



АҚПАРАТТЫҚ-КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР
ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

DOI 10.51885/1561-4212_2022_3_85
MPHTI 20.53.23

М. Есмагамбетова¹, Т. Керibaева², К. Кошекoв³, К. Алибеккызы⁴, С. Бельгинова⁵

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

¹E-mail: marzhan1983@mail.ru

²E-mail: talshyn.keribayeva@agakaz.kz

³E-mail: kkoshekov@mail.ru

⁴E-mail: Karlygash.eleusizova@mail.ru*

⁵E-mail: sbelginova@gmail.com

АНЫҚ ЕМЕС ДЕРЕКТЕР ОРТАСЫНДА БАҚЫЛАУ ЖӘНЕ ШЕШІМ ҚАБЫЛДАУ ТӘУЕКЕЛДЕРІН БАСҚАРУ ЖҮЙЕЛЕРІНДЕГІ SMART ТЕХНОЛОГИЯЛАР

SMART ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ КОНТРОЛЯ И ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В СРЕДЕ НЕЧЕТКИХ ДАННЫХ

SMART TECHNOLOGIES IN RISK MANAGEMENT CONTROL AND DECISION-MAKING SYSTEMS IN A FUZZY DATA ENVIRONMENT

Аңдатпа. Мақаланың мақсаты – бақылау агенттерінің белгісіздігі жағдайында күрделі көп-параметрлі ұйымдық-техникалық жүйелерде шешім қабылдау сапасын сандық бағалау және болжау әдістемесін әзірлеу. Мақалада ұсынылған зерттеу нәтижелері бақылау нәтижелерінің сенімділігін және модель агенттерінің белгісіздігі жағдайында шешім қабылдау тәуекелдерін болжауда формальды құралдарды практикалық пайдалануға бағытталған. Ұсынылған математикалық және имитациялық қосымшалар «өндіруші тәуекелі (жобаға тапсырыс беруші)» және «тұтынушы тәуекелі» критерийлері бойынша бақылау сапасын бағалаудың жалпы мәселесін шешуге мульти-агенттік тәсілді жүзеге асырады. Модельдеу мақсатында математиканың ықтималдық теориясы және математикалық статистика, регрессиялық талдау, имитациялық және құрылымдық-функционалдық модельдеу, агенттік тәсіл сияқты әдістері мен бөлімдері қолданылады. Математикалық модельдеу 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 имитациялық модель әзірленді. Ұсынылған модельдің жаңалығы нормативтік мәндердің статистикалық табиғатын және тең ықтималдық заңдарын есепке алуында. Ұсынылып отырған жүйелік әдістеме шешім қабылдау жүйесіндегі тәуекелдердің шамасы бойынша бақылау процесінің сапасын бағалай отырып, ортақ 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. Жұмыс 3D форматында компьютерлік модельдеу нәтижелерін ұсынады.

Түйін сөздер: процесс, модель, ықтималдық, шешім қабылдау, модельдеу моделі, таралу заңы, стандарт, белгісіздік, таралу тығыздығы

Аннотация. В статье поставлена цель разработки методики количественного оценивания и прогнозирования качества принятия решений в сложных многопараметрических организационно-

технических системах в условиях неопределенности агентов управления. Результаты исследований, предлагаемые в статье, ориентированы на практическое использование формальных инструментов в прогнозировании достоверности результатов контроля и рисков принятия решений в условиях неопределенности модельных агентов. Предлагаемые математическое и имитационное приложения реализует мультиагентный подход к решению общей задачи оценивания качества контроля по критериям «риска производителя (заказчика проекта)» и «риска потребителя». Для целей моделирования используются такие разделы математики и методы, как теория вероятностей и математическая статистика, регрессионный анализ, имитационное и структурно-функциональное моделирование, агентный подход. Качество математического моделирования поддерживается компьютерными экспериментами с одновременной графической визуализацией результатов, что повышает результативность исследования. Разработана имитационная 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 и законов равной вероятности. Предлагаемая системная методология 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 в 3D формате.

Ключевые слова: процесс, модель, вероятность, принятия решений, имитационная модель, закон распределения, норматив, неопределенность, плотность распределения.

Abstract. The aim of the article is to develop a methodology for quantitative evaluation and forecasting of the quality of decision-making in complex multi-parametric organizational and technical systems under the conditions of uncertainty of control agents. The research results proposed in the article are focused on the practical use of formal tools in predicting the reliability of control results and decision-making risks under the uncertainty of model agents. The proposed mathematical and simulation applications implement a multi-agent approach to solving the general problem of assessing the quality of control according to the criteria of «producer risk (project customer)» and «consumer risk». For the purposes of modeling, such sections of mathematics and methods as probability theory and mathematical statistics, regression analysis, simulation and structural-functional modeling, agent approach are used. The quality of mathematical modeling is supported by computer experiments with simultaneous graphical visualization of the results, which increases the effectiveness of the study. A simulation model has been developed to assess and predict the reliability of control and the risks of decision-making under the uncertainty of system agents. The novelty of the proposed model lies in taking into account the statistical nature of normative values and the laws of equal probability. The proposed system methodology implements a dual approach to solving a common problem, 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 required measurement accuracy is determined for given uncertainties and risk levels in the control system. The paper proposes the results of computer modeling in 3D format.

Keywords: process, model, probability, decision-making, simulation model, distribution law, standard, uncertainty, distribution density.

Kipicne. SMART технология ретінде 1954 жылы Питер Друкер ұсынған [1] деп саналады. Содан кейін бұл технология S.M.A.R.T аббревиатурасына «оралған». Оның үстіне, егер бұл технология жеке мақсаттарға жетуге бағытталған болса, онда әрбір әріптің келесі декодтауы болады: S – мақсат нақты болуы керек; M өлшенетін; A – қол жеткізуге болады; R – басқа тапсырмалармен сәйкес келеді, маңызды болу; T – уақыт шеңбері бар. Егер басшы кәсіпкерлік қызметтің басқа субъектілеріне міндет қойса, онда ол үшін уақыт, қаржылық, материалдық, кадрлық және заңдылықтардың нәтижесі мен ресурстары маңызды. Мұның бәрі нақты және қысқаша түрде бизнес-жоспар түрінде жасалады.

Ірі жобаларды басқару кезінде SMART технологиясы «мақсат қою» ретінде қарастырылады және оны алғаш рет 1965 жылы мотивация бойынша маман Пол Дж. Мейер жариялады [2]. Бұл тәсілдің айырмашылығы мақсатты нақтылауда, содан кейін автор

нәтижеге «толық» қол жеткізуге кепілдік береді, бұл керемет, яғни. ықтимал тәуекелдер алынып тасталады. Детализацияны тапсырмаларды әзірлеу деп түсіну керек.

Қазіргі уақытта мұның барлығы жүйелік әдістеме деп аталады. Көптеген сұрақтар, сонымен қатар оларға жауаптар еңбектерде айтылды [7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14]. Күрделі бизнес-жобалардағы уақыт критерийі бірінші кезектегі маңыздылыққа ие болмауы мүмкін, тек мақсатты тұжырымдау бір жылдан астам уақытты алуы мүмкін екендігі [7] көрсетілген. Жұмыста [15] күрделі жүйелерде тек бір ғана мақсат болуы мүмкін екендігі математикалық түрде алғаш рет дәлелденді. Құжат [16] мақсаттың қалаулы және қол жетпейтін нәрсе ретінде стандартты анықтамасын береді, сондықтан мақсатты сандық түрде анықтау мүмкін емес, ал егер оған қол жеткізілсе және өлшенсе, онда ол міндет болып табылады.

