

Ekonomiškai pagrįsti kineskopų atrankinės kontrolės planai

A.Vaišvila

AB „EKTRANAS“, Elektronikos g. 1, LT-5319 Panevėžys, Lietuva
tel. +370 45 506766, faksas +370 45 436563, el. paštas vaisvila@ekranas.lt

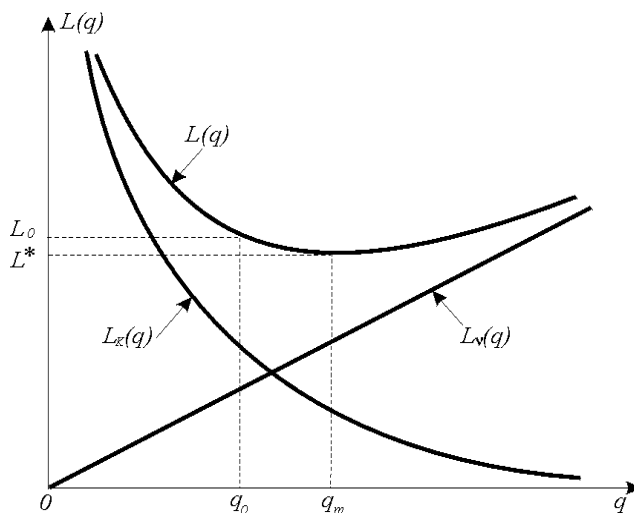
Įvadas

Atrankinės priimamosios kontrolės uždavinys – užtikrinti vartotojui reikiamą gaminio kokybės lygį. Gamintojas suinteresuotas atlikti tai su mažiausiomis išlaidomis arba nuostoliais. Iš dalies tą lygį galima pasiekti, parenkant ekonomiškai pagrįstus – optimalius atrankinės kontrolės planus. Tokių planų parinkimo matematiniai metodiniai pagrindai sistemai suformuluoti J.Belajjevo monografijoje [1]. Tačiau [1] darbe akcentuojama, kad universalios tokių planų parinkimo metodikos nėra, kadangi viską lemia konkretaus gaminio kontrolės schema ir jo gamybos technologinio proceso ypatumai. Kineskopų priimamojoje kontrolėje [2-8] nuostolius lemia gamybos srauto vidutinis defektingumo lygis ir atrankinės kontrolės plano parametrai, sąlygojantys gaminių grįžtamųjų srautų dydžius, bei nepriimtų partijų ištisinės kontrolės – pertikrinimo gaminių klasifikavimo klaidos, taip pat vartotojų reakcija į aptiktų defektnių gaminių dalį.

Matematiniai modeliai

Taigi išlaidos kokybei užtikrinti susideda iš dviejų pagrindinių dedamųjų: kontrolės išlaidų ir aptiktų defektnių gaminių taisymo L_K gaminančiojoje įmonėje išlaidų. Taikant švelnesnius kontrolės planus ir gaminių priėmimo gaminančiojoje įmonėje kriterijus, kyla vartotojo reklamacijų lygis q , didėja nuostoliai $L_V(q)$, bet mažėja gamintojo išlaidos $L_K(q)$ ir atvirkščiai. Sumuojant abi dedamąsias L_K ir L_V , gaunama žinoma kokybės nuostolių funkcija $L=L(q)$, pavaizduota 1 pav., kuri taške $q=q_m$ turi minimumą $L^*=L(q_m)$. Jeigu q vertė yra normuota, t.y. galioja apribojimas $q \leq q_0$, tuomet galimi du atvejai taško $q=q_m$ atžvilgiu:

