



АВТОМАТТАНДЫРУ ЖӘНЕ БАСҚАРУ
АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ
AUTOMATION AND CONTROL

DOI 10.51885/1561-4212_2023_4_22
MFTAA 50.01.85

**К. Алибекқызы¹, Т. Б. Кермбаева², Е. Базыл¹, Б. Дүйсенбек¹, А.Т. Байдилдина¹,
Ж.Е. Ерсаинова¹, А. Денисова³**

¹Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті,

Өскемен қ., Қазақстан

E-mail: Karlygash.Eleusizova@mail.ru

E-mail: ertaibazyl@gmail.com*

E-mail: baljanbekovaa@gmail.com

E-mail: atj-43@mail.ru

E-mail: Zhansaya.ersayynova@mail.ru

²АҚ «Азаматтық авиация академиясы», Алматы қ., Қазақстан

E-mail: talshyn.keribayeva@agakaz.kz

³В.И. Ульянов (Ленин) атындағы Санкт-Петербург мемлекеттік «ЛЭТИ»

электротехникалық университеті, Санкт-Петербург қ., Ресей

E-mail: arina2001arina@gmail.com

VLC ЖҮЙЕЛЕРІН ӨЗІРЛЕУ ЖӘНЕ ПАЙДАЛАНУ КЕЗІНДЕ САПАНЫ БАҚЫЛАУДЫ БАСҚАРУ ПРОЦЕСТЕРІН МОДЕЛЬДЕУ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ КОНТРОЛЯ В ПРОЦЕССАХ РАЗРАБОТКИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ VLC СИСТЕМ

MODELING OF QUALITY CONTROL MANAGEMENT PROCESSES IN THE DEVELOPMENT AND OPERATION OF VLC SYSTEMS

Аңдатпа. Мақалада электронды құрылғыларды құру, зерттеу және пайдалану процесі сипатталған. Ол үшін статикалық жағдайда да, күрделі жабдықтың жұмысы кезінде де Электронды компоненттердің сипаттамаларын анықтау үшін қолданылатын әртүрлі өлшеу құралдары қолданылады. Бақылау – диагностикаға арналған ішкі параметрлерді өлшеу және тексеру операцияларын қоса алғанда, мониторинг жүйесінің ажырамас және ресурстарды қажет ететін бөлігі болып табылады. Сондай-ақ, мақалада жүйелік агенттердің статистикалық белгісіздігі жағдайында көрінетін жарық (VLC) арқылы байланыс сапасын басқару мәселесін теориялық зерттеу жүргізіледі. Басқарудың белгісіздігі құрылымдық және технологиялық процестердің нормативтік негіздеріндегі, жүйенің VLC жұмыс режимдеріндегі, метрологиялық қамтамасыз етудегі, компоненттердің құрылымдық ортасындағы және сыртқы жұмыс ортасындағы белгісіздіктерді қамтиды.

Түйін сөздер: процесс, модель, ықтималдық, шешім қабылдау, статистикалық, модельдеу, бөлу заңы, қысым.

Аннотация. В статье описывается процесс создания, исследования и использования радиоэлектронных устройств. Для этого применяются разнообразные измерительные приборы, которые используются для определения характеристик электронных компонентов как в статических условиях, так и во время работы сложного оборудования. Контроль является неотъемлемой и ресурсозатратной частью системы мониторинга, включая операции по измерению и проверке внутренних параметров для диагностики. Также в статье проводится теоретическое исследование проблемы управления качеством коммуникации через видимый

свет (VLC) в условиях статистической неопределенности системных агентов. Неопределенность управления включает в себя неопределенности в нормативных основах конструктивных и технологических процессов, рабочих режимах VLC системы, метрологическом обеспечении, конструктивной среде компонентов и внешней рабочей среде.

Ключевое слово: процесс, модель, вероятность, принятия решений, статистический, имитационный, закон распределения, давление.

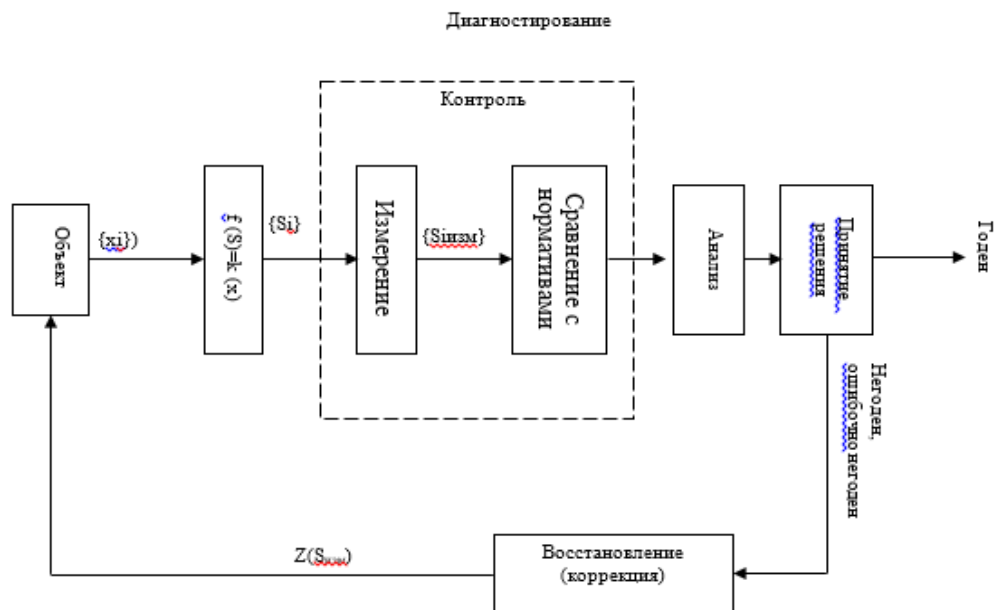
Annotation. The article describes the process of creation, research and use of electronic devices. For this purpose, a variety of measuring instruments are used, which are used to determine the characteristics of electronic components both under static conditions and during operation of complex equipment. Control is an integral and resource-intensive part of the monitoring system, including operations for measuring and verifying internal parameters for diagnostics. The article also provides a theoretical study of the problem of quality management of communication through visible light (VLC) in the conditions of statistical uncertainty of system agents. Uncertainty of management includes uncertainties in the regulatory framework of design and technological processes, operating modes of the VLC system, metrological support, the structural environment of components and the external working environment.