SMART аббревиатурасы қазіргі уақытта көптеген зерттеулерде, басылымдарда және мемлекеттік бағдарламаларда кездеседі, онда ол «ақылды» немесе «ойлау» деп түсіндіріледі [17, 18]. Кейбір еңбектерде бұл технологияларға келесідей атаулар берілген: конвергентті технологиялар, NBIC (NBICS) технологиялары, ақпараттық технологиялар, ақпараттық-коммуникациялық, цифрлық технологиялар және т.б.). Бұл әртүрлілікте тіпті маманға қоса берілген тізімдегі ерекшеліктер мен технологиялық айырмашылықтарды анықтау қиын. Бірқатар авторлар бұл айырмашылықтарды философиялық деңгейде іздейді [19, 20]. Бұл тәсіл пәнаралық және полидисциплинарлықпен қамтамасыз етіледі. «Қарастырылып отырған тақырыптың даму дәрежесі анағұрлым жоғары болатын батыс әдебиетінде олар әрқашан технологияларды қолданудың әлеуметтік, тәрбиелік, философиялық құрамдастарына көңіл бөлуге ұмтылады» [21].

SMART технологиялары көбінесе мыналарды қамтитын сандық технологиялар келесі түсініктер бойынша реттеледі: үлкен деректер; нейротехнологиялар және жасанды интеллект; үлестірілген бухгалтерлік есеп жүйелері; кванттық технологиялар; жаңа өндіріс технологиялары; өнеркәсіптік интернет; робототехника және сенсор компоненттері; сымсыз байланыс технологиялары; виртуалды және толықтырылған шындық технологиялары [4]. Бірақ көп өлшемді ұғым мен «цифрландыру» өрнек қазіргі уақытта «цифрлық түрлендірумен» ауыстырылуда [21]. Жоғарыда атап айтылғандай, «Бүгінде бір нәрсені неге айналдыруға болмайтынын табу мүмкін емес» [3]. Әдебиетте олар киім-кешек, тамақ пен тамақтану, медицина мен дәрі-дәрмек, тұрмыстық техника, басқару, мінез-құлық, білім, демалыс (бос уақыт) және тіпті адам туралы жазады. Технологияның басты ерекшелігі – «оның пәнге бағытталғандығы» болып есептелінеді [17, 22].

Сонымен қатар, бірқатар авторлар «технологияларға біржақты оң баға беру ертерек, өйткені адамның (қоғамның) оларды пайдалануға дайындығы жеткіліксіз болған жағдайда оларды пайдаланудың көптеген қауіптері бар» [23] дейді.

Бірқатар елдерде, мысалы, Ұлыбританияда, АҚШ-та, Канадада, Жапонияда, Корея Республикасында және т.б. цифрлық технологиялардың жаңа буынын енгізудің түбегейлі нәтижелері «цифрлық трансформация», бұл көп факторлы жүйелі әлеуметтік-экономикалық құбылыс [21]. Цифрлық трансформацияның көптеген анықтамаларынан мыналарды бөліп көрсетуге болады: Дүниежүзілік банк тобы, 2018а – «сандық ресурстарды және түпкілікті цифрлық процестерді құру саласындағы қосымша құндылық»; ЮНКТАД, 2019 – «цифрлық өнімдер мен қызметтердің экономиканың дәстүрлі секторларына түбегейлі әсер ету бағыттары»; Еуропалық Комиссия, 2019а – «адам өмірінің барлық аспектілеріне цифрлық технологияларды енгізу нәтижесінде экономика мен қоғамның барлық секторларындағы өзгерістер» [21]. Цифрлық трансформация әдетте өнімнің өмірлік циклінің инновациялық трансформациясы болып табылады. Цифрлық трансформацияның қоректік

ортасы: ЖИ, робототехника, ұшқышсыз құралдар, блокчейн, виртуалды және толықтырылған шындық технологиялары және т.б.

ТМД елдеріндегі алдыңғы қатарлы цифрлық технологияларға сұраныстың статистикалық зерттеулері келесі салаларда жүргізілді: ауыл шаруашылығы, ұшқышсыз көлік және логистика, отын-энергетика кешені, өнеркәсіп, құрылыс, қаржы секторы, денсаулық сақтау. Зерттеу нәтижесінде келесі цифрлық технологиялар ең көп сұранысқа ие екені анықталды: жасанды интеллект; кванттық технологиялар; жаңа өндіріс технологиялары; робототехника; үлестірілген бухгалтерлік есеп жүйелері; сымсыз байланыс технологиялары; виртуалды және толықтырылған нақтылық.

Табиғи және техногендік тәуекелдерді басқару жүйесінде технологиялардың үлкен перспективалары ашылуда. Қазіргі уақытта әлемде адамның қоршаған ортаға табиғи және техногендік қауіп-қатер жаһандық пропорцияға ие болып, терең әлеуметтік, экономикалық және саяси күйзелістердің көзі болып табылатыны туралы түсінік бар. Бұл құбылыстар қоғамның тұрақты дамуын анықтайтын ең маңызды факторлар болып табылады. Әлеуметтік-экономикалық қауіптердің себептері көп жағдайда табиғи және антропогендік болып табылады. Егер антропогендік факторларды белгілі бір дәрежеде бақылауға болатын болса мысалы ластаудың өнеркәсіптік көздерін орналастыру жүйесін қайта құру, адамдарды қауіпсіз аймақтарға көшіру, экологиялық мониторингті ұйымдастыру, мемлекеттік бақылауды күшейту және табиғатты қорғау заңнамасын бұзғаны үшін құқықтық жауапкершілікті күшейту, онда табиғи келеңсіз құбылыстарды тиімді басқару мүмкін емес.

Қазақстан Республикасының (ҚР) аумағында көптеген қауіпті табиғат құбылыстары мен процестері орын алуда, олардың ішінде ең жойқындары су тасқыны, нөсер жел, нөсер, дауыл, жер сілкінісі, орман өрті, көшкін, сел, қар көшкіні болып табылады. Әлеуметтік және экономикалық шығындардың көпшілігі табиғат құбылыстарының осы спектрімен байланысты. Жыл сайын су тасқыны Қазақстан Республикасының, әсіресе шығыс аумақтық аймақтың ауыл шаруашылығына және әлеуметтік ортасына өте үлкен зиян келтіреді. Жер бетіндегі табиғи апатты құбылыстардың дамуын талдау ғылыми-техникалық прогреске, атап айтқанда цифрландыруға қарамастан адамдарды және техносфераны табиғи қауіп-қатерден қорғау күшеймейтінін, тіпті төмендейтінін көрсетеді. Соңғы жылдары әлемде жойқын табиғат құбылыстарынан құрбан болғандардың саны жыл сайын 4,3 %-ға, ал зардап шеккендер саны 8,6 %-ға артып келеді. Экономикалық шығындар жылына орта есеппен 6 %-ға өсіп отыр.

Бұл жағдайда арнайы мемлекеттік органдар мен авариялық-құтқару қызметтеріне (ТЖМ), әсіресе оларды техникалық қамтамасыз етуге көп көңіл бөлінеді. Жылдың белгілі бір кезеңдеріндегі авариялық-құтқару қызметтерінің қызметі және күтпеген жағдайлар тек әкімшілік органдардың ғана емес. Әрбір жағдайда, әдетте, жағдайлық сипаттағы шаралар қабылданады, олар тәжірибе көрсеткендей, әрқашан тиімді бола бермейді. Уақыт өткеннен кейін су тасқыны, өрт, жер сілкінісі сияқты табиғи және техногендік құбылыстардың әлеуметтік-экономикалық апат салдарын талдау тиісті қызметтердің жеткіліксіз тиімділігін көрсетеді. Бұл себептер осы мақсаттарға ғылым мен технологияның соңғы жетістіктерін жеткізе отырып, осы жағдайларды тереңірек зерттеуді жақтайтын дәлелдердің бірі болды: технология, жүйелік инженерия және математика, цифрлық технология, жасанды интеллект (ЖИ), спутниктік жүйелер және ұшқышсыз ұшатын аппараттар (ҰҰА) [24,25,26].

Қазақстан Республикасының Төтенше жағдайлар министрлігінде жүйені ұйымдастыру

бір-бірімен және сыртқы ортамен өзара байланысқан басқарушы агенттер деп аталатындардан тұратын көп деңгейлі және көп функциялы организм ретінде жүзеге асырылады [27, 28, 29]. Ғылыми және практикалық жағдайларда агентті басқару шешімдерді қолдау жүйесінде интеллектуалды қолдауға негізделген. Қазіргі уақытта басылымдарда құрылысты басқару модельдерінің келесі принциптері мен тәсілдері жиі қарастырылады:

1. Кері байланысты ескере отырып, процестердің көп деңгейлі ортасындағы жүйелік динамика тұрғысынан қарастырылады.

