



АВТОМАТТАНДЫРУ ЖӘНЕ БАСҚАРУ
АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ
AUTOMATION AND CONTROL

DOI 10.51885/1561-4212_2021_4_33
MPHTI 50.01.85

К. Алибекқызы¹, М.Е. Баталова², Ж.Е. Ерсайнова³

Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті, Өскемен қ., Қазақстан

E-mail: Karlygash.eleusizova@mail.ru*

E-mail: Esimkhan_kizi.m@mail.ru

E-mail: Zhasaya,ersayynova@mail.ru*

**СТОХАСТИКАЛЫҚ БАҒДАРЛАМАЛЫҚ КӨП АГЕНТТІ ЖҮЙЕЛЕРДЕГІ БАСҚАРУ
САПАСЫН БАСҚАРУДЫҢ ПАРАДИГМАСЫ**

**МНОГОХОДОВАЯ ПАРАДИГМА УПРАВЛЕНИЯ КОНТРОЛЕМ КАЧЕСТВА
В СТОХАСТИЧЕСКИ ПРОГРАММИРУЕМЫХ МУЛЬТИАГЕНТНЫХ СИСТЕМАХ**

**MULTI-PASS QUALITY CONTROL MANAGEMENT PARADIGM IN STOCHASTICALLY
PROGRAMMABLE MULTI-AGENT SYSTEMS**

Аңдатпа. Мақалада бақылау агенттерінің белгісіздігі жағдайында ұйымдық-техникалық жүйелерде шешім қабылдау сапасын сандық бағалау және болжау әдістемесін әзірлеу мақсаты қойылған. Бақылау нәтижелерінің сенімділігін және модель агенттерінің белгісіздігі жағдайында шешім қабылдау тәуекелдерін болжау үшін стохастикалық модель әзірленді. Жұмыс сенімді көпөлшемділік мысалын пайдалана отырып, бақылау және өлшеу процесінің жүйелі құрылымдық белгісіздіктерін жинақтау әдісін ұсынады. Ұсынылған математикалық қосымшада «өндіруші тәуекелі» және «тұтынушы тәуекелі» критерийлері бойынша бақылаудың беріктігін бағалаудың жалпы мәселесін шешудің көп агенттік тәсілі жүзеге асырылады. Модельдеу мақсатында математиканың ықтималдық теориясы және математикалық статистика, регрессия және корреляциялық талдау, сараптамалық бағалау әдістері, модельдеу және құрылымдық-функционалдық модельдеу, агентке негізделген тәсіл сияқты математиканың бөлімдері мен әдістері қолданылады. Модельдеу жұмыс істеп тұрған өндірістік және әлеуметтік-экономикалық объектілердің статистикалық мәліметтері бойынша қарастырылады. Математикалық модельдеудің сапасы нәтижелерді бір уақытта графикалық визуализациялаумен компьютерлік эксперименттермен қамтамасыз етіледі, бұл зерттеудің тиімділігін арттырады. Жүйе агенттерінің белгісіздігі жағдайында бақылаудың сенімділігін және шешім қабылдау тәуекелдерін бағалау және болжау үшін ықтималдық моделі әзірленді. Ұсынылған модельдің жаңалығы нормативтік мәндердің статистикалық сипатын ескеруінде. Жұмыста техникалық диагностика мысалында бақылау-өлшеу процесінің құрылымдық белгісіздіктерін қалыптастыру әдістемесі ұсынылған. Ұсынылған математикалық қолданбалы шешім қабылдау жүйесіндегі тәуекелдердің шамасы бойынша бақылау процесінің сапасын бағалай отырып, жалпы мәселені шешуге екі жақты көзқарасты жүзеге асырады. Бірінші жағдайда бақылау агенттерінің берілген статистикалық сипаттамалары үшін тәуекелді сандық бағалау мәселесі шешіледі, ал екінші жағдайда бақылау жүйесіндегі берілген белгісіздіктер мен тәуекел деңгейлері үшін талап етілетін өлшем дәлдігі анықталады. Жұмыста қан қысымын бақылаудың сенімділігін бағалау мысалында компьютерлік модельдеу нәтижелері ұсынылады.

Түйін сөздер: процесс, үлгі, ықтималдық, шешім қабылдау, статистикалық, үлгілеу, таралу

заңы, қысым.

Аннотация. В статье поставлена цель разработки методика количественного оценивания и прогнозирования качества принятия решений в организационно-технических системах в условиях неопределенности агентов контроля. Разработана стохастическая модель прогнозирования достоверности результатов контроля и рисков принятия решений в условиях неопределенности модельных агентов. В работе предлагается методика агрегирования системных структурных неопределенностей контрольно-измерительного процесса на примере робастной многоаспектности. Предлагаемое математическое приложение реализует мультиагентный подход к решению общей задачи оценивания робастности контроля по критериям «риска производителя» и «риска потребителя». Для целей моделирования используются такие разделы математики и методы, как теория вероятностей и математическая статистика, регрессионный и корреляционный анализ, методы экспертных оценок, имитационное и структурно-функциональное моделирование, агентный подход. Моделирование рассматривается на статистических данных действующих промышленных и социально-экономических объектов. Качество математического моделирования поддерживается компьютерными экспериментами с одновременной графической визуализацией результатов, что повышает результативность исследования. Разработана вероятностная модель для оценки и прогнозирования достоверности контроля и рисков принятия решений в условиях неопределенности системных агентов. Новизна предлагаемой модели состоит в учете статистической природы нормативных значений. В работе предлагается методика формирования структурных неопределенностей контрольно-измерительного процесса на примере технической диагностики. Предлагаемое математическое приложение реализует двойственный подход к решению общей задачи, оценки качества процесса контроля по величине рисков в системе принятия решений. В первом случае решается задача количественной оценки рисков при заданных статистических характеристиках агентов контроля, и во втором случае определяется необходимая точность измерений при заданных неопределенностях и уровнях рисков в системе контроля. В работе предлагаются результаты компьютерного моделирования на примере оценки достоверности контроля артериального давления.