Keywords: process, model, probability, decision making, statistical, simulation, distribution law, pressure.

Кіріспе. Жарықдиодты VLC жүйесі элементтік база үшін кең техникалық төзімділікпен сипатталатын материалдық ортаны ескере отырып жасалады. Жұмыс кезінде жүйе температура мен сыртқы әсерлерге ұшырайды, сондықтан аспаптық және әдістемелік қамтамасыз етудің, сондай-ақ технологиялық операциялардың сапасын метрологиялық бақылау және сандық бағалау қажет [1].

Жоғарыда айтылғандай, жаңа технологияларды құруда және оларды іс жүзінде қолдануда мақсат қою маңызды болып табылады. Бұл жағдайда мақсатты перспективаның объективтілігі туралы шешім қабылдау қажет. Бұл мақсат болжамды уақыт немесе бақылау нүктелері сияқты жүйенің кейбір параметрлері болуы мүмкін. Бұл нүктелерде вектор мен мақсатты горизонтқа жақындау дәрежесі салыстырылады. Егер нүкте жеткілікті қашықтықта таңдалса, онда мақсат төмен жобалық пайдалы әлеуетке ие болады. Математикалық тұрғыдан ол энтропия шамасы ретінде бағаланады-мақсатты вектордың бұлыңғырлығы. Жақын мақсатты горизонтты таңдаған жағдайда, мәселені шешу ықтималдығы артады, тіпті оны шешуге болады, бірақ содан кейін мақсат тапсырмаға айналады, бұл мақсатты бағдарларды жиі түзету қажеттілігіне және соның салдарынан уақыт пен ресурстардың жоғалуына әкеледі.

Ғылыми мәселе. Кейбір күрделі жүйені (объектіні) бақылау процестерінің сапасын басқару жүйесін 1-суретте көрсетуге болады.



1-сурет. Күрделі жүйенің жұмыс істеуі үшін сапаны басқарудың құрылымдық моделі

Ескерту – Дереккөз негізінде құрастырылған [3]

1-суреттегі нысан ISO 9001:2015 стандартына сәйкес объектінің функционалдық мақсатын анықтайтын бизнес-процестердің $\{x_i\}$ жиынтығы болып табылады [2]. Нақты объектілер көп параметрлі жүйелерге жатады, бұл тұтастай алғанда бүкіл жүйенің сапасын бақылауда проблемаларды тудырады. Жүйенің функционалдық немесе тұтынушылық сапасын бағалау үшін олар әр индикатор бойынша да, тұтастай алғанда объект сапасының интегралдық критерийі бойынша да сараланған көрсеткіштердің белгілі бір негізделген жиынтығын бақылайды. Сараланған көрсеткіштерді (параметрлерді) таңдау, негіздеу мәселесі және интегралдық критерийді әзірлеу, бұлар әдетте, әрбір нақты жағдайда жеке зерттеудің пәні болып табылады.

2-суретте диагностиканың ең маңызды кезеңінде аспаптық бақылау қарастырылған. Диагностикалық жүйе белгілі бір параметрлер жиынтығын өлшеу және бақылау процедурасына негізделген. Параметрлер мүмкіндігінше табиғи физикалық түрінде немесе жалпы диагностикалық параметрлер (көрсеткіштер, көрсеткіштер) деп аталатын кейбір жасанды тұжырымдалған көрсеткіштер түрінде болуы мүмкін. 2-суретте $\{x_i\}$ жиыны табиғи өлшемдердің физикалық, экономикалық немесе әлеуметтік нысанындағы объектінің функционалдық көрсеткіштерінің жиынтығы болып табылады. Нақты жағдайда таңдалған табиғи көрсеткіштерді қолданыстағы өлшем бірліктерінде бақылау әрқашан мүмкін бола бермейді, содан кейін олар диагностикалық деп аталатын олармен ақпараттық корреляциялық жанамалармен ауыстыруға жүгінеді. 2-суретте $\{S_i\}$ жиыны диагностикалық параметрлер жиыны болып табылады.

Жүйелік процестердің сапасы S_i параметрінің жиынынан әрбір іске асыруды өлшеу және S_0 өлшенетін мәнін нормативпен салыстыру нәтижелерімен бағаланады: S_t – төменгі немесе S_j – жоғарғы. Егер өлшенетін шама қабылданған стандарттардан асып кетсе, бұл процедура талдау бөлімінде жүзеге асырылады (2-сурет), содан кейін кері байланыс түрінде объектінің функционалдық жұмысын қалпына келтіру туралы шешім қабылдау жүйесінде шаралар қабылданады $Z(S_0)$. «Талдау» және «шешім қабылдау» процестерін автоматты рәсім түрінде, мысалы, ақпараттық-талдау жүйелерінде немесе

субъективті түрде арнайы уәкілетті тұлғалар жүзеге асыра алады.