2. Технологиялық актілер ортасында процедуралар мен операцияларды дискретті-оқиғалық модельдеу жағынан қарастырылады.

3. Агенттік модельдеу, ол жүйені әрқайсысы функционалдық жағынан тәуелсіз және қоршаған ортамен ішкі құрылымдық байланыстары да, байланыстары да бар тәуелсіз объектілердің жиынтығы ретінде қарастырады.

Практикада күрделі жүйелерде функционалдық жиынды тек бір ғана модельдеу әдісімен адекватты сипаттау мүмкін емес, әсіресе параметрлік белгісіздік пен анық емес деректер жағдайында. Күрделі жүйе тізбекте адам басқаруының қатысуымен стохастикалық болып саналады. Мультиагенттік жүйенің формальды анықтамасы келесідей [30]:

$$MAS = (A, E, R, ORG, ACT, COM, EV),$$

мұндағы MAS – мультиагенттік жүйе, A – агенттер жиынтығы, E – белгілі R қатынаста болатын және бір-бірімен әрекеттесетін жүйе, ORG белгілі бір ұйымын құрайтын, жеке және үйлесімді іс-әрекеттер жиынтығына ие орталар жиынтығы ACT (мінез-құлық стратегиясы және әрекеттер), оның ішінде ықтимал коммуникативті әрекеттер COM және EV эволюциясы мүмкіндігі.

Нәтижесінде мынадай келесі қорытындыны жасауға болады: агент – объективті дүниедегі «толықтырылған нақтылық» қандай да бір түрін білдіретін белгілі «объект» концепциясының дамуы болып келеді. Агент жүйе ретінде бағдарламалық және аппараттық құралдарды қамтиды. Әрбір автор даму мақсаттарына, шешілетін міндеттерге, іске асыру әдістеріне және критерийлеріне байланысты белгілі бір қасиеттер жиынтығымен агентін анықтауға құқылы.

Қазіргі әлемдік экономикалық ғылым шешіп отырған өзекті міндеттердің бірі – заңды және жеке тұлғалардың шаруашылық жүргізуші субъектілерінің қызметін басқаруды жетілдіру және тиімділігін арттыру болып табылады. Қазақстан Республикасының жағдайында бұл мәселе әлеуметтік-экономикалық тәжірибенің көптеген субъектілері үшін де өзекті болып табылады және тарихи-географиялық, табиғи-климаттық және басқа да бірқатар себептер мен факторлардың өзіндік ерекшеліктері бар.

Басқарудың барлық функцияларының ішінен бақылауды шешуші деп санау керек, өйткені «бақылау жоқ – басқару жоқ» [31,32]. Басқару – бұл объектілер мен процедуралардың жиынтығын қамтитын технология, мұнда олардың әрқайсысы басқалардан тәуелсіз және күрделі жүйенің агенті ретінде қарастырылуы мүмкін. Нақты жағдайларда бұл агенттер кездейсоқ сипатта болады, олар бақылау және шешім қабылдау процесінде тәуекелдер ретінде түсіндірілуі мүмкін бақылау қателеріне әкеледі, ал бизнес жүйесінің тұрақтылығын арттыру мақсатында тәуекелдерді басқаруды сенімді деп атаған жөн [32, 35, 36].

Басқару ұшқышсыз ұшу аппараттарын пайдалану сияқты заманауи техникалық салада ерекше маңызды орын алады. Төтенше жағдайлар министрлігінің қызметінде ұшқышсыз ұшу аппараттарын қолдану мүлде жаңа перспективалар ашады. Бұл құрылғыларды төтенше жағдайлар министрлігінің қызметінде олардың ғарышта орналасуын бақылау тұрғысынан бірнеше режимде қолдануға болады. Ұшқышсыз басқару режимі осы

жағдайда шешілетін мақсат пен міндеттерге байланысты таңдалады. Ұшқышсыз ұшу аппаратын басқару деп «басқару жүйесінің жұмыс істеуінің және ұшудың басынан аяғына дейінгі жалпы процесі, сондай-ақ оның құрамдас бөліктері – қарастырылуы және орналасуы мүмкін композициялық кезеңдері, фазалары, кезеңдері, сәттері қарастырылады [33, 34]. GPS жүйесі радионавигацияның жоғары дәлдігін қамтамасыз ететін ҰҰА басқаруында кеңінен қолданылады. Берілген ақпаратқа сәйкес, құрылғылардың кеңістікте орналасуындағы ауытқулар 10 метрден аспайды. Дегенмен, киын жерлерде, әсіресе тауларда, табиғи кедергілер мен кедергілер GPS сигналдарына кедергі жасайды. Бұл жағдайларда спутниктік басқару жүйелерінен бас тартылады және спутниктік жүйелерге сілтемесіз ҰҰА навигациялық құралдары қолданылады.

Қазіргі уақытта толық автономды әуе роботтарын, әртүрлі мақсаттағы және кластағы, әсіресе әскери және азаматтық авиацияда «ақылды» ұшқышсыз ұшу аппараттарын жасау бойынша үлкен жұмыстар жүргізілуде. Автономды ҰҰА бағдарлау жүйелері ұшқышсыз көліктің ұшу параметрлерін және 3D форматындағы объектілердің кескіндерін анықтауға, түрлендіруге және ұсынуға арналған аспаптарды, құрылғыларды, аппараттық және бағдарламалық құралдарды және байланыс арналарын қамтиды. Көптеген өндірушілер жасанды интеллектісі бар бағдарламалық жасақтамамен басқарылатын көліктерді жасауға тырысуда. Мұндай құралдарға лазерлік аспаптар мен құрылғылары бар оптоэлектрондық жүйелер жатады. Оптоэлектрондық жүйелердің (ОЭЖ) және құрылғылардың, сондай-ақ кеңістіктік өлшеу технологияларының, оның ішінде объектінің параметрлерін бекіту және өңдеудің жіктелу ерекшеліктерін анықтау үшін келесі ұғымдар мен аббревиатуралар қабылданғаны белгілі болды, олар: D – өлшеу; 1D – бір өлшемді кеңістік (бір сипаттама – ұзындық); 2D – екі өлшемді кеңістік (екі параметр – ұзындық пен ені); 3D – үш өлшемді кеңістік (үш кеңістіктік көрсеткіш – ұзындық, ені және биіктігі). Сканерлеу, параметрлерді өлшеу және объектілердің кескіндерін 2D форматында көрсету әдетте жазық, ал 3D форматында үш өлшемді немесе көп өлшемді деп аталады [33].

ҰҰА қолданбаларының бірі – фотосуреттер, мұнда фотосуреттер әртүрлі мөлшердегі аумақтарды түсіреді. Жұмыс биіктігі бірнеше жүз метр. Бұл жағдайда бір пиксельдің көрсеткіші 5 см-ге дейін болуы мүмкін [35]. Борттық көп жиілікті L1/L2 GNSS қабылдағыштары бар геодезиялық дрондар анықтамалық нүктелерсіз 3 см XYZ дейінгі дәлдікті қамтамасыз етеді. Бұл жүйелердегі негізгі бөлім камераның кеңістіктегі орнын анықтау болып табылады. Осы мақсаттар үшін сіз Ublox сияқты антеннасы бар шағын өлшемді GPS қабылдағышын пайдалана аласыз. Қазіргі уақытта ұшқышсыз ұшу аппараттары бар кешендерді өндіруде олар GPS/Glonass аралас типті спутниктік позициялау жүйелерінің сигнал қабылдағыштарына көшіп жатыр. Мұндай жүйелердің үлкен кемшілігі төмен дәлдік болып табылады. Сондықтан дәлірек құрылғыларда жоғары дәлдіктегі GPS қабылдағышы орнатылған, бұл кескін центрінің координаттарын 5-10 см дәлдікпен анықтауға мүмкіндік береді. GPS/GLONASS навигациясының дәлдігі және ҰҰА автоматты басқару жүйелерінің ерекшеліктерін аэрофото-түсірілімнің келесі параметрлеріне қол жеткізуге болады [24, 25]:

- трассаның осінен көлденең жылжу – ± 10 м;
- ұшқышсыз ұшу аппаратын берілген биіктікте ұстау – ± 15 м;
- фотосуреттің жобаланатын орталығынан камера ысырмасының іске қосылу нүктесіне дейінгі қашықтық – ± 5 м;
- кескіндер арасындағы маршрутта ұшқышсыз ұшу аппаратының орам бұрышының өзгеруі – 10° ;
- суреттер арасындағы трассадағы ұшқышсыз ұшу аппаратының бұрышын өзгерту.

