 = 5{,}4177 \cdot 10^{-4}.$$

წონადობის პარამეტრებისათვის მივიღებთ

$$b_1 = g_1 = \frac{\left(-7{,}3663 \cdot 10^{-4}\right) \cdot 5{,}4177 \cdot 10^{-4} - 19{,}1719 \cdot 10^{-4} \cdot \left(-2{,}5265 \cdot 10^{-4}\right)}{2{,}6363 \cdot 10^{-4} \cdot 5{,}4177 \cdot 10^{-4} - \left(-2{,}5265 \cdot 10^{-4}\right)^2} = 1{,}0797 \approx 1{,}08,$$

$$b_2 = g_2 = \frac{2{,}6363 \cdot 10^{-4} \cdot 19{,}1719 \cdot 10^{-4} - \left(-2{,}5265 \cdot 10^{-4}\right) \cdot \left(-7{,}3663 \cdot 10^{-4}\right)}{2{,}6363 \cdot 10^{-4} \cdot 5{,}4177 \cdot 10^{-4} - \left(-2{,}5265 \cdot 10^{-4}\right)^2} = 4{,}0423 \approx 4{,}04.$$

ბ) ზღვრული და ნომინალური მნიშვნელობების მეთოდი გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როდესაც ცნობილია მოცემული სახის პროდუქციის ხარისხის მაჩვენებელთა ზღვრულად დასაშვები მნიშვნელობები, რომლებიც განსაზღვრავენ მოთხოვნებს ვარგისი პროდუქციის მიმართ ან მის კუთვნილებას ხარისხის მოცემული კატეგორიისათვის. წონადობის პარამეტრები საშუალოდ აწონილი მაჩვენებლების სხვადასხვა ტიპისათვის გამოითვლება შემდეგი ფორმულებით:

საშუალოდ აწონილი არითმეტიკული მაჩვენებლის შემთხვევაში

$$g_i = \frac{\lambda}{\overline{P}_i - \widetilde{P}_i};$$

საშუალოდ აწონილი გეომეტრიული მაჩვენებლის შემთხვევაში

$$g_i = \lambda lg \frac{P_i}{\overline{\overline{P}}_i},$$

სადაც $\overline{\overline{P}}_i$ ხარისხის P_i-ური მაჩვენებლისათვის ნომინალური (საშუალო სტატისტიკური) მნიშვნელობაა;

$\widetilde{P}_i$ -ხარისხის P_i-ური მაჩვენებლისათვის ზღვრული მნიშვნელობა;

λ – მუდმივი მამრავლი.

მუდმივი λ მამრავლის მნიშვნელობები მიზანშეწონილია შევარჩიოთ ისე, რომ არჩეული საშუალოდ აწონილი მაჩვენებლის ფარდობითი ცვლილებები ტოლი იყოს პროდუქციის შექმნასა და ექსპლუატაციაზე დანახარჯების შესაბამისი ფარდობითი ცვლილებებისა. ამისათვის, მაგალითად შეგვიძლია გამოვიყენოთ ღირებულებითი რეგრესიული დამოკიდებულებების მეთოდი ან ეკვივალენტური შეფარდებების მეთოდი.

მაგალითი. საათის ახალი ნიმუშის ხარისხის შესაფასებლად უნდა გავითვალისწინოთ ხარისხის სამი მაჩვენებელი: P_1 – იზოქრონული ცდომილება, რომელიც ახასიათებს საათის მუშაობის სიზუსტეს ერთ მდგომარეობაში დაქოქვის სხვადასხვა დონის დროს, წმ; P_2 – პოზიტიური ცდომილება, რომელიც ახასიათებს საათის მუშაობის სიზუსტეს მდგომარეობის შეცვლისას, წმ; P_3– ტემპერატურული კოეფიციენტი, რომელიც ახასიათებს საათის მუშაობის სიზუსტეს ტემპერატურის შეცვლისას, წმ/გრად.

პრაქტიკული გამოცდილებიდან გამომდინარე საათის ხარისხის შესაფასებლად გამოიყენება შეფასებითი რიცხვი N შემდეგი საშუალოდ აწონილი არითმეტიკულის სახით

$$N = g_1P_1 + g_2P_2 + g_3P_3.$$

g_1, g_2, g_3 წონადობის პარამეტრების განსაზღვრა უნდა მოვახდინოთ საათის ხარისხის მაჩვენებლების ზღვრული და ნომინალური მნიშვნელობების მიხედვით, რომლებიც მოცემულია დ.2.2 ცხრილში

ცხრილი დ.2.2

მაჩვენებლების ზღვრული მნიშვნელობების აღნიშვნა	მაჩვენებლების რიცხვითი მნიშვნელობები	მაჩვენებლების ნომინალური მნიშვნელობების აღნიშვნა	მაჩვენებლების რიცხვითი მნიშვნელობები
$\widetilde{P}_1$	150	$\overline{\overline{P}}_1$	102
$\widetilde{P}_2$	150	$\overline{\overline{P}}_2$	78
$\widetilde{P}_3$	8	$\overline{\overline{P}}_3$	0,8

ვინაიდან საათის ხარისხის გაუმჯობესებას შეესაბამება შეფასებითი N რიცხვის შემცირება, წონადობის ნორმირებული პარამეტრები (წონადობის კოეფიციენტები) შეგვიძლია განვსაზღვროთ ფორმულით

$$g_i = \frac{\dfrac{1}{\widetilde{P}_i - \overline{\overline{P}}_i}}{\sum_{i=1}^{3} \dfrac{1}{\widetilde{P}_i - \overline{\overline{P}}_i}}, \quad i = 1,2,3. \qquad (д2.1)$$

აქ λ მამრავლი 1-ის ტოლადაა მიღებული. ჩვენი მაგალითის შემთხვევაში

$$g_1 = \frac{\dfrac{1}{150-102}}{\dfrac{1}{150-102}+\dfrac{1}{150-78}+\dfrac{1}{8-0,8}} = \frac{0,0208}{0,1736} = 0,12;$$

$$g_1 = \frac{\dfrac{1}{150-78}}{\dfrac{1}{150-102}+\dfrac{1}{150-78}+\dfrac{1}{8-0,8}} = \frac{0,0139}{0,1736} = 0,08;$$

$$g_3 = \frac{\dfrac{1}{8-0,8}}{\dfrac{1}{150-102}+\dfrac{1}{150-78}+\dfrac{1}{8-0,8}} = \frac{0,1389}{0,1736} = 0,80.$$

წონადობის პარამეტრები გამოთვლების გამარტივებისათვის სხვანაირადაც შეგვიძლია გამოვითვალოთ. პარამეტრი g_3 მივიღოთ 1-ის ტოლად, ხოლო დანარჩენი პარამეტრები ამ შემთხვევაში გამოითვლება შემდეგნაირად

$$g_1 = \frac{\widetilde{P}_3 - \overline{\overline{P}}_3}{\widetilde{P}_1 - \overline{\overline{P}}_1} = \frac{8-0,8}{150-102} = 0,15;$$

$$g_2 = \frac{\widetilde{P}_3 - \overline{\overline{P}}_3}{\widetilde{P}_2 - \overline{\overline{P}}_2} = \frac{8-0,8}{150-78} = 0,10.$$

სწორედ ასეთნაირად მიღებული წონადობის პარამეტრები g_1=0,15, g_2=0,10, g_3=1 გამოყენებული იყო საათის ხარისხის კომპლექსური მაჩვენებლის გამოსათვლელად ფორმულით $N = 0,15P_1 + 0,10P_2 + P_3$ 2.1.3 პარაგრაფის *ბ)* პუნქტში.