Зерттеу әдістері. Тәжірибеде ақпаратты жинау кезінде бақылаудың немесе бақылаудың дәлдігі мен қателіктері өлшеу қателігіне тікелей тәуелді болатыны қабылданған. Бақылау қателері жалған және анықталмаған ақау ықтималдылығы ретінде және істен шығу сенімділігі теориясы, есептер бойынша бағаланады және сәйкесінше белгіленеді. Ржа және Раа [4, 5] ықтималдықтары сияқты. Жоғарыда айтылғандай, бақылау нәтижелері (Тәуекелдер) басқару және бақылау агенттерінің барлық статистикалық сипаттамаларының жүйелік құрамына байланысты. Композициялардағы тарату заңдарын біріктірудің барлық мүмкін нұсқаларының саны 739 құрайды. Мұндай комбинациялардың кейбірі зерттеліп, жарияланды. Бірақ осы тақырыптағы міндеттердің негізгі бөлігі зерттелмеген күйінде қалып отыр.

Зерттеу нәтижесі. Ұсынылған зерттеудің бірінші кезеңі факторлық агенттердің параметрлерін қалыпты бөлу кезінде тәуекелдердің ықтималдығын бағалау мен болжаудың ықтималдық моделін жасау міндетін қойды [6]. 2-сурет бұл жағдайды көрсетеді.

2-суреттен жалған ақау деп аталатын оқиғаны сипаттауға болады:

1) А оқиғасы – S параметрінің мәні $[S_i \div S_{i+1}]$ интервалында болған жағдайда;

2) В оқиғасы – S_{i0} құрылғысы бойынша өлшенген мән S_t параметрінің шекті мәнінен төмен болған жағдай.

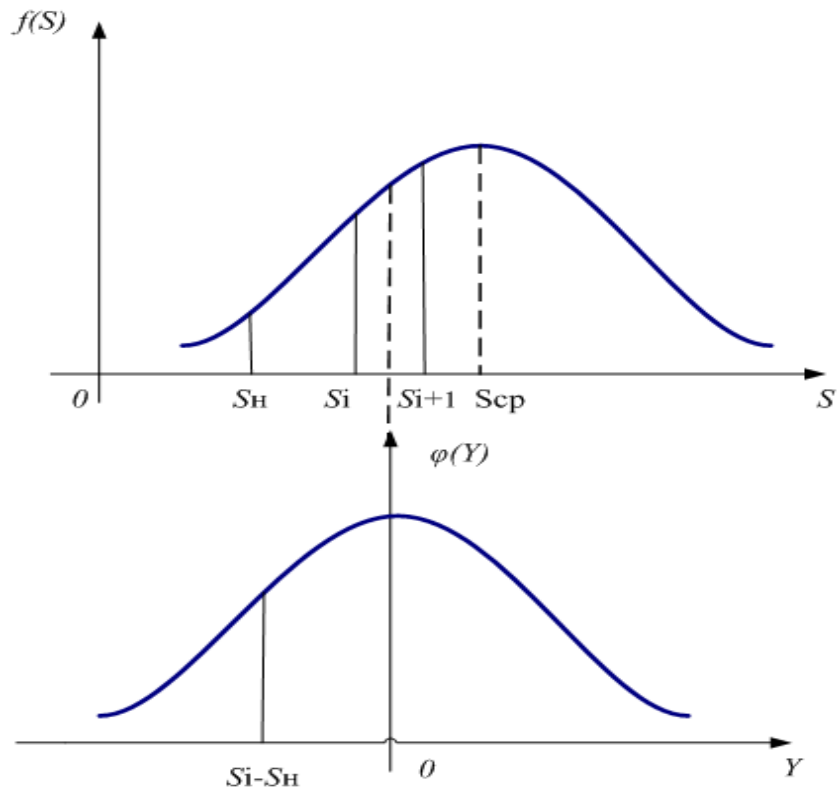
Математикалық тұрғыдан бұл ықтималдық оқиғалар келесідей өрнектеледі:

– А оқиғасының ықтималдығы:

$$P_i(A) = \int_{S_i}^{S_{i+1}} f(S) dS \quad (1)$$

– В оқиғасының ықтималдығы:

$$P_i(B) = \int_{-\infty}^{S_i - S_H} \varphi(Y) dY \quad (2)$$



2-сурет. Бақылау қателерін бағалаудың графикалық моделі

А және В оқиғалары тәуелсіз оқиғалар. Осы оқиғалардың бір мезгілде пайда болуы - ықтималдық теориясының қасиеттеріне сәйкес С оқиғасы осы ықтималдықтардың көбейтіндісі арқылы анықталады (3-суретті қараңыз) [7]:

$$P_{илб} = \int_{S_i}^{S_{i+1}} f(S) dS \cdot \int_{-\infty}^{S_i - S_H} \varphi(Y) dY \tag{3}$$

(2) және (3) формулаларды өрнекке қойып, S параметрінің i-ші интервалы үшін Pжа - ды бағалау үшін математикалық өрнек аламыз:

$$P_{илб} = \int_{S_i}^{S_{i+1}} \frac{1}{\sigma_S \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(S_i - S_{cp})^2}{2\sigma_S^2}} dS \cdot \int_{-\infty}^{S_i - S_H} \frac{1}{\sigma_\varphi \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{Y^2}{2\sigma_\varphi^2}} dY \tag{4}$$