Нәтижесінде, әртүрлі мақсаттағы ұшқышсыз ұшу аппараттары бар жүйелердің метрологиялық көрсеткіштерін бағалау кезінде, әсіресе бақылау агенттерінің мақсатты параметрлерін өлшеу қателеріне қатысты көптеген түсініксіз жағдайлар туындайды. Қазіргі уақытта әрбір нақты операциялық жағдайда қателер құрылымын белгісіздіктің барлық мүмкін көздері үшін дифференциалды түрде зерттеуді, көздер арасындағы корреляцияны анықтауды және өлшенген сома түріндегі соңғы қатені есептеуді ұсынатын әдістер мен стандарттар бар. Бұл әдіс нейрондық технологияларда қолданылады.

Меншік нысанына қарамастан қолданыстағы басқару жүйелеріндегі жалпы кемшіліктер мен проблемаларды талдауын төмендегідей азайтуға болады:

Нормативтік мәселе. Ғылым мен тәжірибеде бақыланатын нормативтік (шектік, төзімділік) мәндерді негіздеудің объективті әдістері жоқ. Қолданыстағы нормативтік құқықтық актілер статистикалық деректердің жинақталуына қарай немесе сыртқы ортадағы реттеушілік жағдайлардың күрт өзгеруіне қарай мерзімді түрде қайта қаралады және т.б. Тәжірибеде стандарттаудың бірнеше әдістері қолданылады. Сондықтан қазіргі уақытта көптеген зерттеулерде жүйелі процестерді модельдеу кезінде шаманың нормалары детерминирленген емес деп есептеледі [37].

Екінші мәселе, бақылау, бағалау және шешім қабылдау дифференциалды түрде, яғни жеке параметрлер бойынша, әртүрлі міндеттер үшін және әртүрлі жағдайларда жүзеге асырылады, өйткені ғылыми және практикалық негізде біріктірілген нормативтік критерий жоқ. деңгейі басқару сапасының интегралды көрсеткішін әзірлеу қажеттілігі мен міндетін тудырады.

Үшінші мәселе – деректердің, әсіресе мониторинг жүйесінде, ұзақ уақыт аралықтарында біркелкі еместігі, бұл бүкіл бизнес-процестерді басқару жүйесінің сапасын күрт төмендетеді. Мәселе «үлкен деректермен» жұмыс істегенде өте өзекті болады. Бұл нақты факт әдебиеттерде атап өтілген және статистикалық үлгілердің біртектілігін бағалау әдістері ұсынылған [38, 39].

Төртінші мәселе ISO талаптарымен анықталады. Қазіргі уақытта ISO 2015 стандартының жаңа нұсқасының қабылдануына байланысты стандартқа «өндіруші тәуекелі» және «тұтынушы тәуекелі» түріндегі шешім қабылдау тәуекелдерінің сандық мәнін бағалау үшін реттеу енгізілді [40]. Осы мақсатқа жету үшін «Тәуекелдерді басқару» деген атпен ISO 2015 стандартына арнайы қосымша әзірленді. Осы құжаттың қолданылу аясына төрт жаңа ереже қосылды:

- ISO Guide 73 «Тәуекелдерді басқару. Сөздік»;
- ISO 31000 «Тәуекелдерді басқару. Қағидаттар мен нұсқаулар.»;
- ISO/TR 31004 «Тәуекелдерді басқару. ISO 31000 енгізу жөніндегі нұсқаулық.»;
- IEC 31010 «Тәуекелдерді басқару. Тәуекелдерді бағалау саласындағы тәжірибелер».

Бұл толықтыру әсіресе тәуекелдерді бақылау мәселесін өзекті етеді, бұл тәуекелдерді сандық бағалауды қажет етеді және міндетті етеді, өйткені дәл осы кезеңде тәуекел «цифрланған». ISO 9001:2015 стандартының алдыңғы ИСО нұсқаларымен салыстырғандағы шешуші айырмашылығын «тәуекелдер енді стандартта (алдын алу шаралары түрінде) жасырын емес және СМЖ сапа менеджменті жүйесінің жекелеген процестерімен локализацияланбағанын ескеру қажет. Тәуекел енді бүкіл стандартқа еніп, тұтастай басқару жүйесіне еніп, оның ажырамас қасиетіне айналады және оның бөлігі емес» [40].

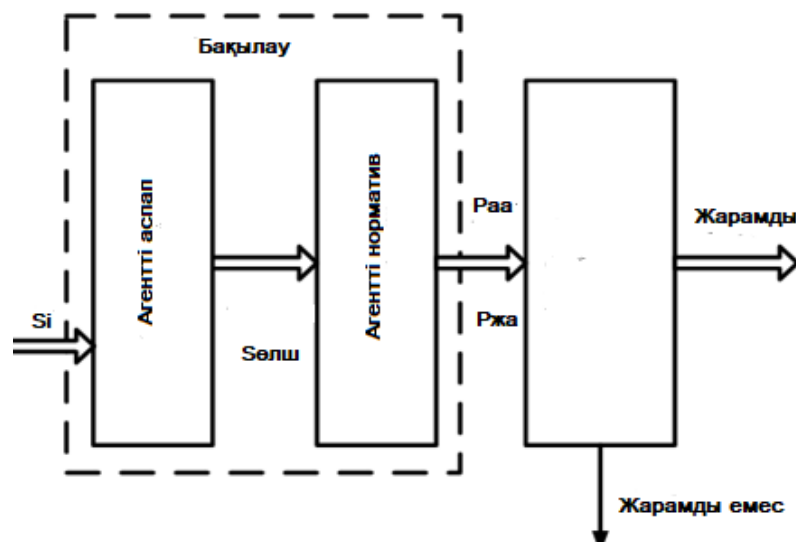
Негізгі бөлім. Көп агентті басқару жүйесінің графикалық құрылымдық-функционалдық моделі, бұл жағдайда реттеуші функцияларды қалпына келтіру бойынша кері байланыссыз, 1-суретте ұсынылып отыр.

1-суретте басқару жүйесі көп агентті құрам болып келеді, онда ыдырау нәтижесінде

келесі агенттерді ажыратуға болады: агент-ақпараттық ағын S_i ; агент-өлшеу процесі $S_{өлш}$; агент – салыстыру процесі ($S_{өлш} > < S_T$), ықтимал тәуекелдерді талдау және қалыптастыру P_{aa} , $P_{жа}$; агент-шешім процесі.

«Өлшеу» агентін оның технологиялық сипатына қарамастан, жеткілікті кең мағынада қарастыруға болады. Өлшеу құралдарының құрамына мыналар кіреді:

- физикалық аспаптар;
- өлшеу техникасы;
- құжаттарды талдау нәтижесінде анықталған мәліметтер;
- қолжетімді сенсорларды пайдаланып ақпаратты бағалайтын пән.



1-сурет. Көп агентті құрылымдық және функционалды басқару моделі

Нақты жағдайларда басқарудың басқарылатын параметрлері мен технологиялық процестері детерминирленген емес сипатқа ие және кейбір бөлу заңдары математикалық жолмен қарастырылған. Алайда нақты тәжірибеде өлшеу дәлдігін бағалау тек құралдардың метрологиялық паспорт деректері бойынша – абсолютті және салыстырмалы қателіктер бойынша жүргізіледі. Бірқатар зерттеулер бақылаудың сенімділігі мен бақылау тәуекелдері агенттік белгісіздіктердің математикалық құрамдары түрінде жүйелі сипат алатынын дәлелдейді [38, 39].