Ключевые слова: процесс, модель, вероятность, принятия решений, статистический, имитационный, закон распределения, давление.

Abstract. The article aims to develop a methodology for quantitative assessment and forecasting of the quality of decision-making in organizational and technical systems under the conditions of uncertainty of control agents. A stochastic model for predicting the reliability of control results and decision-making risks under the uncertainty of model agents was developed. The paper proposes a method for aggregating system structural uncertainties of the control and measurement process on the example of robust multi-aspect. The proposed mathematical application implements a multi-agent approach to solving the general problem of evaluating the robustness of control according to the criteria of «producer risk» and «consumer risk». For the purposes of modeling, such branches of mathematics and methods as probability theory and mathematical statistics, regression and correlation analysis, expert evaluation methods, simulation and structural-functional modeling, and agent-based approach are used.

Modeling is considered on the basis of statistical data of existing industrial and socio-economic objects. The quality of mathematical modeling is supported by computer experiments with simultaneous graphical visualization of the results, which increases the productivity of the study. A probabilistic model has been developed to assess and predict the reliability of control and decision-making risks under the uncertainty of system agents. The novelty of the proposed model consists in taking into account the statistical nature of normative values. The paper proposes a method for forming structural uncertainties of the control and measurement process on the example of technical diagnostics. The proposed mathematical application implements a dual method for solving the general problem of assessing the quality of the control process by the magnitude of risks in the decision-making system. In the first case, the problem of quantitative risk assessment is solved for given statistical characteristics of control agents, and in the second case, the necessary measurement accuracy is determined for given uncertainties and risk levels in the control system. The paper presents the results of computer modeling on the example of assessing the reliability of blood pressure control.

Keywords: Process, model, probability, decision making, statistics, modeling, distribution law, pressure.

Кіріспе. Күрделі жүйенің өнімділігі формальды түрде кейбір функционалды маңыз-

ды көрсеткіштердің біріктірілген жиынтығымен бағаланады [1]. Пайдалану ережелеріне сәйкес бұл көрсеткіштер олардың мәндерін сандық бағалау (өлшеу) және өлшеу нәтижелерін белгіленген стандарттармен салыстыру арқылы мерзімді бақылауға жатады. Стандарттар төменнен немесе жоғарыдан шектеуі бар бір шекті және екі шекті – төзімділік. Нысанның функционалдық беріктігін басқару жүйесі міндетті түрде басқару процесін қамтиды. Жұмыстарда [1, 2] бақылауды ішкі процестерден тұратын контекстік процесс ретінде ұсыну ұсынылады: өлшеу, өлшенетін шаманы стандартты мәндермен салыстыру, талдау, шешім қабылдау және объектіге әсер ету, оның қалпына келуін қалпына келтіруін функционалдық тұрғыда қарастыру. Ішкі процестер автономия және функционалдылық дәрежесі бойынша жүйелік агенттер болып табылады [3, 4, 5]. Кері байланыс бүкіл басқару процесінің түпкілікті тиімділігін анықтайды, өйткені кері байланыссыз басқару барлық мағынасын жоғалтады және жағдайды ойлауға айналады.

Нақты жағдайларда басқарылатын параметрлер мен технологиялық басқару процестері детерминирленген емес сипатқа ие және кейбір бөлу заңдарымен математикалық тұрғыда қарастырылған. Алайда, қазіргі тәжірибеде өлшеудің метрологиялық сапасын бағалау тек абсолютті және салыстырмалы қателер бойынша бақылау-өлшеу аспаптарының метрологиялық паспорт деректері негізінде жүзеге асырылады. Бұл тәжірибенің белгілі кемшіліктері бар, соған байланысты өлшеу технологияларында «белгісіздік» көрсеткішін қолдана бастады [6, 7, 8].

«Белгісіздік» көрсеткіші 30 жылдан астам уақыт бұрын пайда болды. [9] сәйкес бұл тәсіл «өлшеу нәтижесіне байланысты және жоғары ықтималдықпен өлшенетін шамаға жатқызылуы мүмкін мәндердің таралуын сипаттайтын параметр» фактісімен негізделеді. Белгісіздіктер үш класқа бөлінеді: шешім қабылданатын мәселе туралы біздің біліміміздің толық болмауына байланысты белгісіздік; біздің іс-әрекетімізге қоршаған ортаның реакциясын дәл есепке алудың мүмкін еместігімен байланысты белгісіздік және сайып келгенде, шешім қабылдаушының өз мақсаттарының дұрыс қойылмауы [10].

Келтірілген еңбектерде белгісіздік статистикалық стандартты ауытқу деп түсініліп, модельдеу арқылы нәтиженің жүйелік белгісіздігін қалыптастырудың құрылымдық моделі жасалды. Бұл тәсіл қазіргі уақытта ұсынылып отыр және тамақ сапасын объективті бақылау жүйесінде кеңінен қолданылады және Hazard Analysis and Critical Control Point (ХАССР – қауіп-қатерді талдау, тәуекелді бағалау және өндіріс кезінде маңызды бақылау нүктелерін анықтау (басқару)) стандартында бекітілген [11]. Бұл стандарт келесі принциптерге негізделген: 1-қағида – тәуекелді талдауды жүргізу; 2-принцип – сыни бақылау нүктелерін (КҚБ) анықтау; 3 принцип – критикалық шектерді белгілеу; 4 принцип – бақылау тәртібін белгілеу; 5-қағида – түзету әрекетін орнату.