(4) өрнек екі Шеппард интегралының көбейтіндісін білдіреді. Сонда Pжа өрнегі келесі түрге ие болады:

$$P_{лб} = \sum_{t=1}^n \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{t_i}^{t_{i+1}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{z_i} e^{-\frac{z^2}{2}} dz \tag{5}$$

Сол сияқты, анықталмаған ақау ықтималдығын бағалау үшін өрнек табылды Раа:

$$P_{нб} = \sum_{t=1}^n \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{t_i}^{t_{i+1}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{z_i}^{+\infty} e^{-\frac{z^2}{2}} dz \tag{6}$$

(5) және (6) өрнектер басқару агенттерінің белгісіздіктерінің функциясы ретінде жалған және анықталмаған ақаудың тәуекелдік қасиеттерін сандық талдау мүмкіндігін береді.

Алдыңғы жағдайдағыдай дәлелдей отырып, S параметрінде «жоғарыдан» шегі болған кезде P_{жа} және P_{аа} ықтимал қателерін бағалау үшін математикалық өрнектерді аламыз:

$$P_{лб} = \sum_{t=1}^n \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{t_i}^{t_{i+1}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{z_i}^{+3} e^{-\frac{z^2}{2}} dz \quad (7)$$

Сол сияқты, біз P_{аа} мәнін бағалауға арналған өрнек аламыз, ол келесі формада болады:

$$P_{нб} = \sum_{t=1}^n \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{t_i}^{t_{i+1}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-z_i}^{-3} e^{-\frac{z^2}{2}} dz \quad (8)$$

Бақылау қателіктерін бағалау және болжау үшін әмбебап үлгіні әзірлеу. Жоғарыда ұсынылған материалдарда детерминирленген шарттар мен шектеулер бар мәселелер қарастырылды. Модельдерде толеранттылық стандарттары, атап айтқанда, төменгі St және жоғарғы Sж орташа бақыланатын параметрге қатысты симметриялы болу фактісінен тұратын шарт қойылды [8-9]. Алайда, іс жүзінде бұл жағдай әрдайым дұрыс және қолданыла бермейді. Сондықтан, біріншіден, орташа бақыланатын параметрге қатысты стандарттарды ерікті позициялау гипотезасын қарастыру орынды деп саналады. Екіншіден, мұндай есептерде, әдетте, қалыпты таралу заңдары қарастырылады деп болжанады. Мәліметтерге сәйкес Вейбулл заңы тәжірибеде үлкен статистикалық мәнге ие болып саналады. Белгілі зерттеулер мен жарияланымдарда бұл мәселенің кейбір нұсқалары толеранттылық бақылауы бар орташа бақыланатын параметрге қатысты стандарттарды орналастыруда шектеулермен және f(S) және φ(y) қалыпты таралу заңдарымен қарастырылды. Тәжірибеде төзімділік стандарттары әдетте S орташа параметріне қатысты ерікті түрде орналасады. [10]-дан шығатындай, зерттелетін параметрлердің таралу заңдылықтары әрқашан қалыпты заңмен жуықталмайды, бірақ әлдеқайда жиі Вейбулл заңымен жақындайды.

3-суретте пішін параметрлерінің β және масштабының α әртүрлі мәндері үшін Вейбулл заңының таралу тығыздығының графикалық иллюстрациясы көрсетілген.

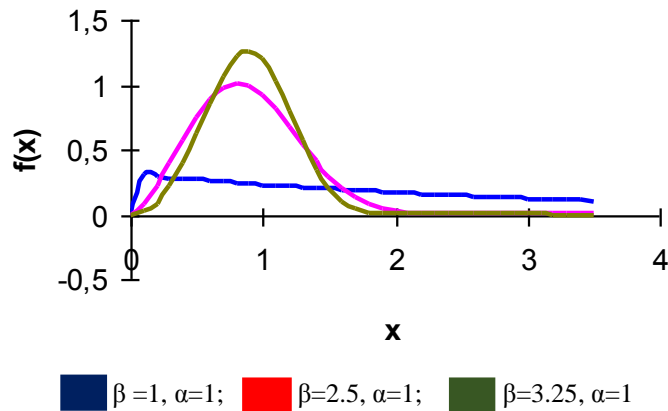
Ықтималды модельді жасау үшін S параметрінің мәндер диапазоны Scp – 3βs бастап Scp + 3βs дейін, дискретті бөлімдердің белгілі бір санына бөлінеді.

Соңғы формада P_{жа} және P_{аа} ықтималдығын есептеуге арналған өрнек келесі формаға ие:

$$P_{лб} = \sum_{i=1}^k \left(e^{-\frac{s_i^\beta}{\alpha}} - e^{-\frac{s_{i+1}^\beta}{\alpha}} \right) \times \left[\frac{1}{\sigma_y \sqrt{2\pi}} \int_{S_H}^{S_i - 3\sigma_y} e^{-\frac{y^2}{2}} dy + \frac{1}{\sigma_y \sqrt{2\pi}} \int_{S_B}^{S_i + 3\sigma_y} e^{-\frac{y^2}{2}} dy \right] \quad (9)$$

$$P_{нб} = \sum_{i=1}^k \left(e^{-\frac{s_i^\beta}{\alpha}} - e^{-\frac{s_{i+1}^\beta}{\alpha}} \right) \cdot \frac{1}{\sigma_y \sqrt{2\pi}} \int_{S_H}^{S_i - 3\sigma_y} e^{-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}} dy + \sum_{i=1}^k \left(e^{-\frac{s_i^\beta}{\alpha}} - e^{-\frac{s_{i+1}^\beta}{\alpha}} \right) \cdot \frac{1}{\sigma_y \sqrt{2\pi}} \int_{S_B}^{S_i + 3\sigma_y} e^{-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}} dy \quad (10)$$