«Белгісіздік» көрсеткіші 30 жылдан астам уақыт бұрын пайда болды. [41, 42, 43] Сәйкесінше бұл тәсіл «өлшеу нәтижесімен байланысты және жоғары ықтималдықпен өлшенетін шамаға жатқызылуы мүмкін мәндердің таралуын сипаттайтын параметр» фактісімен негізделеді. Белгісіздіктер, авторлар ұсынғандай, үш класқа бөлінеді: шешім қабылданатын мәселе туралы біздің біліміміздің толық болмауына байланысты белгісіздік; қоршаған ортаның біздің әрекеттерімізге реакциясын дәл есепке алудың мүмкін еместігімен байланысты белгісіздік, және сайып келгенде, шешім қабылдаушының өз мақсаттарын дұрыс түсінбеуімен байланысты болып келеді [42, 43].

Қазіргі уақытта тағам өнімдерін бақылаудың объективті жүйесінде сапаны бақылауға арналған «Қауіпті талдау және сыни бақылау (НАССР – қауіпті талдау, тәуекелді бағалау және критикалық бақылау нүктелерін анықтау)» стандарты әзірленді [44]. Алайда бұл стандарт әмбебап болып табылады және техникалық қосымшаларда қолданыла бастады.

Ғылыми мәселе. Бақылау процесінің құрылымдық жүйесінің агенттерінің статистикалық сипаты бақылау тәуекелдерін тудырады, олар әдетте «өндіруші тәуекелі (жобалау тәуекелі)» және «тұтынушы тәуекелі» болып бөлінеді. Бұл тәуекелдерді математикалық аппараттар мен есептеуіш техниканың көмегімен сандық бағалап және болжау мүмкін емес. Бұл проблемаларды шешу жолдарын ұсынатын бірқатар жолдар бар. Бақылау және шешім қабылдау жүйесінде тәуекелдерді сандық бағалау және болжау проблемасы ғылым мен техниканың көптеген салаларында, мысалы, жоғарыда атап өтілгендей, Министрлік мақсаттары үшін ұшқышсыз ұшу аппараттары мен спутниктік түсірілімдерді пайдалануда өте өзекті болып отыр. Экономика мен әлеуметтік саланы толық цифрландырудың қазіргі жағдайында жергілікті басқарудың кейбір міндеттерін тиімді шешумен қатар күтпеген мәселелер туындайды, олардың бірі – ТЖМ жүйесінде болжау, сандық бағалау және тәуекелдерді басқару болып табылады.

Зерттеу әдістері. Зерттеулерде әдістемелік негіз ретінде жүйелік әдіс қолданылды. Теориялық зерттеу аясында ғылыми болжамдар айтылып, зерттеу мақсаты, критерийлері мен міндеттері анықталды. Ресімдеу құралдары ретінде бұл мақала ықтималдықтар теориясын, математикалық статистиканы, модельдеуді, агентке негізделген тәсілді қамтитын көп әдісті әдістемені ұсынады.

Зерттеу нәтижесі. Белгілі бір көп параметрлі жүйеде бақылау процесінің сапасын бақылау қарастырылады. Функционалды ішкі процестер ретінде мыналар зерттеледі: өлшеу, өлшенетін шаманы эталондармен салыстыру, талдау, шешім қабылдау. Бұл тапсырмада басқару процесі көп агентті жүйе ретінде қарастырылады, мұнда агенттерді ажырату керек:

- агент – сыртқы орта;
- агент – бақылау объектісі;
- агент – өлшеу процесі;
- агент – стандартты;
- агент – талдау, агент – шешім қабылдау.

Осы контекстте «агенттер» мынадай қасиеттер мен ұғымдарды біріктіреді:

- бағдарламалық және аппараттық құралдардың технологиялық мақсатты нысаны;
- жүйені біріктіру арқылы кейбір ортақ мәселені бірлесіп шешу;
- агент аралық ақпарат алмасу;
- модульдік;
- созылу және бейімделушілік;
- агенттердің функционалдығын формализациялау процесінде көпжақты көзқарас;
- жүйенің ашықтығы.

Атап өткендей, технологиялық және формальды деңгейде өлшеу процесі белгісіздікпен жұмыс істейтіндіктен, бақылау қателері орын алады. Басқару қателері әдетте физикалық тұрғыдан жалған және анықталмаған ақаулар деп аталатын қателерге бөлінеді. Сандық түрде бұл қателер сәйкес ықтималдықтармен бағаланады, бұл жағдайда $P_{жа}$ – жалған ақау ықтималдығы және $P_{аа}$ – анықталмаған ақау ықтималдығы. Сенімділік теориясында «сәтсіздік» термині қолданылады және ықтимал басқару қателері жалған және анықталмаған сәтсіздіктер деп аталады. Бұл ықтималдықтарға жұмысшының тәуекелі және жұмысты тұтынушы тәуекелі сияқты тәуекелдерге прагматикалық мағына да беріледі. Осылайша, көп агентті жүйе параметрлерінің статистикалық сипаттамаларының функциясы ретінде тәуекелдерді бағалау және болжау үшін формальды үлгілерді әзірлеу мәселесі туындайды. Осыған ұқсас тұжырымда бұл мәселе детерминирленген нормалар жағдайлары үшін бұрын келтірілген еңбектерде зерттелген [38, 39].

Өлшеу кезінде келесі ықтимал оқиғалар болуы мүмкін:

– S_i параметрінің шын мәні рұқсат етілген шегінде ($S_T < S_i < S_J$), ал $S_{өлш}$ өлшенген мәні жоғарғы шектен асады немесе төменгі шектен шығады ($S_{i_{өлш}} < S_i$ немесе $S_{i_{өлш}} > S_J$). Бұл нәтижеде бақыланатын параметрдің шынайы мәні қолайлы аймақта – «жақсы» болғанда, ал «құрылғы» оны стандарттан тыс қате түрде бекітетін жағдай – «жақсы емес». Бұл жағдай «жалған бас тарту» (жалған ақау) деп аталады, ал оның пайда болу ықтималдығы – жалған бас тарту ықтималдығы (жалған ақау) $R_{жа}$;

– S_i параметрінің шын мәні сыртта ($S_i < S_T$ немесе $S_i > S_J$), ал өлшенген $S_{i_{өлш}}$ мәні төзімділік шегінде ($S_i < S_{i_{өлш}} < S_J$). Бұл жағдай анықталмаған ақау (анықталмаған ақау) деп аталады және оның пайда болу ықтималдығы анықталмаған ақаулық (анықталмаған ақау) $P_{аа}$.

Жоғарыда аталған жұмыстарда бұл мәселе басқарылатын параметр $f(S)$ таралу тығыздығы функциясының Гаусс немесе Вейбулл заңдары бойынша, ал өлшеу қателіктері $\varphi(y)$ Гаусс заңы бойынша таралу шартында шешілді, және бақылау тәуекелдерін сандық бағалау үшін келесі аналитикалық өрнектер әзірленді [36]:

$$\begin{aligned}
 P_{лб} &= \sum_{i=1}^k \left(e^{-\frac{S_i^\beta}{\alpha}} - e^{-\frac{S_{i+1}^\beta}{\alpha}} \right) \times \\
 &\times \left[\frac{1}{\sigma_y \sqrt{2\pi}} \int_{S_n}^{S_i-3\sigma_y} e^{-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}} dy + \frac{1}{\sigma_y \sqrt{2\pi}} \int_{S_e}^{S_i+3\sigma_y} e^{-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}} dy \right] \\
 P_{ум} &= \sum_{i=1}^k \left(e^{-\frac{S_i^\beta}{\alpha}} - e^{-\frac{S_{i+1}^\beta}{\alpha}} \right) \cdot \frac{1}{\sigma_y \sqrt{2\pi}} \int_{S_n}^{S_i-3\sigma_y} e^{-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}} dy + \\
 &+ \sum_{i=1}^k \left(e^{-\frac{S_i^\beta}{\alpha}} - e^{-\frac{S_{i+1}^\beta}{\alpha}} \right) \cdot \frac{1}{\sigma_y \sqrt{2\pi}} \int_{S_B}^{S_i+3\sigma_y} e^{-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}} dy
 \end{aligned} \tag{1}$$