Өзекті мәселе. Басқару процесінің агенттерінің құрылымдық жүйесінің статистикалық сипаты шешім қабылдау тәуекелдерін тудырады, олар әдетте өндіруші тәуекелі және тұтынушы тәуекелі болып бөлінеді [7]. Бұл тәуекелдерді сандық бағалау және болжау математикалық аппарат пен компьютерлік технологиясыз мүмкін емес. Бұл мәселелерді шешудің жолдарын ұсынатын бірқатар жұмыстар бар [1, 2]. Бақылау және шешім қабылдау жүйесіндегі тәуекелдерді сандық бағалау және болжау мәселесі ғылым мен техниканың көптеген салаларында өте өзекті болып отыр. Экономика мен әлеуметтік саланы толық цифрландырудың қалыптасқан жағдайында жергілікті басқарудың кейбір міндеттерін тиімді шешумен қатар күтпеген және қалаусыз қиындықтар мен мәселелер туындайды. Мәселен, медицинада жаңа компьютерлік технологияларға негізделген

диагностикалық жүйелерді енгізу, медициналық көмек көрсету сапасы халықтың үмітін ақтамайды. АҚШ БАҚ-пен арнайы әдебиеттерді талдау нәтижесінде алғашқы медициналық диагноздардың шамамен 45 % дұрыс емес болып шығады. Мұны Қазақстан Республикасына жеткілікті сенімділікпен жатқызуға болады. Белгілі болғандай, медицинадағы қателердің көпшілігі аналитикалық зертханалық зерттеулер мен клиникалық маманның шешім қабылдау кезеңінде жасалады. Мысал ретінде, Халықаралық клиникалық химия федерациясының қан қысымын бақылау процесі бойынша зерттеулерінің нәтижелері Интернетте келтірілген, бұл ең заманауи цифрлық қан қысымын бақылау құрылғыларының сенімділігі ең жақсы жағдайда 60-70 % екенін көрсетті. Бұл жағдайда сенімділікпен білдіреді, мұндай қорытынды жасау үшін бұл деректер қандай анықтамалық нәтижемен салыстырылды деген сұрақ туындайды [1, 2, 3].

Медицинада көп жағдайда қолданыстағы метрологиялық стандарттар, көрсеткіштер мен бағалаулар қабылданбайды. Бұл бірқатар себептерге байланысты және олардың бірі, егер метрология өлшенетін параметрдің нақты мәніне жақындығы тұрғысынан өлшеу нәтижелерінің дұрыстығына мүдделі болса, онда дәрігер өлшеу нәтижесіне қызығушылық танытпайды. Өзі, бірақ нәтижені сау адамдардың топтық немесе жеке «нормасымен» салыстыру кезінде көптеген факторлардың синергиясы медициналық клиникалық тәжірибеде шешім қабылдау тәуекелдерін тудырады, олар пациенттің тәуекелі және медициналық мекеменің тәуекелі ретінде түсіндіріледі. Сондықтан зертханалық клиникалық зерттеулерде жүйелік принциптер мен тәсілдерге негізделген формальды әдістерді қолдану шешім қабылдау процестерінің сенімділігін айтарлықтай арттырады. Науқастың және клиникалық шешім қабылдайтын тұлғаның тәуекелдерін сандық бағалауды ресімдеу өте маңызды мәселені шешеді. Ол бірқатар заңдардың қабылдануына байланысты медициналық қызмет көрсету сапасы үшін медициналық қызметкерлердің заңдық жауапкершілігі болып табылады. Тәуекелдерді объективті және мәнді түрде екі құрамдас бөлікке бөлудің шұғыл қажеттілігі туындады: аспаптық объективті тәуекелдер; субъективті кәсіби – құзыреттілік тәуекелдері. Тәуекелді қалыптастырудың бүкіл жүйелі процесін сипаттаудың формальды құралдарын тарта отырып, әрбір бақылау-өлшеу актісі мысалында шешім қабылдаудың нәтижесінде туындайтын қатенің қалыптасуының бүкіл траекториясын жасауға және сол арқылы заңдылықты азайтуға болады. Медицина қызметкерлерінің жауапкершілігі ашық болады. Қымбат және болжалды дәл жабдықты енгізу басқа экономикалық проблеманы тудырады – жабдықтың құны мен метрологиялық тиімділігінің оңтайлы үйлесімі. Бұдан шығатыны, процесті бақылау факторларының статистикалық белгісіздігі жағдайында тәуекелдерді процестің беріктігін бағалау ретінде, ал контекст деңгейінде – сапа ретінде қарастыруға болады [12, 13, 14, 15].

Содан кейін, жұмыстың мақсаты – көп параметрлі жүйенің функционалдық көрсеткіштерін бақылау сапасын арттыру болып табылады. Қойылған мақсатқа жету үшін келесі міндеттерді шешу қажет:

- шешім қабылдау тәуекелдерінің критерийлері бойынша детерминирленген емес төзімділік стандарттарымен бақылау сапасын сандық бағалаудың ықтималдық үлгісін әзірлеу;

- сапаны бақылауды бағалау және басқару үшін бағдарламалық қосымшаларды әзірлеу.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы бақылау-өлшеу алгоритмі агенттерінің белгісіздігі жағдайында аспаптық тәуекелдерді сандық бағалаудың үлгілерін әзірлеуден тұрады.

Тәжірибелік маңыздылығы басқару процесінің агенттерінің тәуекелдерін басқару үшін алгоритмдер мен бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеуде жатыр.

Материалдар және зерттеу әдістері. Зерттеу жұмысында әдістемелік негіз ретінде жүйелік әдіс қолданылды. Теориялық зерттеулер көлемінде ғылыми болжамдар айтылып, зерттеудің мақсаты, критерийлері мен міндеттері анықталды. Ресімдеу құралдары ретінде бұл мақала ықтималдықтар теориясын, математикалық статистиканы және агент негізіндегі модельдеуді қамтитын көп тәсілдер әдісін ұсынады.