P_{жа} және P_{аа} ықтимал қателерін есептеу (9) және (10) модельдер агенттерінің статистикалық сипаттамаларының нәтижеге әсерін зерттеу үшін компьютерлік экспериментті жүзеге асыру үшін бағдарламалық қамтамасыз ету әзірленді [11-12].



3-сурет. α және β параметрлерінің мәніне байланысты Вейбулдың таралу тығыздығы функциясы

Ескерту – Дереккөз [5] негізінде құрастырылған.

Жоғарыда келтірілген тәуекелді бағалау үлгілерінде бақыланатын параметрге төзімділік мәндері детерминирленген мәндер ретінде қарастырылды. Экология, медицина, экономика және т.б. сияқты көптеген салалардағы зерттеулер стандарттардың детерминизмі туралы гипотеза практикамен расталмайтынын көрсетті. Осылайша, шешімдер қабылдау тәуекелдерін бағалауға стандарттардағы статистикалық өзгерістердің тәуелділігін зерттеу міндеті өзекті бола бастайды.

Стандарттың таралу заңы келесі формада болады деп есептейміз:

$$\theta(S_n) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_n} e^{-\frac{(S_n - S_{ном})^2}{2\sigma_n^2}}, \quad (11)$$

мұндағы σ_n – нормативтік шаманың таралу заңының стандартты ауытқуы;

$S_{ном}$ – стандарттың орташа мәні.

Модельде жаңа кездейсоқ шаманың – стандарттың пайда болуы модельдеу уақытының күрт ұлғаюына әкелетінін ескеру керек, өйткені бағдарлама циклдерінің саны бірнеше есе артады [13-14]. Аралық түрлендірулерді бермей, $N_{жа}$ және $N_{аа}$ жалған ақаудың соңғы формасы келесі формаға ие болады:

$$N_{лб} = \sum_{i=0}^m N \int_{L_i}^{H_i} \theta(S_n) dS_n \left[\sum_{j=0}^k \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{\theta_i}^{\lambda_i} e^{-\frac{t^2}{2}} dt \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{\frac{z_j}{k}}^3 e^{-\frac{z^2}{2}} dz \right] \quad (12)$$

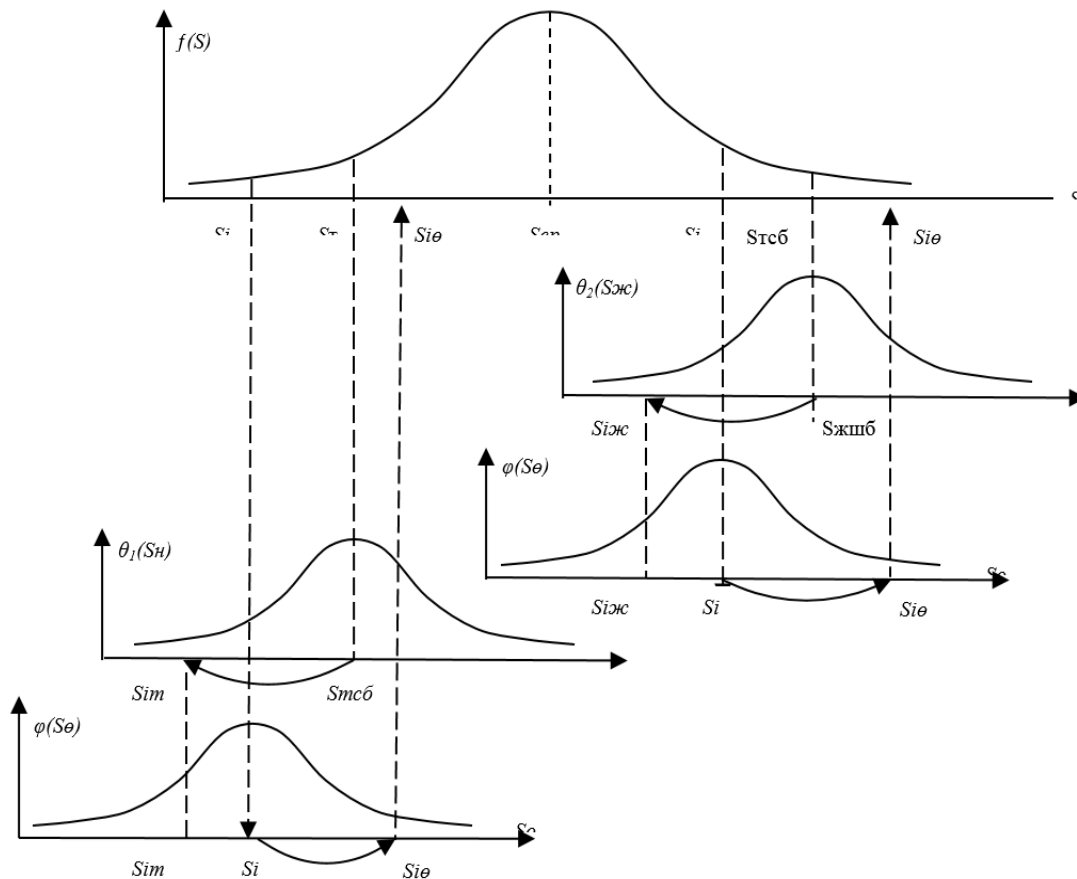
$$N_{нб} = \sum_{i=0}^m N \int_{L_i}^{H_i} \theta(S) dS \left[\sum_{j=0}^k \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{\theta_i}^{\lambda_i} e^{-\frac{t^2}{2}} dt \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{\frac{z_j}{k}}^3 e^{-\frac{z^2}{2}} dt \right] \quad (13)$$