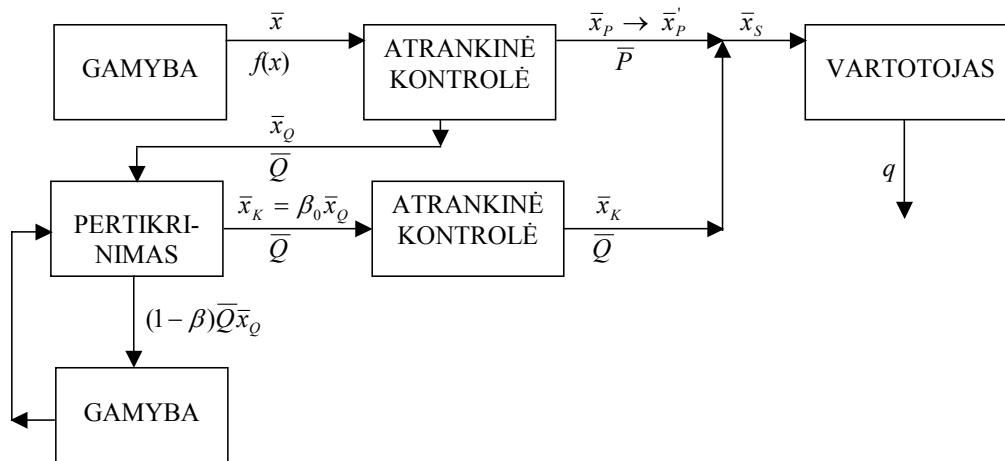
- kai $q_m \leq q_0$, gamintojui naudingiausia būti taške $q=q_m$, kur nuostoliai minimalūs $L=L^*$;
- kai $q_m > q_0$, gamintojas turi taip atrinkti kontrolės darbo režimą (kontrolės planą, gaminių priėmimo kriterijus ir kt.), kad būtų taške $q=q_0$ su mažiausiais galimais nuostoliais $L=L_0$ (1 pav.).



1 pav. Kokybės nuostolių funkcija $L=L(q)$

Tarkim, kad gaminių priėmimo kriterijai atrankinėje kontrolėje yra fiksuoti pagal vartotojų reikalavimus ir gamintojo normatyvinius dokumentus. Todėl galima keisti tik atrankinės kontrolės planų parametrus; n – imties dydį, d – priėmimo skaičių (vienpakopės kontrolės planą). Optimalius kontrolės planus parenkame tikimybinio modeliavimo metodu [4, 5] kontrolės schemai, pavaizduotai 2 paveiksle.

Į atrankinę n, d plano kontrolę patenka kineskopų partijų visuma, apibūdinama defektingumo lygio X tikimybių skirstinio tankio funkcija $f(x)$, kuri lemia vidutinį gamybos srauto defektingumo lygį \bar{x} [4, 5]. Po atrankinės kontrolės priimtų partijų visumoje \bar{P} , kurios defektingumo lygis \bar{x}_P , aptikti defektiniai gaminiai pakeičiami gerais ir \bar{x}_P vertė sumažėja iki \bar{x}'_P . Nepriimtų partijų srautas $\bar{Q}=1-\bar{P}$, kurio defektingumo lygis \bar{x}_Q , patenka į pertikrinimą su antros rūšies klaidos tikimybe β . Kadangi pertikrinimo metu aptikti defektiniai gaminiai yra siunčiami į remonto operaciją ir pertikrintose partijose pakeičiami gerais, tariame, kad tai yra daroma be klaidų. Remonto operacija (2 pav.) apima defektinio kineskopo analizę, taisymą, papildomas technologines operacijas ir pakartotinę kontrolę. Aprioriškai tariame, kad geri gaminiai nebrokuojami.