გ) ეკვივალენტური შეფარდებების მეთოდი გამოიყენება მაშინ, როდესაც შეგვიძლია დავსაბუთოთ (პროდუქციის დანიშნულებისამებრ გამოყენებისას მიღებული საერთო ეფექტის თვალსაზრისით) პროდუქციის რაოდენობის როგორი ფარდობითი $\Delta\eta/\overline{\eta}$ ცვლილების ეკვივალენტურია ხარისხის მოცემული მაჩვენებლის ფარდობითი $\Delta P_i/\overline{P}_i$ ცვლილება ანუ რამდენი პროცენტით შეგვიძ-

ლია, მაგალითად, შევამციროთ პროდუქციის ერთეულთა რაოდენობა, რომ ვუზრუნველყოთ იგივე მოთხოვნილება ხარისხის მოცემული მაჩვენებლის 1 %-ით გაზრდისას.

ამ შემთხვევაში წონადობის პარამეტრები ხარისხის საშუალოდ აწონილი გეომეტრიული მაჩვენებლებისათვის მოიძებნება ასე

$$g_i \approx \frac{\frac{\Delta\eta}{\overline{\eta}}}{\frac{\Delta P_i}{\overline{P_i}}}, \quad i = 1,2,\ldots,n \ . \qquad (დ2.2)$$

ყველაზე მნიშვნელოვანია შემთხვევა, როდესაც ეკვივალენტურია ერთნაირი ფარდობითი ცვლილებები პროდუქციის რაოდენობისა მისი ხარისხის ზოგიერთი მაჩვენებლისა. ამ შემთხვევაში წონადობის პარამეტრები ამ თვისების მქონე ხარისხის მაჩვენებლისათვის შეგვიძლია მივიღოთ 1-ის ტოლად.

მაგალითი. დავუშვათ T – მოცემული ტიპის ელექტრონათურის საშუალო რესურსია, η – რიცხვია, რომელიც განპირობებულია მწყობრიდან გამოსული ნათურების შეცვლის პირობით.

T-ს 1 %-ით გაზრდა ამ შემთხვევაში საშუალებას მოგვცემს ვუზრუნველყოთ იგივე მოთხოვნილება 1 %-ით ნაკლები ნათურების რაოდენობით. მაშასადამე, საშუალო რესურსის ფარდობითი ცვლილება აქ ეკვივალენტურია ელექტრონათურების რაოდენობის ასეთივე ფარდობითი ცვლილებისა. წონადობის პარამეტრი ელექტრონათურების რესურსისათვის საშუალოდ აწონილი გეომეტრიული მაჩვენებლის გამოთვლისას შეგვიძლია მივიღოთ ერთის ტოლად.

დ) საექსპერტო მეთოდი დეტალურად იყო აღწერილი 2.1.2 პარაგრაფში. აქ შევჩერდეთ მხოლოდ მის გამოყენებაზე წონადობის პარამეტრების განსაზღვრისათვის.

N ექსპერტი ბალებით (ქულებით) განსაზღვრავს ხარისხის n მაჩვენებლის $(P_1, P_2, \ldots, P_n)$ წონადობის პარამეტრებს, i-ური მაჩვენებლის წონადობის პარამეტრი, შეფასებული j-ური ექსპერტით, აღვნიშნოთ a_{ij} -ით (ცხრილი დ2.3).

ცხრილი დ2.3

ექსპერტები	წონადობის პარამეტრები a_{ij}			
	P_1	P_2	. . .	P_n
1	α_{11}	α_{21}	. . .	α_{n1}
2	α_{12}	α_{22}	. . .	α_{n2}
3	α_{13}	α_{23}	. . .	α_{n3}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
N	α_{1N}	α_{2N}	. . .	α_{nN}

მიღებულ შედეგებს იყენებენ ხარისხის i-ური მაჩვენებლის წონადობის პარამეტრების საშუალო არითმეტიკულის განსაზღვრისათვის ფორმულით

$$\overline{a}_i = \frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N} a_{ij} . \qquad (დ2.3)$$

წონადობის ნორმირებული კოეფიციენტები გამოითვლება ფორმულით

$$g_i = \frac{\overline{a}_i}{\sum_{i=1}^{n} \overline{a}_i} . \qquad (დ2.4)$$

ასეთნაირად გამოთვლილი წონადობის ნორმირებული კოეფიციენტები აკმაყოფილებენ პირობას

$$\sum_{i=1}^{n} g_i = 1; \quad g_i > 0 .$$

მაგალითი. უნდა განისაზღვროს ტორტის ხარისხის მაჩვენებელთა წონადობის ნორმირებული კოეფიციენტები. ექსპერტები ბალებით განსაზღვრავენ ხარისხის შემდეგი სამი მაჩვენებლის წონადობას: P_1 – გემო; P_2 – არომატი; P_3– ფორმა.

ხუთბალიანი სკალით მიღებული წონადობის პარამეტრები მოცემულია ცხრილში დ2.4.

ცხრილი დ2.4

ექსპერტები	წონადობის პარამეტრები		
	P_1	P_2	P_3
1	4	5	5
2	3	3	4
3	4	4	3
4	3	4	4
5	5	5	4
6	4	4	3
7	4	5	4
საშუალო მნიშვნელობა $\overline{a}_i$	3,86	4,29	3,86

წონადობის ნორმირებული პარამეტრების მნიშვნელობებისათვის მივიღებთ:

$$g_1 = \frac{3,86}{3,86 + 4,29 + 3,86} = \frac{3,86}{12,01} = 0,32 ;$$

$$g_2 = \frac{4,29}{3,86 + 4,29 + 3,86} = \frac{4,29}{12,01} = 0,36;$$

$$g_3 = \frac{3,86}{3,86 + 4,29 + 3,86} = \frac{3,86}{12,01} = 0,32 \cdot$$

მარტივი თვისებების წონადობის კოეფიციენტების განსაზღვრა საექსპერტო მეთოდით იერარქიული სტრუქტურის დროს

მარტივი თვისებების (ხარისხის მაჩვენებლების) წონადობის კოეფიციენტების განსაზღვრისათვის იქმნება საექსპერტო კომისია N ექსპერტის შემადგენლობით. ექსპერტები საზღვრავენ ხარისხის მაჩვენებელთა წონადობის პარამეტრებს იერარქიული ხის ყოველ დონეზე ბალებით (ერთეულის წილებით, ხუთი–, ათბალიანი სკალით და ა.შ).