Ұсынылған жұмыс су тасқыны немесе өрт сияқты төтенше жағдайдың параметрлерін бақылау тәуекелдерін мониторингілеуге және жедел сандық бағалауға арналған. Тәуекелді бағалау Төтенше жағдайлар министрлігінің спутниктік ақпараты бойынша су тасқыны немесе өрттің аса қауіпті аймақтарындағы оқиғаны зерделеу кезінде жүзеге асырылады. Бұл оқиғалардың өлшенетін және бақыланатын параметрлері динамикалық және нашар болжамды болып табылады, сондықтан осы мақсаттар үшін қалыпты статистикалық заңдарды пайдалану мүмкін емес. Бұл жағдайда максималды белгісіздік жағдайы, яғни бақыланатын параметрдің тең ықтималды таралу заңы зерттеледі. Басқарылатын аумақтың спутниктік фотосуретінің цифрлық үлгісінде бір пиксельдің бағасы 200 метрді құрайды [25]. Тәуекелді сандық бағалау қажеттілігі спутниктік мониторинг жүйесінің өте жоғары құнына және осы ақпарат негізінде қабылданған субъективті басқару шешімдерінің төмен сенімділігіне байланысты.

Бұл мақалада нақты тәжірибеге сәйкес келетін детерминирленген емес нормалардың жағдайы қарастырылады. Жақында стандарттарды кездейсоқ шамалар ретінде қарастыру ұсынылатын жұмыстар пайда болды, мысалы, экология саласында [37].

Детерминирленген емес стандарттармен ықтимал бақылау қателерін бағалау және

болжау үшін математикалық модельдерді жасау үшін белгілі бір шартты бақыланатын S параметрі таңдалды. Бұл параметрдің таралу тығыздығы функциясы $f(S)$ болып табылады. Өлшеу құралының кездейсоқ қателігінің таралу тығыздығының функциясы $\varphi(y)$. Стандарттар ретінде мыналар көрсетілген: S_T – төменгі стандарт және $S_{ж}$ – жоғарғы стандарт және олардың таралу заңдылықтары түріндегі статистикалық сипаттамалары

$$\theta_1(S_H) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_H} e^{-\frac{(S_H - S_{Hcp})^2}{2\sigma_H^2}}; \quad \theta_2(S_B) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_B} e^{-\frac{(S_B - S_{Bcp})^2}{2\sigma_B^2}}, \quad (2)$$

мұндағы $\sigma_T, \sigma_{ж}$ – төменгі және жоғарғы стандарт мәндерінің стандартты ауытқулары (белгісіздіктері); $S_{Tор}, S_{жор}$ – төменгі және жоғарғы эталондардың орташа арифметикалық мәндері.

Бұл жағдайда $S_{ж}$ және S_T нормаларының таралу заңдары қалыпты заңдармен, ал бақыланатын параметр S тең ықтималдық заңымен жуықталатын кезде құрам қарастырылады. Біркелкі таралу заңы (бірдей ықтималдықтағы) таралу тығыздығы функциясы және интегралдық үлестіру функциясы ретінде аналитикалық түрде келесідей беріледі:

$$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \notin [a, b) \\ \frac{1}{b-a} & \text{при } x \in [a, b) \end{cases} \quad F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x < a \\ \frac{x-a}{b-a} & \text{при } a \leq x < b \\ 1 & \text{при } x \geq b \end{cases}$$

$S_{Tор}$ орташа мәні төменгі стандарттың белгісіздік (шашырау) аймағының орталығы болып табылады. Сол сияқты, $S_{жор}$ орташа мәні жоғарғы стандарттың вариация диапазонының орталығы болып табылады.

Тұжырымдалған мәселеден зерттелетін агент моделінің белгісіздік параметрлері мыналар болып табылады: σ_s – басқарылатын параметр; кездейсоқ өлшеу қателігінің орташа квадраттық ауытқулары σ_φ ; $\sigma_T, \sigma_{ж}$ – эталондардың стандартты ауытқулары.

Модельдеудегі бірінші қадам технологиялық басқару процесін қарапайым кездейсоқ оқиға-процедуралар деңгейіне дейін ыдырату болып табылады.

Ыдырау нәтижесінде келесі оқиғалар анықталды:

- бақыланатын S_i параметрінің ағымдағы мәнін өлшеу және $S_{i_{өлш}}$ өлшенетін мәнін алу;
- өлшенетін шаманы $S_T, S_{ж}$ эталондарымен (стандарттарымен) салыстыру;
- шешім қабылдау.

Келесіде келесі белгілер қолданылады:

S – басқарылатын параметр;

S_i – басқарылатын параметрдің ағымдағы мәні;

$F(x_T), F(x_{ж})$ – төменгі және жоғарғы эталондардың интегралды таралу функциялары;

$S_{i_{өлш}}$ – бақыланатын параметрдің ағымдағы өлшенген мәні;

$S_{ж}$ – басқарылатын параметрдің жоғарғы стандартты мәні.

S_T – бақыланатын параметрдің төменгі стандартты мәні;

$f(S)$ – басқарылатын параметрдің таралу тығыздығының функциясы;

$(S_{өлш})$ – реттелетін S параметрінің кездейсоқ өлшеу қателігінің таралу тығыздығы функциясы;

a, b – біркелкі таралу параметрлері.

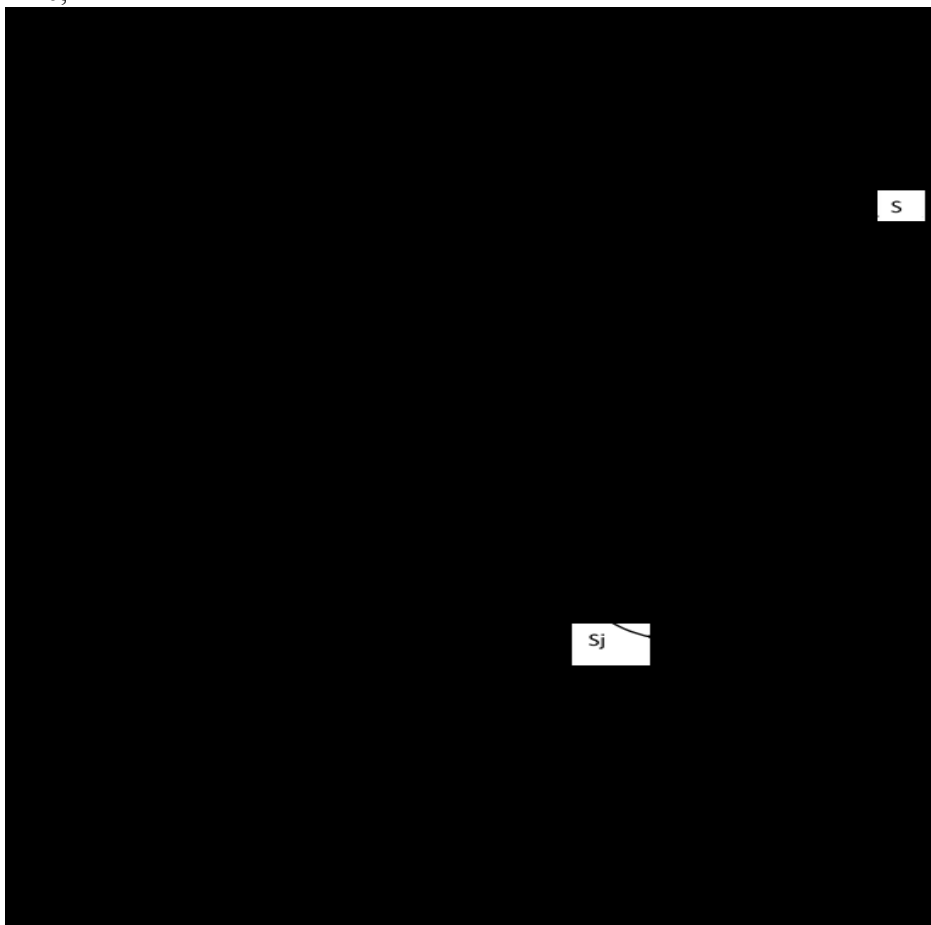
Тәуекелді қалыптастыру процесін модельдеу үшін модельдеу тәсілі таңдалды.