2 pav. Priimamosios kontrolės modeliavimo metodu schema

Po pertikrinimo \bar{x}_Q vertė sumažėja iki $\bar{x}_K = \beta \bar{x}_Q$, o į remonto operaciją patenka $(1 - \beta) \bar{Q} \bar{x}_Q$ dalis gaminių visumos, ir visi jie yra defektiniai. Po pakeitimo gerais kineskopais ši dalis prisumuojama prie tų gaminių, kurie buvo pripažinti gerais iš pirmo pateikimo $[1 - (1 - \beta) \bar{x}_Q] \bar{Q}$, ir visas srautas \bar{Q} , kurio defektingumo lygis \bar{x}_K , pakartotinai patenka į atrankinę kontrolę (2 pav.). Tarkim, kad į atrankinę kontrolę iš gamybos pateko $s = 15$ partijų po $N = 200$ kineskopų (iš viso 3000 gaminių) ir kad po kontrolės išbrokuota $\bar{Q} = 1/3$ pateiktų partijų. Į pertikrinimą patenka $\bar{Q}s = 5$ partijos (1000 kineskopų), kurių vidutinis defektingumo lygis $\bar{x}_Q = 10\%$ (pasirenkame), t.y. penkiose nepriimtose partijose yra 100 defektinių gaminių. Jeigu pertikrinimo klaidos tikimybė yra $\beta = 0,2$ (vienas iš penkių defektinių gaminių pripažįstamas geru), tuomet iš karto gerais bus pripažinta 920 kineskopų, tarp kurių lieka 20 defektinių gaminių, o į remontą patenka 80 defektinių kineskopų. Vietoj jų prie 920 priimtų gaminių bus prisumuota 80 defektinių kineskopų, atrinktų iš anksto specialiai tam tikslui, ir į pakartotinę kontrolę patenka 5 partijos po 200 gaminių (1000 kineskopų), kurių defektingumo lygis $\bar{x}_K = 2\%$ (20 defektinių gaminių).

Po pertikrinimo srauto \bar{Q} defektingumo lygis \bar{x}_K yra artimas priimtinajam defektingumo lygiui AQL [3]. Todėl modeliavimui supaprastinti tariame, kad pakartotinės atrankinės kontrolės metu visos partijos pripažįstamos geromis ir kad, pašalinus aptiktus defektinius gaminius, \bar{x}_K vertė beveik nesikeičia. Tuomet priimtų partijų visumos $\bar{P} + \bar{Q} = 1$ (sandėlyje) defektingumo lygis \bar{x}_S apskaičiuojamas taip:

$$\bar{x}_S = \bar{P} \bar{x}_P + \bar{Q} \bar{x}_K = \bar{P} \bar{x}_P + \beta \bar{Q} \bar{x}_Q. \quad (1)$$

Praktiškai vartotojo priėmimo kriterijai yra ne tokie griežti kaip gamintojo, ir vartotojas reklamuoja tik dalį r gautų defektinių kineskopų visumos \bar{x}_S (tam tikra dalis yra pataisoma pas vartotoją ir nereklamuojama).

Reklamacijų lygį q formaliai aprašome (2) modeliu:

$$q = r \bar{x}_S, \quad 0 < r < 1. \quad (2)$$

Tankį $f(x)$ aprašome beta skirstinio tankiu su formos parametrais a, b ir taikome modeliavimo išraiškas, anksčiau gautas [5] darbe. Nuostolių funkcijai sudaryti vartojame vidutinių kainų žymėjimus c_K – vieno gaminio tikrinimo kaina išsieninės kontrolės – pertikrinimo metu; c_S – vieno gaminio tikrinimo kaina atrankinės kontrolės metu; c_R – vieno defektinio gaminio, aptikto pertikrinant, remonto kaina; c_V – nuostoliai dėl vieno vartotojo reklamuoto defektinio gamino. Sumuodami atitinkamas dedamąsias pagal anksčiau pateiktą (2 pav.) kontrolės schemos srautų analizę, gauname šitokią vidutinių nuostolių vienam gaminiui funkciją $L = L(n, d)$:

$$L = L(n, d) = c_S \frac{n}{N} + [c_K + c_S \frac{n}{N} + c_R (1 - \beta) \bar{x}_Q] \bar{Q} + c_V r \bar{x}_S = L_K + L_V, \quad L_V = c_V r \bar{x}_S = c_V q. \quad (3)$$

Minimizuojame funkciją $L = L(n, d)$ pagal kontrolės plano parametrus n, d ir nustatome ekonomiškai optimalų kontrolės planą n^*, d^* , kuriam suminiai nuostoliai $L(n^*, d^*)$ yra minimalūs ir lygūs L^* :

$$\min_{n, d} L = L(n, d) = L(n^*, d^*) = L^*. \quad (4)$$

Praktiškai minimizavimo uždavinys (4) sprendžiamas realių (standartizuotų) vienpakopės kontrolės planų perrinkimo būdu, esant pasirinktoms beta tankio $f(x)$ formos parametru a, b vertėms.