დავუშვათ განხილვის პირველ დონეზე (ნახ.დ2.1) $P_1^{(1)}$ თვისებისათვის ასეთი შეფასებებია $a_{11}^{(1)}, a_{12}^{(1)}, \ldots, a_{1N}^{(1)}$, $P_2^{(1)}$ თვისებისათვის – $a_{21}^{(1)}, a_{22}^{(1)}, \ldots, a_{2N}^{(1)}$ და ა.შ., $P_{n_1}^{(1)}$ თვისებისათვის – $a_{n_1 1}^{(1)}, a_{n_1 2}^{(1)}, \ldots, a_{n_1 N}^{(1)}$, სადაც n_1 განხილვის პირველი დონის თვისებათა რაოდენობაა, N – ექსპერტების რაოდენობა; $a_{ij}^{(1)}$ – პირველი დონის i–ური მაჩვენებლის წონადობის პარამეტრის მნიშვნელობაა, მოცემული j–ური ექსპერტით. მიღებული შედეგები გამოიყენება პირველი დონის i–ური ხარისხის მაჩვენებლის წონადობის პარამეტრის საშუალო არითმეტიკულის მოსაძებნად ფორმულით

$$\overline{a}_i^{(1)} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^{N} a_{ij}^{(1)}, \qquad i = 1,2,\ldots,n_1 .$$

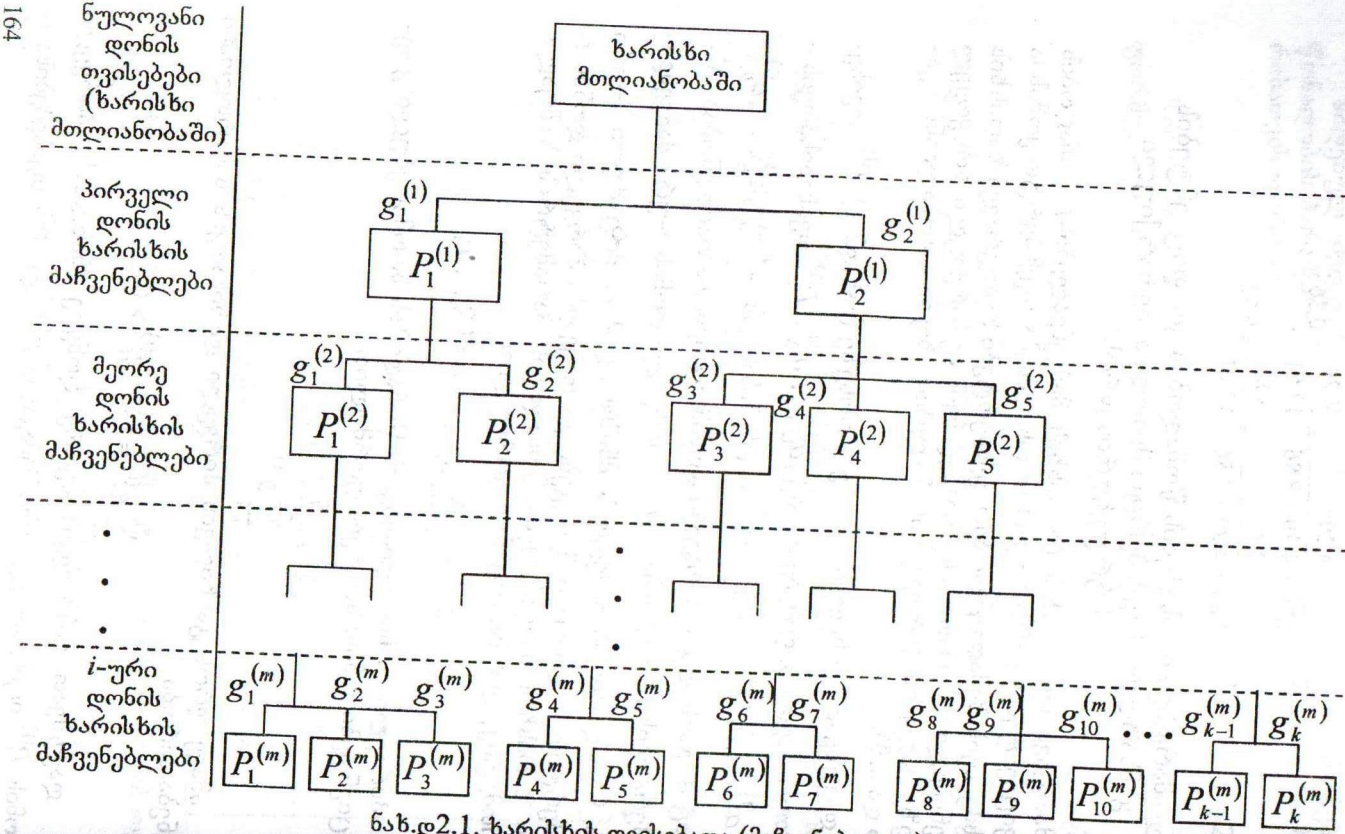
პირველი დონის თვისებების წონადობის ნორმირებული კოეფიციენტები განისაზღვრება ფორმულით

$$g_i^{(1)} = \frac{\overline{a}_i^{(1)}}{\sum_{i=1}^{n_1} \overline{a}_i^{(1)}} .$$

ამავე დროს განხილვის პირველი დონისათვის სამართლიანი იქნება პირობა

$$\sum_{i=1}^{n_1} g_i^{(1)} = 1; \quad g_i^{(1)} > 0 .$$

დავუშვათ განხილვის მეორე დონეზე (ნახ.დ2.1) პირველი დონის $P_1^{(1)}$ თვისების ჯგუფში შემავალი $P_1^{(2)}$ და $P_2^{(2)}$ თვისებებისათ-



ნახ.დ2.1. ხარისხის თვისებათა (მაჩვენებელთა) იერარქიული ხე

ვის ექსპერტების შეფასებებია $a_{11}^{(2)}, a_{12}^{(2)}, \ldots, a_{1N}^{(2)}$ და $a_{21}^{(2)}, a_{22}^{(2)}, \ldots, a_{2N}^{(2)}$ შესაბამისად; ხოლო პირველი დონის $P_2^{(1)}$ თვისების ჯგუფში შემავალი $P_3^{(2)}$, $P_4^{(2)}$, $P_5^{(2)}$ თვისებებისათვის – $a_{31}^{(2)}, a_{32}^{(2)}, \ldots, a_{3N}^{(2)}$; $a_{41}^{(2)}, a_{42}^{(2)}, \ldots, a_{4N}^{(2)}$ და $a_{51}^{(2)}, a_{52}^{(2)}, \ldots, a_{5N}^{(2)}$ შესაბამისად, სადაც $a_{ij}^{(2)}$ განხილვის მეორე დონის i-ური მაჩვენებლის წონადობის პარამეტრის მნიშვნელობაა მოცემული j-ური ექსპერტის მიერ. მიღებული შედეგები გამოიყენება განხილვის მეორე დონის ხარისხის i-ური მაჩვენებლის წონადობის პარამეტრის საშუალო არითმეტიკულის მოსაძებნად ფორმულით

$$\overline{a}_i^{(2)} = \frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N} a_{ij}^{(2)}, \qquad i = 1,2,\ldots,n_2,$$

სადაც n_2 განხილვის მეორე დონის თვისებათა რაოდენობაა.