Бақыланатын параметрді бөлудің біркелкі заңы бар бақылау тәуекелдерінің қалыптасу процесін түсіндіретін графикалық модель 2-суретте көрсетілген.

Бақыланатын параметрдің рұқсат етілген шегі жағдайында кездейсоқ қатесі бар

құралдармен өлшеу кезінде келесі төрт ықтимал оқиға болуы мүмкін:

- S_i параметрінің шын мәні төзімділік шегінде және өлшенген мән – төзімділік шегінде $S_{i_{өлш}}$;
- S_i параметрінің шын мәні төзімділік шегінен тыс және өлшенген $S_{i_{өлш}}$ төзімділік шегінен тыс;



2-сурет. Модельдеу тәсілінің графикалық моделі

– S_i параметрінің шын мәні төзімділік шегінде, ал $S_{i_{өлш}}$ өлшенген мәні рұқсат ету шегінен тыс. Бұл нәтижеде бақыланатын параметрдің шынайы мәні қолайлы аймақта - «жақсы» болғанда және «құрылғы» оны стандарттан тыс қате түрде бекітетін жағдай бар - «жақсы емес». Бұл жағдай «жалған ақау» (жалған бас тарту) деп аталады, ал оның пайда болу ықтималдығы жалған ақаудың ықтималдығы $P_{жа}$;

– S_i параметрінің шын мәні төзімділік шегінен тыс, ал өлшенген мән – рұқсат шегінде $S_{өлш}$. Бұл жағдай – анықталмаған ақау деп аталады, ал сәйкес ықтималдық – анықталмаған ақау $P_{аа}$.

Ықтималдық теориясындағы оқиғалардың жоғарыда аталған тобы үйлеспейтін оқиғалардың толық тобы деп аталады. Бұл топтың алғашқы екі жағдайы қалыпты қатесіз нәтижелер болып табылады және бұл мәселеде оларды есепке алудың қажеті жоқ.

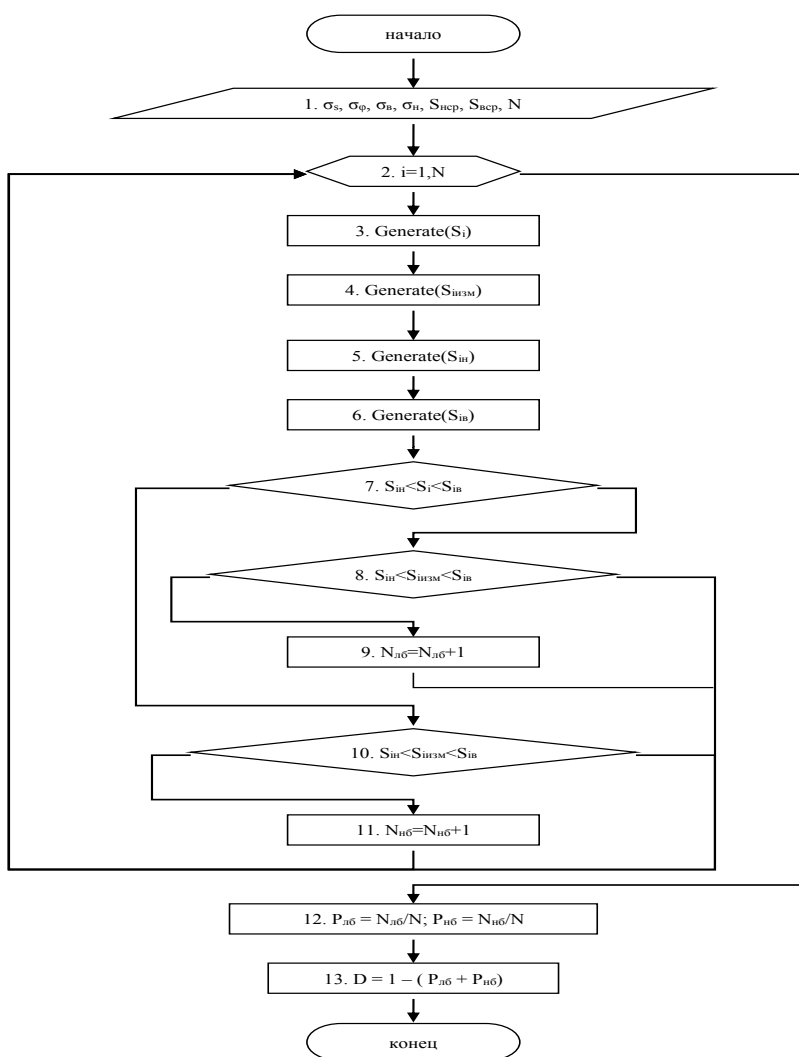
$P_{жа}$ және $P_{аа}$ ықтималдықтарының сандық есебі үшін алгоритмі 3-суретте көрсетілген модельдеу моделі жасалды.

Модельдің 1 блогында (3-сурет) үлестірімдердің статистикалық сипаттамалары енгізіледі: σ_s – бақыланатын параметрдің стандартты ауытқуы, σ_φ – өлшеу қателігінің стандартты ауытқуы, σ_t және $\sigma_{ж}$ – төменгі және стандартты ауытқуы жоғарғы стандарт мәндері, жоғарғы нормативтік мәндер, a, b – тең ықтималдық заңының параметрлері, N – еліктеу саны.

2-блок 1-ден N -ге дейінгі циклды ашады.

3, 4, 5, 6 блоктарында стандарттардағы төменгі S_{in} және жоғарғы S_i кездейсоқ мәндері жасалады («ойнатылған»).

7-блокта IF (тармақталу) $S_{in} < S_i < S_{ib}$ логикалық шарты бар. Егер, $S_{in} < S_i < S_{ib}$, яғни. Егер S_i мәні төзімділік шегінде болса (шарт ақиқат - ИӘ), онда енді $S_{in} < S_{iөлш} < S_{ib}$ (блок 8) өлшеу нәтижесін талдау шарты, ал ИӘ жағдайында – дұрыс нәтиже, бақылау 2-блокқа жаңа циклді ұйымдастыруға ауыстырылады. Егер 8-блокта шарт жалған – ЖОҚ болса, онда қате орын алды – жалған ақау, 9-блокта осы жағдайлардың санауышы іске қосылады және басына қайтарылады. келесі цикл блогы 2 орын алады.



3-сурет. Шешім қабылдау параметрлерінің белгісіздігі жағдайында бақылау қателерін сандық

есептеуге арналған модельдеу моделі

Егер 7-блокта шарт жалған болса – ЖОҚ, онда 10-блокта $S_{i-7} < S_{i_{\text{өлш}}} > S_{i-ж}$ шартының талдауы орын алады және егер нәтиже дұрыс болса, бақылау жаңа циклдің басына ауыстырылады (2-блок), әйтпесе (ЖОҚ) анықталмаған ақаудың қатесі пайда болады және 11-блокта $N_{жа}$ есептегіші іске қосылады және 2-блокта жаңа цикл басталады.

N -ге тең модельдеулердің берілген санын аяқтағаннан кейін 12-блокта формулалар бойынша жалған және анықталмаған ақау ықтималдықтары есептеледі (бақылаудың ықтимал қателері)

$$P_{лб} = N_{лб}/N; P_{нб} = N_{нб}/N,$$

мұндағы $N_{жа}$ – жалған ақау есептегішінің мазмұны; $N_{аа}$ – анықталмаған ақауларды есептегіштің мазмұны; N – модельдеу қайталауларының жалпы саны.

13-блокта басқару сенімділігінің интегралды көрсеткіші – $D D = 1 - (P_{жа} + P_{аа})$ формуласы бойынша есептеледі.