Нәтижелері және оларды талқылау. Кейбір күрделі бақылау-өлшеу процесінің бақылау процесінің сапасын басқару қарастырылады. Функционалды қосалқы процестер ретінде өлшеу, өлшенетін шаманы стандарттармен салыстыру, талдау, шешім қабылдау қарастырылады. Бұл мәселеде басқару процесі көп агентті жүйе ретінде қарастырылады, мұнда агенттерді ажырату керек: агент – сыртқы орта; агент бақылау объектісі болып табылады; агент – өлшеу процесі; агент – стандартты; агент – талдау, агент – шешім қабылдау.

Осы контекстте «агенттер» мынадай қасиеттер мен ұғымдарды біріктіреді: бағдарламалық және аппараттық қамтамасыз ету технологиялық мақсатты нысан; жүйені біріктіру арқылы кейбір ортақ мәселені бірлесіп шешу; агент аралық ақпарат алмасу; модульдік; ауқымдылық және бейімделушілік; агенттердің функционалдығын формализациялау процесінде көпжақты көзқарас; жүйелік ашықтық.

Атап өткендей, өлшеу процесі технологиялық және формальды деңгейде белгісіздікпен жұмыс істейтіндіктен, бақылау қателері орын алады. Басқару қателері әдетте жалған және анықталмаған қателер (қабылданбаулар) деп аталатын қателерге бөлінеді. Бұл қателер сәйкес ықтималдықтармен сандық түрде бағаланады, бұл жағдайда $P_{\text{ж}}$ – жалған сәтсіздіктің ықтималдығы және $P_{\text{нб}}$ – анықталмаған сәтсіздіктің ықтималдығы. «Сәтсіздік» термині сенімділік теориясынан алынған. Бұл ықтималдықтарға жұмысты өндіруші мен жұмысты тұтынушы тәуекелдерінің прагматикалық мағынасы да беріледі.

Осылайша, көп агенттік жүйе параметрлерінің статистикалық сипаттамалары функциясында тәуекелдерді бағалау және болжау үшін формальды үлгілерді әзірлеу мәселесі туындайды. Осыған ұқсас жағдайда бұл мәселе детерминирленген стандарттар жағдайлары үшін жоғарыда келтірілген жұмыстарда зерттелді. Бұл мақала нақты көп салалық тәжірибеге сәйкес келетін детерминирленген емес стандарттар жағдайын қарастырады. Жакында стандарттарды кездейсоқ шамалар ретінде қарастыру ұсынылатын жұмыстар пайда болды, мысалы, экологияда.

Медициналық тәжірибедегі стандарттар мәселесі, басқа салалардағыдай, өткір, өйткені біз адам денсаулығы мен өмірі туралы айтып отырмыз. Сондықтан математикалық аппараттың көмегімен аспаптық және әдістемелік қателердің шамасын зерттеу және сандық болжау өте өзекті болып көрінеді.

Детерминирленген емес стандарттармен ықтимал бақылау қателерін бағалау және болжау үшін математикалық модельдерді әзірлеу үшін белгілі бір шартты диагностикалық S_i параметрі таңдалды. Бұл параметрдің таралу тығыздығы функциясы $f(S)$ болып табылады. Стандарттар ретінде мыналар белгіленеді: S_n – төменгі стандарт және S_b – жоғарғы стандарт және олардың таралу заңдылықтары түріндегі статистикалық сипаттамалары.

$$\theta_1(S_n) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_n} e^{-\frac{(S_n - S_{ncp})^2}{2\sigma_n^2}}; \quad \theta_2(S_b) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_b} e^{-\frac{(S_b - S_{bcp})^2}{2\sigma_b^2}}, \quad (1)$$

мұндағы S_n, S_b – төменгі және жоғарғы стандартты шамалардың стандартты ауытқулары; S_{ncp}, S_{bcp} – төменгі және жоғарғы стандарттардың орташа мәндері.

Орташа $S_{н\text{ср}}$ төменгі стандарттың белгісіздік (шашырау) аймағының орталығы болып табылады. Сол сияқты орташа $S_{в\text{ср}}$ мәні жоғарғы стандарттың вариация диапазонының орталығы болып табылады. Өлшеу құралының кездейсоқ қателігінің таралу тығыздығы функциясы – $\varphi(y)$. Тұжырымдалған мәселенің негізінде зерттелетін агент негізіндегі модельдің белгісіздік параметрлері мыналар болып табылады: орташа квадраттық ауытқу σ_s , – диагностикалық параметр және σ_φ – кездейсоқ өлшеу қателігі; σ_n , σ_b – нормативті ораша квадраттық ауытқу. Өлшеу кезінде келесі ықтимал оқиғалар болуы мүмкін:

- S_i параметрінің шынайы мәні рұқсат етілген шегінде ($S_n < S_i < S_b$), ал $S_{i\text{изм}}$ өлшенген мәні жоғарғы шектен асады немесе төменгі шектен шығады ($S_{i\text{изм}} < S_n$ немесе $S_{i\text{изм}} > S_b$). Бұл нәтижеде бақыланатын параметрдің шынайы мәні рұқсат етілген аймақта болатын жағдай бар - «жақсы», ал «құрылғы» оны стандарттан тыс қате түрде бекітеді – «жақсы емес». Бұл жағдай «жалған сәтсіздік» деп аталады, ал оның пайда болу ықтималдығы – жалған істен шығу ықтималдығы $P_{\text{ло}}$;