მეორე დონის თვისებების წონადობის ნორმირებული კოეფიციენტები უნდა გამოვითვალოთ ცალ-ცალკე პირველი დონის განზოგადებულ თვისებაში შემავალი თვისებათა ჯგუფებისათვის. ასე, მაგალითად, დ.2.1 ნახაზზე გამოსახული სიტუაციისათვის, პირველი დონის $P_1^{(1)}$ თვისებათა ჯგუფს მიკუთვნებული მეორე დონის თვისებების წონადობის ნორმირებული კოეფიციენტები იქნება

$$g_i^{(2)} = \frac{\overline{a}_i^{(2)}}{\overline{a}_1^{(2)} + \overline{a}_2^{(2)}}, \qquad i = 1,2.$$

ამ დროს $g_1^{(2)} + g_2^{(2)} = 1$; პირველი დონის $P_2^{(1)}$ თვისებათა ჯგუფს მიკუთვნებული მეორე დონის თვისებების წონადობის ნორმირებული კოეფიციენტები იქნება

$$g_i^{(2)} = \frac{\overline{a}_i^{(2)}}{\overline{a}_3^{(2)} + \overline{a}_4^{(2)} + \overline{a}_5^{(2)}}, \; i = 3,4,5.$$

ამ დროს $g_3^{(2)} + g_4^{(2)} + g_5^{(2)} = 1$.

ანალოგიურად შეგვიძლია მოვძებნოთ m–ურ დონეზე მყოფი ყველაზე უფრო მარტივი თვისებების წონადობის კოეფიციენტები $g_1^{(m)}, g_2^{(m)}, \ldots, g_k^{(m)}$.

იმისათვის, რომ განვსაზღვროთ მარტივი თვისებების წონადობის კოეფიციენტები მთლიანად ხარისხში უნდა გადავამრავლოთ ცალკეული დონეების წონადობის კოეფიციენტები იერარქიული ხის ტოტების გასწვრივ მოძრაობისას. ასე, მაგალითად, $P_1^{(m)}$ მარტივი თვისების წონადობის კოეფიციენტი იქნება

$$g_1 = g_1^{(1)} \cdot g_1^{(2)} \cdot \ \ldots \ \cdot g_1^{(m)};$$

$P_2^{(m)}$ მარტივი თვისებისათვის:

$$g_2 = g_1^{(1)} \cdot g_1^{(2)} \cdot \ \dots \ \cdot g_2^{(m)};$$

$P_3^{(m)}$ მარტივი თვისებისათვის:

$$g_3 = g_1^{(1)} \cdot g_1^{(2)} \cdot \ \dots \ \cdot g_3^{(m)};$$

$P_4^{(m)}$ მარტივი თვისებისათვის:

$$g_4 = g_1^{(1)} \cdot g_1^{(2)} \cdot \ \dots \ \cdot g_4^{(m)}$$

და ა.შ., ბოლოს $P_k^{(m)}$ მარტივი თვისებისათვის

$$g_m = g_2^{(1)} \cdot g_5^{(2)} \cdot \ \dots \ \cdot g_k^{(m)}.$$

ამავე დროს წონადობის ნორმირებული კოეფიციენტების ჯამი 1-ის ტოლი უნდა იყოს. g_i წონადობის კოეფიციენტის მნიშვნელობის მიხედვით შეგვიძლია ვიმსჯელოთ i –ური თვისების წვლილზე პროდუქციის ხარისხში.

მაგალითი1. საყოფაცხოვრებო უთოს თვისებები განისაზღვრება იერარქიული ხით, რომლის სტრუქტურა მოცემულია დ2.5 ცხრილში.

ცხრილი დ2.5

თვისებათა განხილვის დონე	ხარისხის თვისებათა იერარქიული ხე				
ნულოვანი დონე	უთოს ხარისხი მთლიანობაში				
პირველი დონე	საექსპლუატაციო მაჩვენებლები, $P_1^{(1)}$		ესთეტიკური მაჩვენებლები, $P_2^{(1)}$		
მეორე დონე	$P_1^{(2)}$	$P_2^{(2)}$	$P_3^{(2)}$	$P_4^{(2)}$	$P_5^{(2)}$
	გახურების სისწრაფე	გასაუთოებელი მასალის დანამვის შესაძლებლობა	გარე შესახედაობის (ფორმის) მიმზიდველობა	შეფერილობა	უთოს ზედაპირზე ნაკაწრების წარმოქმნა

მოწვეული N=5 ექსპერტის სათანადო შეფასებები თვისებათა წონადობებისა ათბალიანი სკალით განხილვის სხვადასხვა დონეებისათვის მოცემულია დ2.6 ცხრილში.

ცხრილი დ2.6

ექსპერტი	განხილვის პირველი დონე		განხილვის მეორე დონე				
	საექსპლუატაციო, $P_1^{(1)}$	ესთეტიკური, $P_2^{(1)}$	$P_1^{(2)}$	$P_2^{(2)}$	$P_3^{(2)}$	$P_4^{(2)}$	$P_5^{(2)}$
1	7,0	3,0	5,5	4,5	5,5	2,0	2,5
2	6,5	3,5	5,0	5,0	5,5	2,5	2,0
3	7,5	2,5	6,0	4,0	6,0	2,0	2,0
4	6,5	3,5	7,0	3,0	6,5	1,5	2,0
5	7,5	2,5	6,5	3,5	6,5	2,0	1,5
$\overline{a}_i$	7,0	3,0	6,0	4,0	6,0	2,0	2,0

განვსაზღვროთ რთულ თვისებათა (საექსპლუატაციო და ესთეტიკური მაჩვენებლების) წონადობის ნორმირებული კოეფიციენტები განხილვის პირველ დონეზე. ამისათვის ჯერ მოვძებნოთ სათანადო საშუალო არითმეტიკულები:

$$\overline{a}_1^{(1)} = (7{,}0 + 6{,}5 + 7{,}5 + 6{,}5 + 7{,}5)/5 = 35/5 = 7{,}0;$$

$$\overline{a}_2^{(1)} = (3{,}0 + 3{,}5 + 2{,}5 + 3{,}5 + 2{,}5)/5 = 15/5 = 3{,}0.$$

მაშინ რთულ თვისებათა წონადობის კოეფიციენტებისათვის მივიღებთ საექსპლუატაციო მაჩვენებლებისათვის

$$g_1^{(1)} = 7{,}0/(7{,}0 + 3{,}0) = 7{,}0/10{,}0 = 0{,}7;$$

ესთეტიკური მაჩვენებლებისათვის

$$g_2^{(1)} = 3{,}0/(7{,}0 + 3{,}0) = 3{,}0/10{,}0 = 0{,}3.$$

განვსაზღვროთ მარტივ თვისებათა წონადობის ნორმირებული კოეფიციენტები განხილვის მეორე დონეზე ცალ-ცალკე საექსპლუატაციო და ესთეტიკური ჯგუფების შემადგენელი მარტივი თვისებებისათვის.