Modeliavimo rezultatai

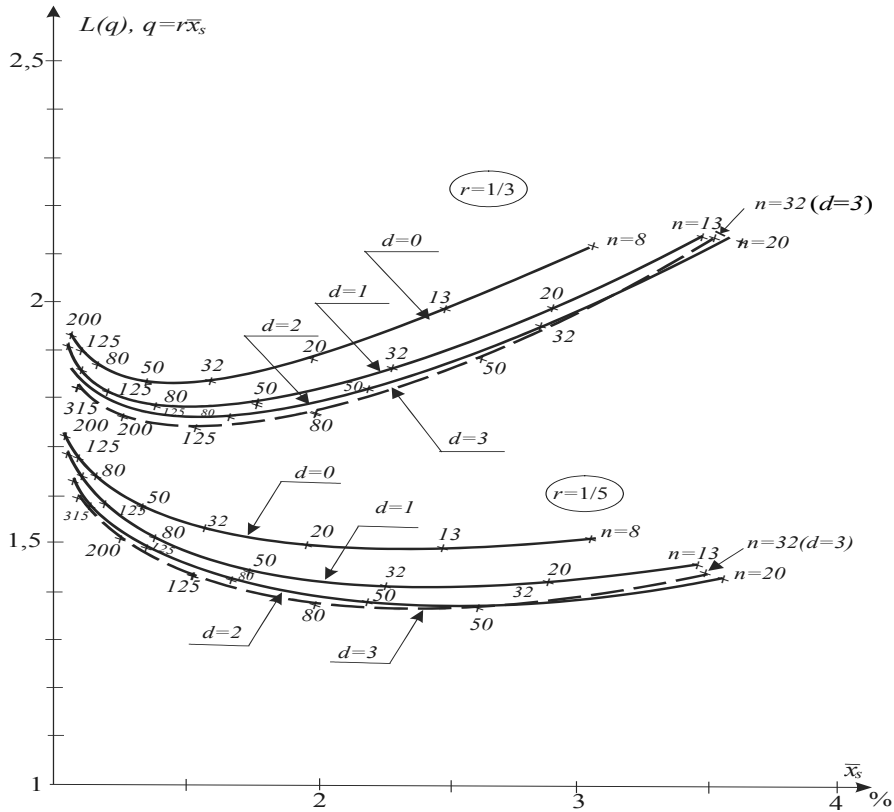
Pagal AB „EKTRANAS“ faktinius duomenis visų modelių kineskopų vidutinės santykinės kainos c_K atžvilgiu yra šitokios: $c_K = 1,8$; $c_R = 4$; $c_V = 150$, kai $c_K = 1$. Modeliavimui pasirenkame tokius pradinius duomenis: $a=1$ (normalus technologinis procesas), $\bar{x} = 5\%$ arba $b = \bar{x}^{-1} - 1 = 19$, $\beta = 0,2$ ir $N = 10n$. Tuomet gauname