- S_i параметрінің шын мәні сыртта ($S_i < S_n$ немесе $S_i > S_b$), ал өлшенген $S_{i\text{изм}}$ мәні рұқсат ету шегінде ($S_n < S_{i\text{изм}} < S_b$). Бұл жағдай анықталмаған сәтсіздік деп аталады және оның пайда болу ықтималдығы $P_{\text{но}}$ анықталмаған істен шығу ықтималдығы болып табылады. Бұл жағдайда S_b және S_n стандарттарының таралу заңдары қалыпты заңдармен, ал бақыланатын параметр S Вейбулл заңымен қарастырылады. Вейбулл заңы, зерттеулер көрсеткендей, белгілі заңдардың ішінде ең кең тарағандардың бірі ғана емес, сонымен қатар модельдеу мақсатында ең қолайлы болып табылады. Вейбулл заңы үш параметрлі заң. Көптеген заңдарды, соның ішінде қалыпты құқықты, осы заңның ерекше жағдайлары ретінде кейбір жуықтауда қарастыруға болады. Үлгідегі жалған қабылданбаған сынақ шешімдерінің жалпы санының формуласы N :

$$N_{\text{лб}} = \sum_{i=1}^k N \int_{L_i}^{H_i} \theta(S_b) dS_b \sum_{j=0}^m \left[\exp\left(-\frac{S_j^\beta}{\alpha}\right) - \exp\left(-\frac{S_{j+1}^\beta}{\alpha}\right) \right] \times \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{\frac{S_b - S_j}{\sigma_\varphi}}^{+3 \frac{S_b - S_j}{\sigma_\varphi}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz \quad (2)$$

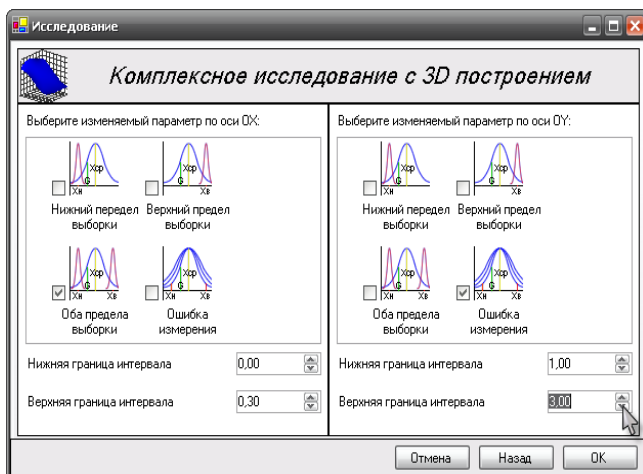
Анықталмаған қабылдау жағдайында үлгідегі сынақ ерітінділерінің саны N болады

$$N_{\text{нб}} = \sum_{i=1}^k N \int_{L_i}^{H_i} \theta(S_b) dS_b \sum_{j=0}^m \left[\exp\left(-\frac{S_j^\beta}{\alpha}\right) - \exp\left(-\frac{S_{j+1}^\beta}{\alpha}\right) \right] \times \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-3 \frac{S_j - S_b}{\sigma_\varphi}}^{\frac{S_j - S_b}{\sigma_\varphi}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz \quad (3)$$

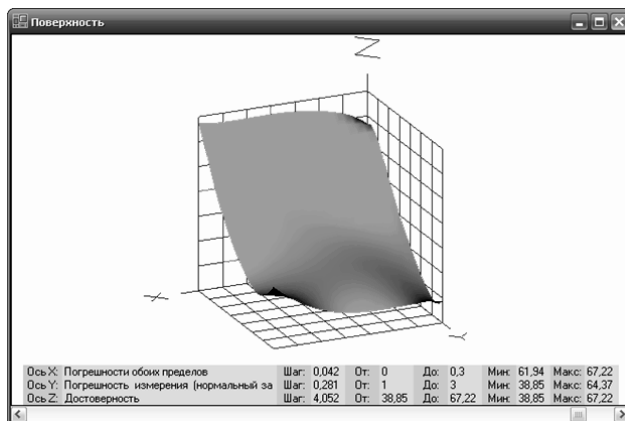
Теориялық алғышарттардың практикалық нәтижелерге сәйкестігін тексеру мақсатында бағдарламалық қамтамасыз етуді қолдану арқылы эксперименттік статистикалық зерттеулер және компьютерлік эксперимент жүргізілді. 1-суретте компьютерлік эксперименттің басталуының экрандық формасы көрсетілген. Статистикалық өңдеу үшін STATISTICA ортасы пайдаланылды.

Эксперименттік зерттеу. Тәжірибенің мақсаты – тонометрдің көмегімен қан қысымын өлшеу мысалында бақылау процесінің сапасының метрологиялық көрсеткіштерін зерттеу болды. Бұл құрылғыны таңдау кездейсоқ емес, өйткені бұл құрылғыны күнделікті өмірде де, кәсіби клиникалық тәжірибеде де ең кең таралған құрылғы деп санауға болады. Эксперименттік зерттеулер облыстық онкологиялық орталықтың базасында жүргізілді. Зерттелетін науқастар контингенті үш жас тобынан тұрды: бірінші топ 20 жасқа дейін, екінші топ 30-дан 50 жасқа дейін және үшінші топ 50-ден 70 жасқа дейін. Таңдама көлемі әр жас тобы үшін 200 бақылауды қамтиды. Компьютерлік

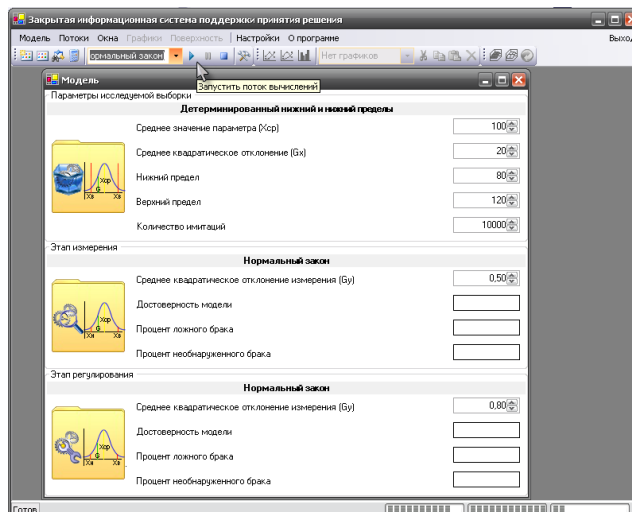
эксперимент нәтижесінде мыналар анықталды: 30 жасқа дейінгі жас тобындағы қысымды бақылау сенімділігі 73 % құрады; 50 жасқа дейінгі топтар үшін бақылау сенімділігі 61 % құрады.