ჯერ განვიხილოთ საექსპლუატაციო ჯგუფის მარტივი თვისებები (სათანადო მაჩვენებლები) $P_1^{(2)}$ და $P_2^{(2)}$. მოვძებნოთ ექსპერტთა შეფასებების საშუალო არითმეტიკულები:

$$\overline{a}_1^{(2)} = (5{,}5 + 5{,}0 + 6{,}0 + 7{,}0 + 6{,}5)/5 = 30{,}0/5 = 6{,}0;$$

$$\overline{a}_2^{(2)} = (4{,}5 + 5{,}0 + 4{,}0 + 3{,}0 + 3{,}5)/5 = 20{,}0/5 = 4{,}0.$$

მაშინ წონადობის ნორმირებული კოეფიციენტებისათვის გვექნება

$$g_1^{(2)} = 6{,}0/(6{,}0 + 4{,}0) = 6{,}0/10{,}0 = 0{,}6;$$

$$g_2^{(2)} = 4{,}0/(6{,}0 + 4{,}0) = 4{,}0/10{,}0 = 0{,}4.$$

ანალოგიურად მოვიქცეთ ესთეტიკური ჯგუფისათვისაც

$$\overline{a}_3^{(2)} = (5{,}5 + 5{,}5 + 6{,}0 + 6{,}5 + 6{,}5)/5 = 30{,}0/5 = 6{,}0;$$

$$\overline{a}_4^{(2)} = (2{,}0 + 2{,}5 + 2{,}0 + 1{,}5 + 2{,}0)/5 = 10{,}0/5 = 2{,}0;$$

$$\overline{a}_5^{(2)} = (2{,}5 + 2{,}0 + 2{,}0 + 2{,}0 + 1{,}5)/5 = 10{,}0/5 = 2{,}0.$$

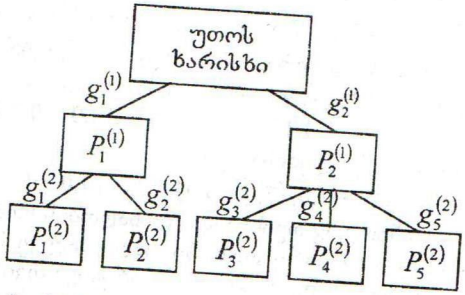
მაშინ ესთეტიკური ჯგუფის შესაბამის მარტივ თვისებათა წონადობის ნორმირებული კოეფიციენტებისათვის მივიღებთ

$$g_3^{(2)} = 6,0/(6,0+2,0+2,0) = 6,0/10,0 = 0,6;$$
$$g_4^{(2)} = 2,0/(6,0+2,0+2,0) = 2,0/10,0 = 0,2;$$
$$g_5^{(2)} = 2,0/(6,0+2,0+2,0) = 2,0/10,0 = 0,2.$$

როგორც ვხედავთ მარტივი თვისებების თითოეული ჯგუფისათვის წონადობის კოეფიციენტების ჯამი 1-ის ტოლია. საექსპლუატაციო თვისებების ჯგუფისათვის $g_1^{(2)} + g_2^{(2)} = 0,6 + 0,4 = 1$ და ესთეტიკური თვისებების ჯგუფისათვის $g_3^{(2)} + g_4^{(2)} + g_5^{(2)} = 0,6 + 0,2 + 0,2 = 1$.

ანალოგიურად განხილვის პირველი დონის რთული თვისებების საექსპლუატაციო და ესთეტიკური თვისებების ჯგუფების წონადობის კოეფიციენტების ჯამი 1-ის ტოლია $g_1^{(1)} + g_2^{(1)} = 0,7 + 0,3 = 1$.

განვსაზღვროთ მარტივ თვისებათა წონადობები უთოს ხარისხში, ე.ი. რა წვლილი შეაქვს ხარისხის თითოეულ მარტივ მაჩვენებელს. ამისათვის უნდა გადავამრავლოთ განხილვის ჯგუფების სათანადო წონადობის ნორმირებული კოეფიციენტები იერარქიული ხის (ნახ.დ2.2) ტოტების გასწვრივ მოძრაობისას



ნახ.2.2. ხარისხის თვისებების იერარქიული ხე უთოსათვის

$$g_1 = g_1^{(2)} \cdot g_1^{(1)} = 0,6 \cdot 0,7 = 0,42;$$
$$g_2 = g_2^{(2)} \cdot g_1^{(1)} = 0,4 \cdot 0,7 = 0,28;$$
$$g_3 = g_3^{(2)} \cdot g_2^{(1)} = 0,6 \cdot 0,3 = 0,18;$$
$$g_4 = g_4^{(2)} \cdot g_2^{(1)} = 0,2 \cdot 0,3 = 0,06;$$
$$g_5 = g_5^{(2)} \cdot g_2^{(1)} = 0,2 \cdot 0,3 = 0,06.$$

როგორც ვხედავთ, ჯამი მარტივ თვისებათა წონადობის ნორმირებული კოეფიციენტებისა

$$g_1 + g_2 + g_3 + g_4 + g_5 = 0,42 + 0,28 + 0,18 + 0,06 + 0,06 = 1.$$

სათანადო ნორმირებული წონადობის კოეფიციენტები $g_1, g_2, \ldots, g_5$ გვიჩვენებენ თითოეული მარტივი თვისების წვლილს უთოს ხარისხში.

მაგალითი 2. აბაზანის თვისებები განისაზღვრება თვისებების იერარქიული ხით, რომლის სტრუქტურა მოცემულია ქვემოთ (ცხრილი დ2.7).