$$L(n, d) = 0,18 + (1,18 + 3,2\bar{x}_Q)\bar{Q} + 150r\bar{x}_S; \quad (5)$$

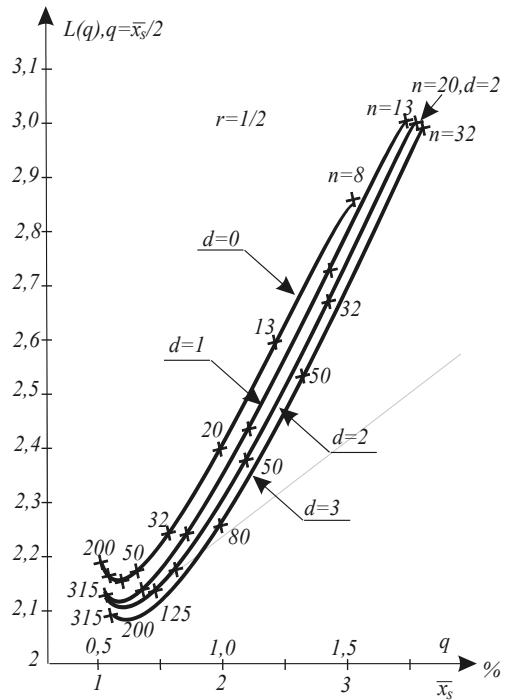
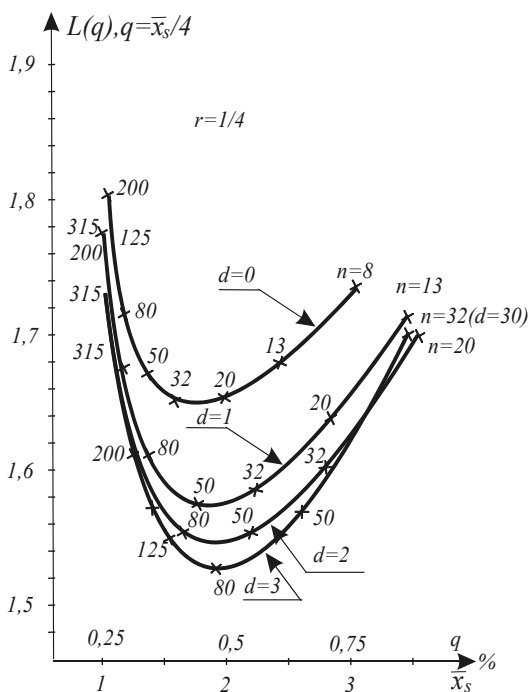
čia \bar{x}_S modelio (1) komponentės \bar{P} , \bar{x}_P, \bar{x}_Q apskaičiuojamos pagal [5] darbe gautus modelius, kai $f(x)$ yra beta tankis. Planams perrinkti buvo taikomos tokios n, d, r verčių eilutės

$$\begin{cases} n = 8, 13, 20, 32, 50, 80, 125, 200, 315; \\ d = 0, 1, 2, 3; \\ r = 1/5, 1/4, 1/3, 1/2. \end{cases} \quad (6)$$

3 ir 4 paveiksluose parodytos nuostolių funkcijos $L(n, d) = L(q)$, gautos pagal (5) modelio skaičiavimo rezultatus.



3 pav. Nuostolių funkcijos $L(n, d)$, kai $\bar{x} = 5\%$; $a = 1$; $r = 1/3, 1/5, \beta_0 = 0,2$



4 pav. Nuostolių funkcijos $L(n, d)$, kai $\bar{x} = 5\%$; $a = 1$; $r = 1/4, 1/2; \beta_0 = 0,2$

Išvados

1. Esant fiksuotai r vertei, minimalūs nuostoliai L^* gaunami, kai priėmimo skaičius $d^* = 3$, esant atitinkamam imties dydžiui n^* (žr. 3, 4 pav.), t.y. kai atrankinės kontrolės darbo charakteristika yra stačiausia.

2. Ekonomiškai optimalūs atrankinės kontrolės planai gaunami esant pakankamai didelėms imtims $n \geq 80$, kas atitinka didelės apimties partijas $N \geq 800$. Kadangi dėl techninių ir organizacinių ypatumų kineskopų gamyboje partijų dydžiai yra gerokai mažesni ($N < 400$), tai naudojami kontrolės planai, kai $n = 50$ ir $d \leq 2$.

3. Gautieji modeliai gali būti taikomi ir kitiems radioelektroniniams gaminiams, kurių priimamosios kontrolės schema analogiška.

Literatūra

1. **Беляев Ю.К.** Вероятностные методы выборочного контроля. - М.: Наука, 1975. – 407 с.
2. **Vaišvila A.** Lietuviškų kineskopų kokybės dinamika // Elektronika ir elektrotechnika. - Kaunas: Technologija, 2002.- Nr.4 (39). - P. 84-87.
3. **Vaišvila A.** Lietuviškų spalvinių kineskopų kokybės