1-сурет. Кешенді зерттеудің параметрлерін орнату

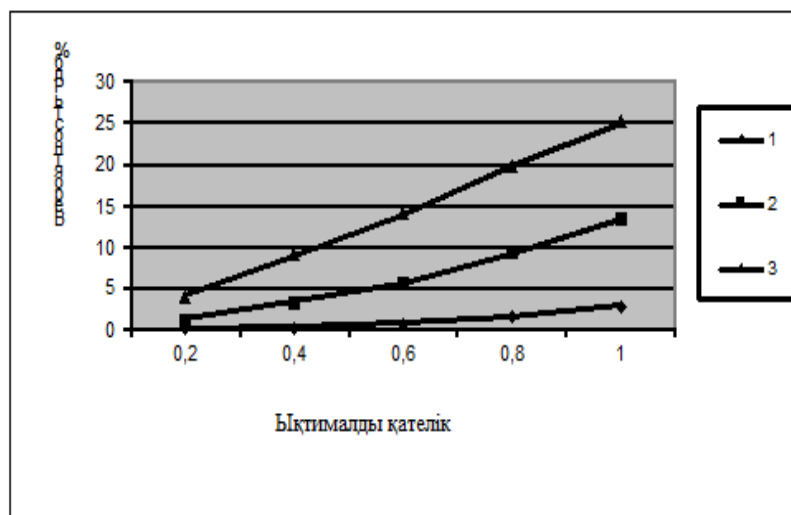


2-сурет. Модель параметрлерін жан-жақты зерттеу нәтижесі



3-сурет. Есептеу ағындарының орындалу жағдайы

2-суретте стандарттардың детерминирленген емес жағдайын модельдеу нәтижелері көрсетілген, мұндағы $P_{нб}$ – функция, ал салыстырмалы белгісіздік $\sigma\phi / \sigma_s$ абсцисса осі.



2-сурет. Детерминирленген емес стандарттарға арналған компьютерлік эксперименттің нәтижесі ($P_{лб}$ ықтималдығы)

Қорытынды. Компьютерлік модельдеу нәтижесінде мыналар анықталды. Бақылау қателері үш жүйелік агенттердің синергиясы болып табылады: диагностикалық параметрдің статистикалық таралулары, аспаптық белгісіздік және стандарттар. Бақылау нәтижелері анық сызықты емес, бұл логикалық және эмпирикалық болжауды математикалық аппаратты қолданбай мүмкін емес етеді. Бақылау қателерінің сандық бағасы $\sigma\phi$, σ_s , s_n , s_v абсолюттік мәндерімен емес, көбіне мына қатынаспен анықталады: $\sigma\phi/\sigma_s$; s_n/σ_s ; s_v/σ_s . Бұл қатынастарда, 2-суретте көрсетілгендей, бақылау қателерінде нормативтік мән басым болады.

Компьютерлік эксперимент нәтижесінде жалған бас тарту (неке) ықтималдығы $P_{лб}$ ең

көп әсер ететіні анықталды. Өлшеу белгісіздігінің мәні σ_f σ_s мәніне сәйкес болған кезде қызмет көрсетуге тұтынушы (тұтынушы) тәуекелі 45 % жетуі мүмкін.

Алынған нәтижелер бақылау парадигмасындағы баламаларды таңдау кезінде өте маңызды, яғни құралдардың немесе нормативтік құқықтық актілердің дәлдік параметрлеріне қандай артықшылық беру керек. Алынған нәтижелер ұйымдастыру-техникалық объектіні басқарудың автоматтандырылған жүйелерін математикалық және әдістемелік қамтамасыз ету ретінде пайдаланылуы мүмкін.