ცხრილი დ2.7

თვისებათა განხილვის დონე	ხარისხის თვისებათა იერარქიული ხე										
ნულოვანი დონე	აბაზანის ხარისხი მთლიანობაში										
პირველი დონე	ესთეტიკურ-ერგონომიკული $P_1^{(1)}$		ფუნქციური $P_2^{(1)}$								
მეორე დონე	ესთეტიკური $P_1^{(2)}$		ერგონომიკული $P_2^{(2)}$		ჰიგიენური $P_3^{(2)}$			საექსპლუატაციო $P_4^{(2)}$			
მესამე დონე	$P_1^{(3)}$	$P_2^{(3)}$	$P_3^{(3)}$	$P_4^{(3)}$	$P_5^{(3)}$	$P_6^{(3)}$	$P_7^{(3)}$	$P_8^{(3)}$	$P_9^{(3)}$	$P_{10}^{(3)}$	$P_{11}^{(3)}$
	გარე შესახედაობის მიმზიდველობა	ჭანგიანი ლატების წარმოქმნა ონკანიდან წყლის გაცრენისას	კომფორტულობა	ფიზიოლოგიური მოთხოვნების დაკმაყოფილება	სისუფთავის შენახვის სიადვილე	წყლის ტემპერატურის შენახვა	აბაზანის მასალის ზედაპირთან შეხებისას სითბოს შეგრძნება	აბაზანით დაკავებული ფართობი	დაბანის მოხერხებულობა	აბაზანაში წოლის შესაძლებლობა	აბაზანის ბირის ზედაპირის სისრიალე

მოწვეული N=7 ექსპერტის სათანადო შეფასებები თვისებათა წონადობებისა ათბალიანი სკალით განხილვის სხვადასხვა დონეებისათვის მოცემულია დ2.8 ცხრილში

ცხრილი დ2.8

ექსპერტი	განხილვის პირველი დონე		განხილვის მეორე დონე				განხილვის მესამე დონე										
	ესთეტიკურ-ერგონომიკული $P_1^{(1)}$	ფუნქციური $P_2^{(1)}$	ესთეტიკური $P_1^{(2)}$	ერგონომიკული $P_2^{(2)}$	ჰიგიენური $P_3^{(2)}$	საექსპლუატაციო $P_4^{(2)}$	$P_1^{(3)}$	$P_2^{(3)}$	$P_3^{(3)}$	$P_4^{(3)}$	$P_5^{(3)}$	$P_6^{(3)}$	$P_7^{(3)}$	$P_8^{(3)}$	$P_9^{(3)}$	$P_{10}^{(3)}$	$P_{11}^{(3)}$
1	1	9	4	6	2	8	6	4	3	7	2	3	5	1	3	2	4
2	2	8	5	5	3	7	7	3	2	8	3	3	4	2	4	1	3
3	1	9	4	6	2	8	6	4	3	7	2	3	5	1	3	3	3
4	1	9	3	7	1	9	5	5	4	6	3	2	5	2	2	3	3
5	2	8	4	6	2	8	6	4	3	7	2	3	5	1	2	3	4
6	1	9	5	5	2	8	6	4	2	8	3	3	4	2	1	2	5
7	1	9	4	6	2	8	5	5	3	7	3	3	4	2	4	1	3
$\overline{a}_i$	1,28	8,71	4,14	5,86	2,00	8,00	5,86	4,14									

განვსაზღვროთ პირველი დონის თვისებათა (ესთეტიკურ-ერგონომიკული და ფუნქციური მაჩვენებლები) წონადობის ნორმირებული კოეფიციენტები:

$$\overline{a}_1^{(1)} = (1+2+1+1+2+1+1)/7 = 9/7 = 1{,}28\ ;$$
$$\overline{a}_2^{(1)} = (9+8+9+9+8+9+9)/7 = 61/7 = 8{,}71\ ;$$

ესთეტიკურ-ერგონომიკული მაჩვენებლისათვის ($P_1^{(1)}$)

$$g_1^{(1)} = \frac{1{,}28}{1{,}28+8{,}71} = \frac{1{,}28}{9{,}99} = 0{,}13\ ;$$

ფუნქციური მაჩვენებლისათვის ($P_2^{(1)}$)

$$g_2^{(1)} = \frac{8{,}71}{1{,}28+8{,}71} = \frac{8{,}71}{9{,}99} = 0{,}87\ .$$

განვსაზღვროთ მეორე დონის თვისებათა წონადობის ნორმირებული კოეფიციენტები. ჯერ მოვძებნოთ ესთეტიკური და ერგონომიკული მაჩვენებლების ჯგუფებისათვის:

$$\overline{a}_1^{(2)} = (4+5+4+3+4+5+4)/7 = 29/7 = 4{,}14\ ;$$
$$\overline{a}_2^{(2)} = (6+5+6+7+6+5+6)/7 = 41/7 = 5{,}86\ ;$$

ესთეტიკური მაჩვენებლისათვის ($P_1^{(2)}$)

$$g_1^{(2)} = \frac{4{,}14}{4{,}14+5{,}86} = \frac{4{,}14}{10} = 0{,}41\ ;$$

ერგონომიკული მაჩვენებლისათვის ($P_2^{(2)}$)

$$g_2^{(2)} = \frac{5{,}86}{4{,}14+5{,}86} = \frac{5{,}86}{10} = 0{,}59\ .$$

მსგავსად მოვიქცეთ ფუნქციურ ჯგუფში შემავალი ჰიგიენური ($P_3^{(2)}$) და საექსპლუატაციო ($P_4^{(2)}$) მაჩვენებლებისათვის, რომელთათვისაც საშუალო არითმეტიკულები:

$$\overline{a}_3^{(2)} = (2+3+2+1+2+2+2)/7 = 14/7 = 2\ ;$$
$$\overline{a}_4^{(2)} = (8+7+8+9+8+8+8)/7 = 56/7 = 8\ ;$$

ჰიგიენური მაჩვენებლისათვის ($P_3^{(2)}$)

$$g_3^{(2)} = \frac{2}{2+8} = \frac{2}{10} = 0{,}2\ ;$$

საექსპლუატაციო მაჩვენებლისათვის ($P_4^{(2)}$)

$$g_4^{(2)} = \frac{8}{2+8} = \frac{8}{10} = 0{,}8\ .$$

განვსაზღვროთ მესამე დონის თვისებათა წონადობის ნორმირებული კოეფიციენტები

$$\overline{a}_1^{(3)} = (6+7+6+5+6+6+5)/7 = 41/7 = 5{,}86\ ;$$
$$\overline{a}_2^{(3)} = (4+3+4+5+4+4+5)/7 = 29/7 = 4{,}14\ ;$$

მაშინ $P_1^{(3)}$ მაჩვენებლისათვის მივიღებთ

$$g_1^{(3)} = \frac{5,86}{5,86 + 4,14} = \frac{5,86}{10} = 0,59;$$

$P_2^{(3)}$ მაჩვენებლისათვის

$$g_2^{(3)} = \frac{4,14}{5,86 + 4,14} = \frac{4,14}{10} = 0,41;$$

შემდეგ

$$\overline{a}_3^{(3)} = (3 + 2 + 3 + 4 + 3 + 2 + 3)/7 = 20/7 = 2,86;$$
$$\overline{a}_4^{(3)} = (7 + 8 + 7 + 6 + 7 + 8 + 7)/7 = 50/7 = 7,14;$$