Келесі жағдайда, ақаудың анықталмауы мүмкін болған жағдайда, N үлгісінен алынып тасталған нысандардың саны:

$$N_{нб} = \sum_{i=0}^m \left(N \int_{L_i}^{H_i} \theta(S) dS \right) \quad (14)$$

Толеранттылық стандарты үшін $\theta_1(S)$ графикалық моделін көрсететін 5-суретті қарастырамыз – төменгі стандарттың параметрлік үлестірімінің тығыздық функциясы. Графикалық тәуелділік параметрлері бойынша:

- Стсб – төменгі стандарттың белгісіздік немесе дисперсия аймағының орталығы;
- Сжшб – жоғарғы шекті белгісіздік аймағының центрі.



4-сурет. Кездейсоқ төзімділік стандарттары үшін бақылау қателерін қалыптастырудың графикалық моделі

Біз мынадай қорытынды жасай аламыз.

S_{it} және $S_{iж}$ стандарттарының ағымдағы параметрлерінің мәндерінің хаотикалық өзгерістері арқылы «әрекет ету» процесінен тұратын модельдеудің әрбір циклі кезінде. Әрі қарай, бақылаудың одан әрі Имитациялық процесі ұқсас түрде жүзеге асырылады, мұнда 5-суретте көрсетілген бұрын сипатталған мысалға сәйкес басқа параметрлер өзгереді.

Модельдеу моделін келесі қадамдық құрылымы бар алгоритм түрінде ұсынуға болады (5-сурет) [15].

1-қадам. Бастапқы деректерді енгізу. Бұл қадамда үлестіру параметрлері енгізіледі: бақыланатын параметр S_{cp} және өлшеудің орташа квадраттық қателігі σ ; нормативтің төменгі мәні S_t және нормативтің жоғарғы мәні $S_{ж}$; имитациялар (циклдар) саны N .

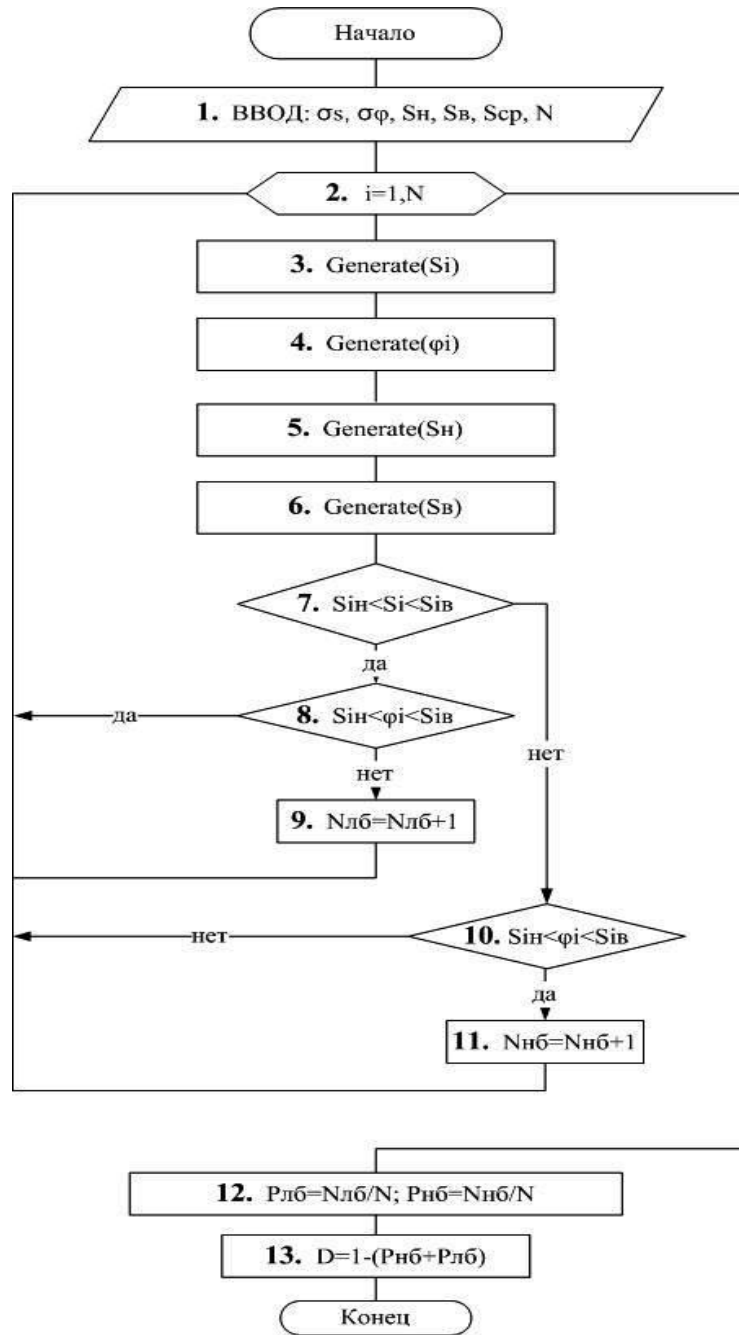
2-қадам. Екінші блокта i айнымалы цикл ашылады.