Әдебиеттер тізімі

1. Макенов А.А., Машекенова А.Х., Раджабов Р.С. Көлік құралдарының күрделі жүйелерінің тиімділігін көп параметрлік бақылаудың сапасын бағалау. – Алматы, 2020. – Көлемі 2. – № 2 (440). – С. 96-102.
2. Швец О. Автоматтандырылған петрографиялық талдауға арналған сандық микроскопиялық жүйенің дәлдігін сандық бағалау // Модельдеу және модельдеу әдіснамасы, қосымшалар бойынша халықаралық конференция. – Вена: Австрия. – Б. 559-566.
3. Жак Фербер, Оливье Гуткнехт, Фабиен Мишель Агенттерден ұйымдарға: Көп агенттік жүйелерге ұйымдастырушылық көзқарас [Электрондық ресурс]. - Кіру режимі: http://www.lirmm.fr/~fmichel/Jarriyalyandard/PDF_fayldary/ferber04ocmas.pdf.
4. Жак Фербер, Оливье Гуткнехт, Фабиен Мишель madkit агент платформасының архитектурасы [Электрондық ресурс]. - Кіру режимі: <http://www.madkit.net/documents/others/MadkitTechnicalReport.pdf>.
5. Мухаммад Сохаил МАДКИТ (мультиагенттерді әзірлеуге арналған жиынтық): әмбебап мультиагентті платформа [Электрондық ресурс].
6. ЕуроХим / СІТАС басшылығы «Аналитикалық өлшемдердегі белгісіздікті сандық бағалау», 2002 жылғы екінші басылым. – 141 б.
7. Модаррес М., Каминский М.П., Кривцов В. Сенімділік инженериясы және тәуекелдер теориясы: практикалық нұсқаулық. CRC Press, Тейлор Мен Фрэнсис тобы, 2016. – 522 б.
8. Доил Дж. С. құрылымдық белгісіздіктермен кері байланыс жүйелерін талдау // IEEE Proc. 1982. – С. Д.В. 129. – Б. 242-250.
9. Кит өлшемдеріндегі белгісіздікті білдіруге арналған нұсқаулық Д. Мак. Кроан МАРЛАП белгісіздігі бойынша Семинар 24 қазан 2005 ж. Статлайн, Невада.
10. Винтерфельдт Д. Фон және Фишер Г.В. Көп қырлы пайдалылық теориясы: бағалау модельдері мен рәсімдері // Д. Вендт және тарту (ред.). Адамның пайдалылығы, ықтималдығы және шешім қабылдауы. – Амстердам: Рейдел. – № 1986.
11. [Электрондық ресурс] қол жеткізу режимі: ағылшын.-орыс.-экономика-диктант...
12. Доил Дж.С., Стейн Г. Көп параметрлік кері байланыс дизайны: классикалық I заманауи синтез принциптері II IEEE Trans. Авто. Бақылау. 1981. – Том. АС-26. N1.
13. «Сенімді Өнеркәсіптік Басқару Жүйелері»
14. Чжоу К., Доил Дж. С. Сенімді басқару негіздері. – Прентис-Холл, Аппер-Седл-Ривер, Нью-Джерси, 1998 жыл.
15. Ван Ф., Тан С., Хуан Б. Қызыл-жасыл-көк жарықдиодты жарықтандыру жүйесі үшін көп өлшемді сенімді басқару // IEEE электр электроника операциялары. – 2010. – Көлемі 25. – № 2. – Б. 417-428.
16. Логистика-ақылды қиылысу көзі: <https://wek.ru/sovremennaya-logistika-gotova-k-robotizacii>.
17. Алексеев Д.М., Пливак С.А., Шумилин А.С. VLC технологиясы негізінде кәсіпорындар желілерінде ақпараттық қауіпсіздікті ұйымдастыру // Халықаралық студенттік ғылыми хабаршы. – 2017. – № 4-4.; URL: <http://eduherald.ru/ru/article/view?id=17412> (өтініш берген күні: 18.10.2020).
18. Шумилин а. с., Пливак С. А. VLC технологиясы негізінде деректерді берудің қорғалған жүйесі // Ғылыми еңбектер жинағы. – М.: НИЯУ МИФИ" фотоника және электрондық оптика жөніндегі V Халықаралық конференция 2016. – Б. 339-340.
19. Шумилин А.С., Пливак С.А. Корпоративтік желіде ақпарат беруді қорғау үшін VLC технологиясын қолдану // «Басымдықтар» Халықаралық ғылыми-практикалық конференциясы.

20. Царегородцев А.В., Кислицын А.С. Қорғалған телекоммуникациялық жүйелер синтезінің негіздері. – М.: Радиотехника, 2016.
21. Царегородцев А.В. Аса маңызды объектілердің ақпараттық жүйелерінің қауіпсіздігін қамтамасыз етудің негізгі қағидаттары // Экономика, салық және құқық. – М.: Ресей Қаржы министрлігінің VGNA баспасы, 2009. – № 1. – 152-161 б.
22. Дж. М. Кан мен Дж. Р. Барри «Сымсыз инфрақызыл байланыс», Proc. IEEE 85 (2), 265-298 (1997).
23. Брайен Д.О. және Катц М. «Төртінші буын сымсыз жүйелеріндегі оптикалық сымсыз байланыс», Дж. Желі 4, 312-322 (2005).
24. Кавеград М. және Живкова С. «Бөлмедегі кең жолақты оптикалық сымсыз байланыс: оптикалық ішкі жүйелердің дизайны және олардың арналардың сипаттамаларына әсері», IEEE сымсыз байланысы. 10, 30-35 (2003).
25. Френцель л. толып жатқан электромагниттік жиілік спектрінің шешімдерін түсіну [Электрон.ресурс]. – 2012. – URL: <https://www.electronicdesign.com> / технологиялар / коммуникациялар/мақала / 21799723 (өтініш беру күні: 26.06.2020)
26. Бакланов А., Бакланова о., Елеусізова к., Сайун в., Григорьев Е. Н., Creation of LED network of data transmission based on Visible Light Communication technology. Proceedings of 12th International Symposium on Applied Informatics and Related Areas AIS 2017. – Székesfehérvár, 2017. – С. 57-60.
27. Бакланов А.Е., Григорьева С.В., Елеусізова К.А., Алимханова А.Ж. VLS технологиясын пайдалана отырып, деректерді беру кезінде сигнал берудің кідірісін есептеу. Bulletin Almanach science association France-Kazakhstan, 2019/4. – Volume 4. – Б. 266
28. Бакланов А.Е., Григорьева С.В., Елеусізова К.А., Пронина М.А. VLC технологиясы негізінде деректерді беру функциясы бар жарық диодты жарықтандыру жүйесін әзірлеу // Д. Серікбаев атындағы ШҚМТУ хабаршысы. – 2017. – № 2 (145). – С. 85-90.
29. Григорьева С.В., Алимханова А.Ж., Дмитриева Т.С., Елеусізова К.А. Заттардың оптикалық интернеті // Д. Серікбаев атындағы ШҚМТУ хабаршысы. – 2020. – № 2 (145). – Б. 104-109.