მაშინ $P_3^{(3)}$ მაჩვენებლისათვის გვექნება

$$g_3^{(3)} = \frac{2,86}{2,86 + 7,14} = \frac{2,86}{10} = 0,29;$$

$P_4^{(3)}$ მაჩვენებლისათვის

$$g_4^{(3)} = \frac{7,14}{2,86 + 7,14} = \frac{7,14}{10} = 0,71.$$

ანალოგიურად $P_5^{(3)}$, $P_6^{(3)}$ და $P_7^{(3)}$ მაჩვენებლებისათვის წონადობის ნორმირებული კოეფიციენტების გასაგებად

$$\overline{a}_5^{(3)} = (2 + 3 + 2 + 3 + 2 + 3 + 3)/7 = 18/7 = 2,57;$$
$$\overline{a}_6^{(3)} = (3 + 3 + 3 + 2 + 3 + 3 + 3)/7 = 20/7 = 2,86;$$
$$\overline{a}_7^{(3)} = (5 + 4 + 5 + 5 + 5 + 4 + 4)/7 = 32/7 = 4,57;$$

მაშინ $P_5^{(3)}$ მაჩვენებლისათვის მივიღებთ

$$g_5^{(3)} = \frac{2,57}{2,57 + 2,86 + 4,57} = \frac{2,57}{10} = 0,26;$$

$P_6^{(3)}$ მაჩვენებლისათვის

$$g_6^{(3)} = \frac{2,86}{2,57 + 2,86 + 4,57} = \frac{2,86}{10} = 0,28;$$

$P_7^{(3)}$ მაჩვენებლისათვის

$$g_7^{(3)} = \frac{4,57}{2,57 + 2,86 + 4,57} = \frac{4,57}{10} = 0,46.$$

ანალოგიურად $P_8^{(3)}$, $P_9^{(3)}$, $P_{10}^{(3)}$ და $P_{11}^{(3)}$ მაჩვენებლებისათვის წონადობის ნორმირებული კოეფიციენტების გასაგებად

$$\overline{a}_8^{(3)} = (1 + 2 + 1 + 2 + 1 + 2 + 2)/7 = 11/7 = 1,57;$$
$$\overline{a}_9^{(3)} = (3 + 4 + 3 + 2 + 2 + 1 + 4)/7 = 19/7 = 2,71;$$
$$\overline{a}_{10}^{(3)} = (2 + 1 + 3 + 3 + 3 + 2 + 1)/7 = 15/7 = 2,14;$$
$$\overline{a}_{11}^{(3)} = (4 + 3 + 3 + 3 + 4 + 5 + 3)/7 = 25/7 = 3,57.$$

მაშინ $P_8^{(3)}$ მაჩვენებლისათვის მივიღებთ

$$g_8^{(3)} = \frac{1,57}{1,57 + 2,71 + 2,14 + 3,57} = \frac{1,57}{9,99} = 0,16 ;$$

$P_9^{(3)}$ მაჩვენებლისათვის

$$g_9^{(3)} = \frac{2,71}{1,57 + 2,71 + 2,14 + 3,57} = \frac{2,71}{9,99} = 0,27 ;$$

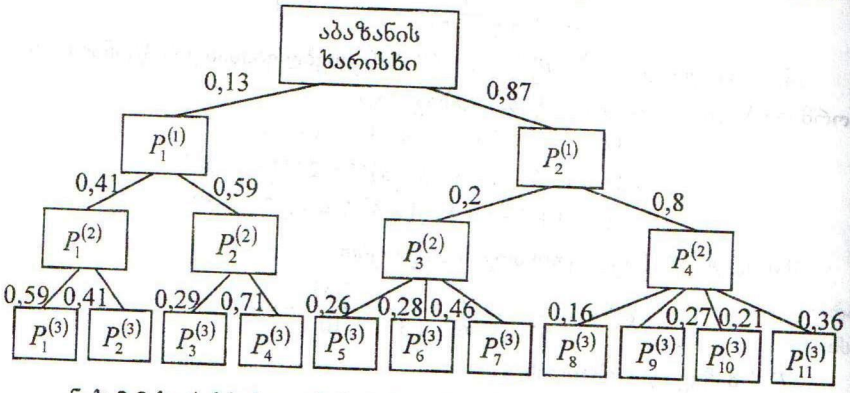
$P_{10}^{(3)}$ მაჩვენებლისათვის

$$g_{10}^{(3)} = \frac{2,14}{1,57 + 2,71 + 2,14 + 3,57} = \frac{2,14}{9,99} = 0,21 ;$$

$P_{11}^{(3)}$ მაჩვენებლისათვის

$$g_{11}^{(3)} = \frac{3,57}{1,57 + 2,71 + 2,14 + 3,57} = \frac{3,57}{9,99} = 0,36 .$$

განვსაზღვროთ მარტივ თვისებათა წონადობები აბაზანის ხარისხში:



ნახ.2.2.3.ხარისხის თვისებების იერარქიული ხე აბაზანისათვის

$$g_1 = g_1^{(3)} \cdot g_1^{(2)} \cdot g_1^{(1)} = 0,59 \cdot 0,41 \cdot 0,13 = 0,031 ;$$
$$g_2 = g_2^{(3)} \cdot g_1^{(2)} \cdot g_1^{(1)} = 0,41 \cdot 0,41 \cdot 0,13 = 0,022 ;$$
$$g_3 = g_3^{(3)} \cdot g_2^{(2)} \cdot g_1^{(1)} = 0,29 \cdot 0,59 \cdot 0,13 = 0,022 ;$$
$$g_4 = g_4^{(3)} \cdot g_2^{(2)} \cdot g_1^{(1)} = 0,71 \cdot 0,59 \cdot 0,13 = 0,054 ;$$
$$g_5 = g_5^{(3)} \cdot g_3^{(2)} \cdot g_2^{(1)} = 0,26 \cdot 0,2 \cdot 0,87 = 0,045 ;$$
$$g_6 = g_6^{(3)} \cdot g_3^{(2)} \cdot g_2^{(1)} = 0,28 \cdot 0,2 \cdot 0,87 = 0,049 ;$$
$$g_7 = g_7^{(3)} \cdot g_3^{(2)} \cdot g_2^{(1)} = 0,46 \cdot 0,2 \cdot 0,87 = 0,080 ;$$
$$g_8 = g_8^{(3)} \cdot g_4^{(2)} \cdot g_2^{(1)} = 0,16 \cdot 0,8 \cdot 0,87 = 0,111 ;$$
$$g_9 = g_9^{(3)} \cdot g_4^{(2)} \cdot g_2^{(1)} = 0,27 \cdot 0,8 \cdot 0,87 = 0,188 ;$$
$$g_{10} = g_{10}^{(3)} \cdot g_4^{(2)} \cdot g_2^{(1)} = 0,21 \cdot 0,8 \cdot 0,87 = 0,146 ;$$
$$g_{11} = g_{11}^{(3)} \cdot g_4^{(2)} \cdot g_2^{(1)} = 0,36 \cdot 0,8 \cdot 0,87 = 0,250 .$$