3-қадам. Үшінші блокта S_i i -ші мәні генерацияланады. Қалыпты кездейсоқ сандар генераторы үлкен сандар заңын қолданып ішкі бағдарлама ретінде құрастырылған.

4-қадам. Төртінші блокта қалыпты заң бойынша қатенің i -ші мәні жасалады.

5-қадам. Қалыпты заң бойынша бақыланатын параметрдің төменгі S_{it} нормативінің кездейсоқ мәндерін циклдік (1-ден N -ге дейін) генерациялау («ойнату»).

6-қадам. Қалыпты заң бойынша бақыланатын параметрдің жоғарғы $S_{iж}$ нормативінің кездейсоқ мәндерін жасау.



5-сурет. Стандартты мәндердің белгісіздігімен бақылау сапасын бағалау алгоритмінің құрылымдық схемасы

7-қадам. Бұл блокта S_i мәні талданады. Логикалық шарт бойынша талдау $S_{it} < S_i < S_{ij}$ тармақталған.

Егер $S_{it} < S_i < S_{ij}$ шарты бойынша S_2 мәні рұқсат етілген шегінде болса (шарт ақиқат – «ИӘ»), онда енді өлшеу нәтижесін талдау шарты $S_{it} < S_{i\phi} < S_{ij}$ (блок 8) бойынша келеді.

8-қадам. Егер 8-блокта шарт жалған болса – «ЖОҚ», онда қате орын алды – жалған ақау, 9-блокта бұл жағдайлардың санаушы іске қосылады және 2 блокқа қайтарылады.

Егер 7-блокта шарт жалған болса – «ЖОҚ», онда 10-блокта $S_{it} < S_{iө} < S_{iж}$ шартының талдауы орын алады және егер нәтиже дұрыс болса, басқару жаңа циклдің басына ауыстырылады (блок 2), әйтпесе («ЖОҚ») анықталмаған ақау қатесі пайда болады және 11-блокта NAA есептегіші іске қосылады және 2-блокта жаңа цикл басталады.

12-қадам. Ықтимал бақылау қателіктерінің формулалары бойынша жалған және анықталмаған ақау ықтималдығын есептеу:

$$PЖА = NЖА/N \text{ және } PAA = NAA/N,$$

мұндағы NЖА – қарсы мазмұнды жалған қабылдамау; NAA – анықталмаған ақауларды есептегіштің мазмұны; N – модельдеу қайталауларының жалпы саны.

13-қадам. $D = 1 - (PЖА + PAA)$ формуласы бойынша бақылау сапасының сенімділігі D интегралдық көрсеткішін есептеу.

Қорытынды. Жұмыс барысында VLC технологиялары негізінде роботтық процесті жүйелік қолдауға арналған анық емес сапаны бақылау моделі әзірленді.

Әзірленген: стандартты мәндердің статистикалық сипаты жағдайында бақылау қателері мен тәуекелдерін бағалау және болжау үшін әмбебап үлгі; стандартты мәндердің белгісіздігі жағдайында бақылау сапасын бағалаудың модельдеу алгоритмі; VLC жүйесінің жұмыс режимдерін автоматты түрде түзету сапасын болжауға арналған имитациялық модель; роботты көліктерде VLC жүйелерін өндіру және пайдалану жүйесіндегі бизнес-процестерді оңтайландыру әдістері.

Мақала Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің 2022-2024 жылдарға арналған «Жас Ғалым» жобасы бойынша докторантурадан кейінгі жас ғалымдардың іргелі және қолданбалы ғылыми зерттеулерін гранттық қаржыландыру жобасы аясында жүзеге асырылды. ЖРН: AP14972524 - «Ұшқышсыз көліктерді басқарудағы VLC технологияларын әзірлеу».

Әдебиеттер тізімі

1. Prokhorov A., Konik L. «Digital transformation: analysis, trends, world experience». – M.: AlyansPrint. 2019.
2. Digital transformation and digital business maturity//datalab-nsu.ru/digital-transformat...
3. Maria Ashraf, Muhammad Shiraz, Almas Abbasi, Saleh Albahli. (2022) "Distributed application execution in fog computing: A taxonomy, challenges and future directions.", Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences. – Pp. 3887-3909, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2022.05.002>
4. Dalia Abdulkareem Shafiq N, Z Jhanjhi, Azween Abdullah. "Load balancing techniques in cloud computing environment: A review". Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences, Vol. 34, Issue 7, pp. 3910-3933, <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2021.02.007>
5. Alibekkyzy K, Wojcik W, Vyacheslav K, Belginova S. "Robust data transfer paradigm based on VLC technologies." Journal of Theoretical and Applied Information Technology. Little Lion Scientific. 15th February. Vol.99. no 3., 2021.
6. Алексеев Д.М., Пливав С.А., Шумилин А.С. Организация информационной безопасности в сетях предприятий на основе технологии VLC // Международный студенческий научный вестник. – 2017. – № 4-4.; URL: <http://eduherald.ru/ru/article/view?id=17412> (дата обращения: 18.10.2020).
7. Györök Gy., Lakner J., and Makó M. Robust Electronic Application by PSoC // 10th IEEE Jubilee International Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics-SAMI, 2012. – Slovakia, Herlany. – Pp. 405-409.
8. Doyle J.C. Analysis of feedback systems with structured uncertainties // IIEEE Proc. 1982. – Pt. D. V. 129. – Pp. 242-250.
9. Doyle J.C, Stein G. Multivariable Feedback Design: Concepts for a Classical I Modern Synthesis II IEEE Trans. Auto. Control. 1981. – Vol. AC-26. N1.
10. Y. Tanaka, T. Komine, S. Haruyama and M. Nakagawa, "Indoor Visible Light Data Transmission System Utilizing White LED Lights," IEICE Trans. Commun. E86-B, 2440-2454 (2003).