References

1. Makenov A. A., Mashekenova A. H., Radjabov R. C. Quality assessment of multi-parameter control of vehicle complex systems efficiency. – Almaty, 2020. – Volume 2. – № 2(440). – P. 96-102.
2. International Conference on Simulation and Modeling Methodologiens, Applications. Quantitative Evaluatin of Accuracy of Digital Microscope System for Automated Petrographic Analysis / Shvets O. – Vienna, Austria. – P. 559-566.
3. Jacques Ferber, Olivier Gutknecht, Fabien Michel From Agents to Organizations: an Organizational View of Multi-Agent Systems [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.lirmm.fr/~fmichel/publi/pdfs/ferber04ocmas.pdf>
4. Jacques Ferber, Olivier Gutknecht, Fabien Michel The MADKIT Agent Platform Architecture [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.madkit.net/documents/others/MadkitTechnicalReport.pdf>
5. Muhammad Sohail MADKIT (Multi-Agent Development Kit) : A generic multi-agent platform [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://perso.limsi.fr/jps/enseignement/examsma/2005/1.plateformes_2/SOHAIL/SOHAIL.htm.
6. EUROCHEM/CITAC Guide «Quantifying Uncertainty in Analytical Measurements», Second Ed. 2002. – 141 с.
7. Modarres M., Kaminsky M.P., Krivtsov V. Reliability Engineering and Risk Theory: A Practical Guide. CRC Press, Taylor and Francis Group, 2016. – 522 p.
8. Doyle J.C. Analysis of feedback systems with structured uncertainties // IIEEE Proc. 1982. – Pt. D. – V. 129. – P. 242-250.
9. Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement Keith D. Mc. Croan MARLAP Uncertainty Workshop October 24, 2005 Stateline, Nevada.
10. Winterfeldt D. von and G.W.Fischer Multiattribute utility theory: Models and assessment procedures//D.Wendt and C Vlek (Eds.). Utility, probability and human decision making. – Amsterdam: Reidel. – № 1986.
11. [Электронный ресурс] Режим доступа: eng-rus-economy-dict...
12. Doyle J.C, Stein G. Multivariable Feedback Design: Concepts for a Classical I Modern Synthesis II IEEE Trans. Auto. Control. – 1981. – Vol. AC-26. – N 1.

- i. 13. "Robust Industrial Control Systems" - Grimble Michael J. -<https://doi.org/10.3311/PPme.9312>
 13. Zhou K., Doyle J.C. Essentials of Robust Control. – Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 1998.
 14. Wang F., Tang C., Huang B. Multivariable Robust Control for a Red–Green–Blue LED Lighting System // IEEE Transactions on Power Electronics. – 2010. – Vol. 25. – №2. – P. 417-428.
 15. Logistics - Smart Crossroads - source: <https://wek.ru/sovremennaya-logistika-gotova-k-robotizacii>
 16. Alekseev D.M., Plivak S.A., Shumilin A.S. Organization of information security in enterprise networks based on VLC technology // International Student Scientific Bulletin. – 2017. – № 4-4.; URL: <http://eduherald.ru/ru/article/view?id=17412> (accessed: 10/18/2020).
 17. Shumilin A.S., Plivak S.A. Secure data transmission system based on VLC technology // V International Conference on Photonics and Electronic Optics "Collection of scientific papers of M.: NRU MEPhI" 2016. – P. 339-340.
 18. Shumilin A.S., Plivak S.A. Using VLC technology to protect the transmission of information in a corporate network // International Scientific and Practical Conference "Priority.
 19. Tsaregorodtsev A.V., Kisilitsyn A. S. Fundamentals of synthesis of protected telecommunication systems. M.: Radio Engineering, 2006.
 20. Tsaregorodtsev A. V. Basic principles of ensuring the security of information systems of critical facilities // Economics, taxes & law. M.: Izd-vo VGNA of the Ministry of Finance, 2009. – No. 1. – P. 152-161.
 21. John. M. Kahn and J. R. Barry, "Wireless infrared communications", Proc. IEEE 85 (2), 265-298 (1997).
 22. D. O'Brien and M. Katz, «Optical wireless communication in wireless systems of the fourth generation», J. Network 4, 312-322 (2005).
 23. M.Kavegrad and S.Zhivkova, «Broadband optical wireless communication indoors: Designs of optical subsystems and their influence on channel characteristics», IEEE Wireless Communications. 10, 30- 35 (2003).
 24. Frenzel L. Understanding solutions for the crowded electromagnetic frequency spectrum [Electron.resource]. - 2012. - URL: <https://www.electronicdesign.com/technologies/communications/article/21799723> (accessed: 06/26/2020).
 25. Baklanov A., Baklanova O., Eleusizova K., Sayun V., Grigoriev E. N., Creation of LED network of data transmission based on Visible Light Communication technology. Proceedings of the 12th International Symposium on Applied Informatics and Related Areas AIS 2017. -Székesfehérvár, 2017. – P. 57-60
 26. Baklanov A. E., Grigoriev S. V., Yeleusizov K. A., A. G. Alimkhanova Calculate the delay of signal transmission during data transfer using the technology of VLS. Bulletin Almanach science association France-Kazakhstan, 2019/4. – Volume 4. – R. 266
 28. Baklanov A. E., Grigoriev S. V., Yeleusizov K. A., Pronin M. A., Development of led lighting systems with the function of data transmission technology based on VLC// Bulletin of D. Serikbayev EKSTU. – 2017. – №2 (145). – P. 85-90.
 30. Grigorieva S.V., Alimkhanova A.Zh., Dmitrieva T.S., Eleusizova K.A., Optical Internet of Things// Bulletin of D. Serikbayev EKSTU. – 2020. – № 2 (145). – P. 104-109.
-
-