ლიტერატურა

1. Азгальдов Г.Г.Теория и практика оценки качества товаров. – М.: Экономика, 1989.
2. Басовский Л.Е., Протасьев В.Б. Управление качеством: Учебник. – М.: Изд-во ИНФРА-М, 2002.
3. Варакута С.А. Управление качеством продукции. – М.: Изд-во РИОР, 2004.
4. Всеобщее управление качеством: Учебник для вузов/ О.П. Глудкин, Н.М. Горбунов, А.И. Гуров, Ю.В. Зорин: под ред. О.П. Глудкина. – М.: Горячая линия-Телеком, 2001.
5. Гиссин В.И. Управление качеством продукции: Учебное пособие. – Ростов н/Д: Изд-во «Феникс», 2000.
6. Зедгинидзе И.Г. Всеобщее управление качеством: Конспект лекций – Тбилиси: Технический университет – «Центр информатизации», 2005.
7. ი. ზედგინიძე, მ. ბალიაშვილი, შ. ჯაფარიძე. ხარისხის მენეჯმენტი. სახელმძღვანელო. თბილისი: გამომცემლობა ტექნიკური უნივერსიტეტი - „ინფორმატიზაციის ცენტრი“ , 2002.
8. Мазур И.И., Шапиро В.Д. Управление качеством: Учеб. Пособие для вузов. 2-е изд. – М.: Омега – Л., 2005.
9. Методика оценки уровня качества продукции с помощью комплексных показателей и индексов. Изд-во стандартов, 1974.
10. Осадчий Е.П., Карпов В.И. Квалиметрия. Оценка достигнутого эффекта и затрат: Учебное пособие. Пенза: Изд-во Пенз. гос. техн. Университета, 1996.
11. Управление качеством продукции. Справочник. – М.: Изд-во стандартов, 1985.
12. Федюкин В.К., Дурнев В.Д., Лебедев В.Г. Методы оценки и управления качеством промышленной продукции: Учебник. Изд. 2-е перераб. и доп. – М.: Информационно-издательский дом «Филинъ», Рилант, 2001.
13. Фомин В.Н. Квалиметрия. Управление качеством. Сертификация: Курс лекций. – М.: Ассоциация авторов и издателей «ТАНДЕМ», М.: Изд-во «ЭКМОС», 2000.
14. Шишкин И.Ф., Станкин В.М. Квалиметрия и управление качеством: Учебник. – М.: Изд-во ВЗПИ, 1992.

ს ა რ ჩ ე ვ ი

შესავალი 3

1. ხარისხის მაჩვენებლები 4

1.1. პროდუქციის ხარისხის მაჩვენებლები 4

1.1.1. დანიშნულების მაჩვენებლები 4

1.1.2. ტექნოლოგიურობის მაჩვენებლები 5

1.1.3. სტანდარტიზაციისა და უნიფიკაციის მაჩვენებლები 5

1.1.4. საპატენტო-სამართლებრივი მაჩვენებლები 8

1.1.5. ესთეტიკური მაჩვენებლები 13

1.1.6. ერგონომიკული მაჩვენებლები 17

1.1.7. ტრანსპორტაბელურობის მაჩვენებლები 18

1.1.8. ეკოლოგიური მაჩვენებლები 20

1.1.9. უსაფრთხოების მაჩვენებლები 22

1.1.10. ეკონომიკური მაჩვენებლები 22

1.1.11. საიმედოობის მაჩვენებლები 23

1.2. მომსახურების ხარისხის მაჩვენებლები 23

44

2. ერთგვაროვანი პროდუქციის ხარისხის შეფასების მეთოდოლოგია ... 46

2.1. პროდუქციის ხარისხის მაჩვენებელთა ნომენკლატურა და მისი არჩევა 46

2.1.1. პროდუქციის ხარისხის მაჩვენებელთა ნომენკლატურა 46

2.1.2. პროდუქციის ხარისხის მაჩვენებელთა ნომენკლატურის არჩევა 48

2.1.3. ხარისხის მაჩვენებელთა იერარქიული ხე 49

2.2. პროდუქციის ხარისხის მაჩვენებლების მნიშვნელობათა განსაზღვრა 55

2.2.1. საზომი მეთოდი 55

2.2.2. ორგანოლეპტიკური მეთოდი 57

2.2.3. სარეგისტრაციო მეთოდი 61

2.2.4. გამოთვლითი მეთოდი. 61

2.2.5. ტრადიციული მეთოდი 62

2.2.6. სოციოლოგიური მეთოდი 62

2.2.7. საექსპერტო მეთოდი 64

2.2.7.1. *ექსპერტების შერჩევა* 64

2.2.7.2. *ექსპერტების გამოკითხვა* 66

2.2.7.3. *რანგის მეთოდი* 67

2.2.7.4. *უშუალო შეფასების (ბალური) მეთოდი* 67

2.2.7.5. *შეპირისპირების მეთოდი* 69

2.2.7.6. *საექსპერტო მეთოდის შედეგების დამუშავება* 72

2.3. პროდუქციის ხარისხის მაჩვენებელთა შეპირისპირება საბაზო მნიშვნელობებთან 77
2.3.1. დიფერენციალური მეთოდი 77
2.3.2. კომპლექსური მეთოდი 80
2.3.2.1. *მთავარი მაჩვენებელი* 86
2.3.2.2. *ინტეგრალური მაჩვენებელი* 92
2.3.2.3. *საშუალოდ აწონილი მაჩვენებლები* 103
2.3.3. შერეული მეთოდი 108
2.4. პროდუქციის ხარისხის დონის შეფასება მისი გამოყენების სხვადასხვა პირობების გათვალისწინებით 111
3. სხვადასხვაგვარი პროდუქციის ხარისხის შეფასების მეთოდოლოგია 117
3.1. ხარისხის ინდექსების განსაზღვრა 117
3.2. დეფექტურობის კოეფიციენტისა და ინდექსის განსაზღვრა . 124
3.3. ხარისხის დონის განსაზღვრა წარმოების მართვის სხვადასხვა დონეებისათვის 131
4. მომსახურების ხარისხის შეფასება 140
დანართი 1 145
დანართი 2 156
ლიტერატურა 173

ზედგინიძე ირაკლი გიორგის ძე

კვალიმეტრია

(სახელმძღვანელო)

იბეჭდება ავტორის მიერ წარმოდგენილი სახით

კომპიუტერული უზრუნველყოფა *თ.მოდებაძე*

გადაეცა წარმოებას 15.09.06 წ. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 20.09.06 წ. ქაღალდის ზომა 60x84 1/16. გარნიტურა literaturuli_BJG_2000. ნაბეჭდი თაბახი 11. საღრიცხვო-საგამომცემლო თაბახი 8,87. ტირაჟი 100 ეგზ. შეკვეთა №2006/4.

გამომცემლობა „ტექნიკური უნივერსიტეტი“
თბილისი, გამსახურდიას, 77

ორიგინალ-მაკეტი დამზადებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
„ინფორმატიზაციის ცენტრში“
თბილისი, გამსახურდიას, 77