11. Цыкунов А.М. Алгоритмы робастного управления с компенсацией ограниченных возмущений // Автоматика и телемеханика. – 2007. – № 7. – С.103-115.
12. Корнев В.А., Сагидуллина Г., Кайсарулы Т. Модели прогнозирования достоверности инструментальной клинической диагностики. – Усть-Каменогорск, ТОО «VKPK ARGO», 2020. ISBN 978-601-7936-90-7. – С. 73-80.
13. Раджабов Р.К. Моделирование микроэкономики: – Душанбе: «Ирфон», 2017. ISBN 978-99975-0-740-2. – С. 16-31.
14. МТК 125 «Статистические методы в управлении качеством продукции»; Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – Москва: Стандартинформ, 2017. – VII. – 104 с.
15. Алибеккызы К., Кошеков К.Т., Керибаева Т.Б., Ақаев А.М., Байдилдина А.Т. VLC-технологиялары негізіндегі деректерді таратуының беріктілігінің парадигмасы- Вестник «Труды университета» НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», №2 (91)- 2023- С.397-405, DOI 10.52209/1609-1825_2023_2_397.

References

1. Prokhorov A., Konik L. "Digital transformation: analysis, trends, world experience". – M.: AlyansPrint. 2019.
 2. Digital transformation and digital business maturity//datalab-nsu.ru>digital-transformat...
 3. Maria Ashraf, Muhammad Shiraz, Almas Abbasi, Saleh Albahli. (2022) "Distributed application execution in fog computing: A taxonomy, challenges and future directions.", Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences. – Pp. 3887-3909, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2022.05.002>
 4. Dalia Abdulkareem Shafiq N, Z Jhanjhi, Azween Abdullah. "Load balancing techniques in cloud computing environment: A review". Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences, Vol. 34, Issue 7, pp. 3910-3933, <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2021.02.007>
 5. Alibekkyzy K, Wojcik W, Vyacheslav K, Belginova S. "Robust data transfer paradigm based on VLC technologies." Journal of Theoretical and Applied Information Technology. Little Lion Scientific. 15th February. Vol.99. no 3., 2021.
 6. Alekseev D.M., Plivak S.A., SHumilin A.S. Organizaciya informacionnoj bezopasnosti v setyah predpriyatij na osnove tekhnologii VLC // Mezhdunarodnyj studencheskij nauchnyj vestnik. – 2017. – № 4-4.; URL: <http://eduherald.ru/ru/article/view?id=17412> (data obrashcheniya: 18.10.2020).
 7. Györök Gy., Lakner J., and Makó M. Robust Electronic Application by PSoC // 10th IEEE Jubilee International Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics-SAMI, 2012. – Slovakia, Herlany. – Pp. 405-409.
 8. Doyle J.C. Analysis of feedback systems with structured uncertainties // IEEE Proc. 1982. – Pt. D. V. 129. – Pp. 242-250.
 9. Y. Tanaka, T. Komine, S. Haruyama and M. Nakagawa, "Indoor Visible Light Data Transmission System Utilizing White LED Lights," IEICE Trans. Commun. E86-B, 2440-2454 (2003).
 10. Doyle J.C, Stein G. Multivariable Feedback Design: Concepts for a Classical I Modern Synthesis II IEEE Trans. Auto. Control. 1981. Vol. AC-26. N1.
 11. Cykunov A.M. Algoritmy robastnogo upravleniya s kompensaciej ogranichennyh vozmushchenij // Avtomatika i telemekhanika– 2007. – №7. – S.103-115.
 12. Kornev V.A., Sagidullina G., Kajsaruly T. Modeli prognozirovaniya dostovernosti instrumental'noj klinicheskoy diagnostiki. – Ust'-Kamenogorsk, TОО «VKPK ARGO», 2020. ISBN 978-601-7936-90-7. – S. 73-80.
 13. Radzhabov R.K. Modelirovanie mikroekonomiki: – Dushanbe: «Irfon», 2017. ISBN 978-99975-0-740-2. s, 16-31.
 14. МТК 125 "Statisticheskie metody v upravlenii kachestvom produkcii"; Mezghosudarstvennyj sovet po standartizacii, metrologii i sertifikacii. – Moskva. : Standartinform, 2017. - VII, 104 с.
 15. Alibekkyzy K., Koshekov K.T., Keribaeva T.B., Aқаev A.M., Bajdildina A.T.VLC-tekhnologiyalary negizindegi derekterdi taratuynyn beriktiliginin paradiqmasy- Vestnik «Trudy universiteta» NAO «Karagandinskij tekhnicheskij universitet imeni Abylkasa Saginova», №2 (91)- 2023- S.397-405, DOI 10.52209/1609-1825_2023_2_397
-
-