- gerinimo uždaviniai // Elektronika ir elektrotechnika.- Kaunas: Technologija, 2002. - Nr.2 (37). - P. 84-93.
4. **Vaišvila A., Kalnius R.** Acceptance sampling functioning models of consumer radioelectronics // Elektronika ir elektrotechnika. - Kaunas: Technologija, 2002. - Nr.3 (38). - P. 33-35.
 5. **Vaišvila A., Kalnius R., Eidukas D.** Kineskopų priimamosios kontrolės matematiniai modeliai // Elektronika ir elektrotechnika.- Kaunas: Technologija, 2002.-Nr.5 (40). - P. 7-15.
 6. **Vaišvila A., Kalnius R., Eidukas D.** Kineskopų priimamosios kontrolės charakteristikų nuoseklieji įverčiai // Elektronika ir elektrotechnika.- Kaunas: Technologija, 2002.- Nr.1 (43). - P. 61-68.
 7. **Kalnius R., Vaišvila A., Klimas V.** Radioelektroninių gaminių atrankinės kontrolės taikymo uždaviniai ir problemos // Kokybės vadyba – konkurencingo verslo pamatas. Respublikinės konferencijos medžiaga.- Kaunas: Technologija, 2001. - P. 90-98.
 8. **Kalnius R., Vaišvila A., Klimas V.** Kineskopų partijinis priėmimas pagal dvi parametrų grupes // Lietuviškas spalvinis kineskopas. Efektyvumas ir kokybė. 11- osios mokslinės – techninės konferencijos darbai. - Panevėžys: AB „Ekranas“. 2002.-P.93-102.

Pateikta spaudai 2003 01 15

A. Vaišvila. Ekonomiškai pagrįsti kineskopų atrankinės kontrolės planai // Elektronika ir elektrotechnika. - Kaunas: Technologija, 2003. - Nr.4(46). - P. 30-33.

Sudarytas kineskopų priimamosios kontrolės nuotolių funkcijos modelis, įvertinantis gaminių srauto, patenkančio į kontrolę, tikimybinę charakteristiką, priimamosios kontrolės srautų schemą, gaminių klasifikavimo klaidas, atrankinės kontrolės ir išsines kontrolės – pertikrinimo vidutinės kainas, išlaidas defektinio gaminio remontui bei nuostolius dėl vartotojo reklamuojamų gaminių. Tikimybinio modeliavimo būdu apskaičiuotos nuostolių funkcijos vertės, esant įvairiems kontrolės planams ir duotiems pradiniam apribojimams, minimizuojant nuostolius, nustatyti kineskopams ekonomiškai optimalūs atrankinės kontrolės planų parametrai. Il. 4, bibl. 8 (lietuvių kalba; santraukos lietuvių, anglų ir rusų k.).

A. Vaišvila. Economically Based CRT Sampling Inspection Plans // Electronics ir Electrical Engineering. - Kaunas: Technologija, 2003. - Nr. 4(46). - P. 30-33.

Quality losses function model for final inspection is made evaluating: probability characteristics of the production flow in inspection, final inspection flows scheme, production classification mistakes, sampling inspection and 100 % inspection reinspection average costs, costs for the defected product rework, losses for reclaimed production from customers. Quality losses function values are calculated using probability modeling and various inspections plans as well as origin restrictions and economically optimal sampling inspection plans parameters minimizing losses in developed. Ill. 4, bibl. 8 (in Lithuanian; summaries in Lithuanian, English, Russian).

A. Вайшвила. Экономически обоснованные планы выборочного контроля кинескопов // Электроника и электротехника. - Каунас: Технология, 2003. - № 4(46). - С. 30-33.

Создана модель функции приемочного контроля качества кинескопов, учитывающая: вероятностные характеристики потока изделий, поступающего на контроль, схему потоков изделий, средние цены проверки одного изделия на выборочном контроле и на сплошном контроле-перепроверке, убытки из-за ремонта – восстановления одного дефектного изделия, а также потери от зарекламированных изделий у потребителя. На основе вероятностного моделирования рассчитаны значения функции потерь различных планов контроля при начальных ограничениях, и путем минимизации потерь определены параметры экономически оптимальных планов выборочного контроля. Ил. 4, библи. 8 (на литовском языке; рефераты на литовском, английском и русском яз.).