Ұқсас есептеулерді тарату заңдарының әртүрлі комбинациялары үшін жасауға және модельдеу агенттерінің таралу заңдарын бақылау тәуекелдеріне әсер ету дәрежесін салыстыруға болады.

Компьютерлік эксперимент нәтижелері. Компьютерлік эксперимент барысында бақылау агенттерінің параметрлеріндегі белгісіздіктердің бақылаудың тәуекелдері мен сенімділігіне әсерін сандық бағалау мақсаты қойылды. Бақылау нәтижелерін сандық бағалау статистикалық сипаттамалардың сандық комбинацияларының әртүрлі вариацияларын модельдеу модельдеу арқылы зерттелді: бақыланатын параметр, өлшеу қателігі, стандартты мәндер. Метрологиялық сипаттағы мәселелерді зерттеу үшін имитациялық тәсілдерді қолдана отырып, модельдеудің әдістемелік қателігін бағалау қажет сияқты, ол көп жағдайда сынақтардың (еліктеулердің) санына байланысты. Осы мақсатта компьютерлік эксперимент жүргізілді, оның тапсырмалары K еліктеу санының функциясы ретінде компьютерде дисперсия мен есептеу уақытын бағалауды қамтиды.

Мысал ретінде біз $2s$ интервалында бақылау нәтижелерінің пайда болу санын зерттедік. 1-кестеде компьютерде имитациялық модельдеудің әдістемелік қателігін бағалау нәтижелері берілген.

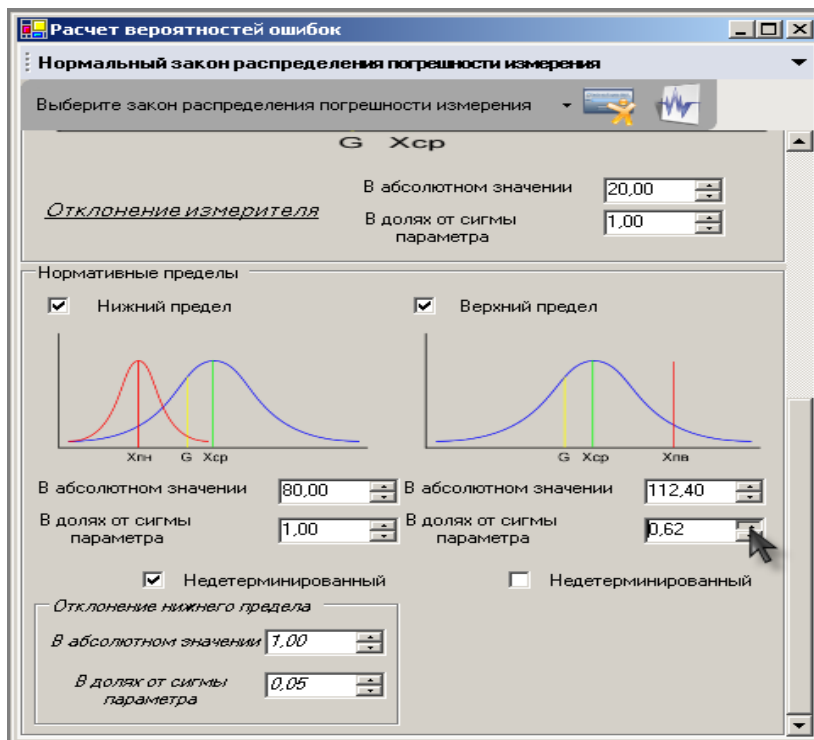
1-кесте. Тесттер санына байланысты әдістемелік қате

Еліктеу саны, (K)	100	500	1000	2000
Қателік, (δ %)	15,4	8,8	7,3	6,4

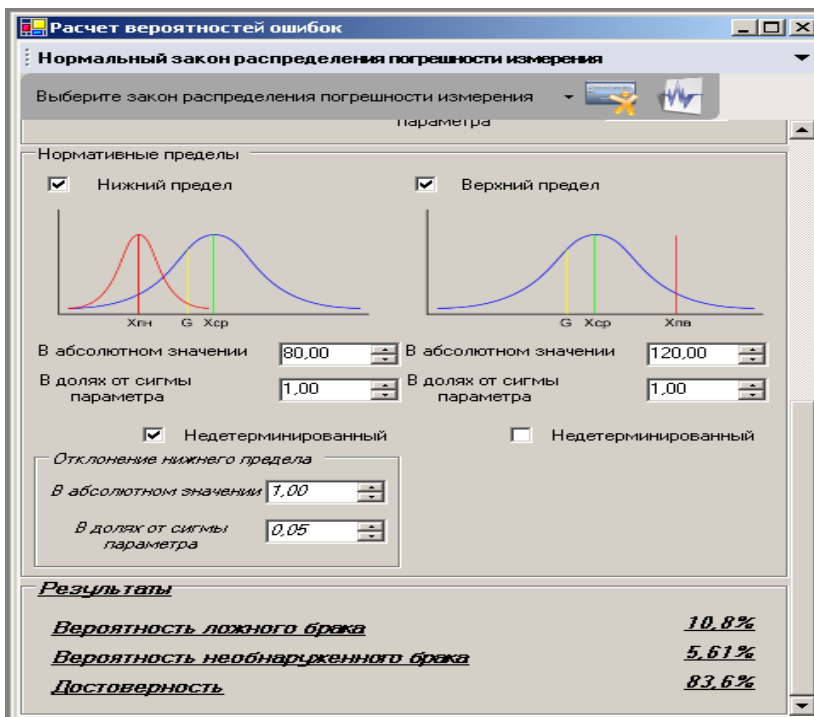
Сынақ нәтижелері K -де 2000-нан астам қателік бар екенін көрсетті. δ % өте баяу төмендейді. Компьютерлік эксперимент жүргізу үшін программалық қосымша әзірленді, бағдарлама жұмысының кейбір экрандық көшірмелері 4-5 суретте көрсетілген.

Басқару қателерін есептеу үшін барлық қажетті өрістерді енгізгеннен кейін және есептеуді бастау түймешігін басқаннан кейін есептеу нәтижелерін көрсету элементі пайда болады.

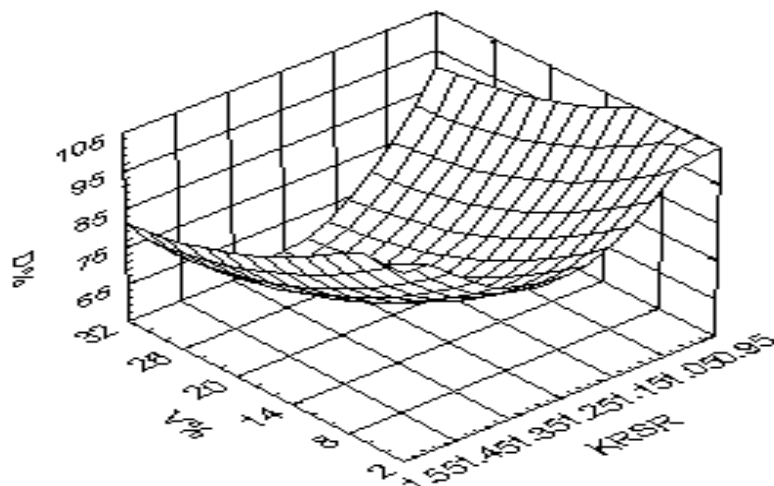
Өлшеу қателігінің кез келген сипаттамасының мәнін өзгертудің немесе қатенің түрі мен шамасына нормативтік шектеулердің әсерін зерттеу үшін зерттеу нысанын ашу керек. Бұл пішін негізгі терезенің немесе есептеу формасының жылдам іске қосу жолағындағы сәйкес түймені басу арқылы жасалады немесе қолданбаның негізгі мәзірінен шақырылуы мүмкін. Компьютерлік эксперимент нәтижелерінің нұсқаларының бірі 6-суретте 3D графикалық форматта көрсетілген.



4-сурет. Стандартты шектердің мәндерін енгізу



5-сурет. Бақылау қателіктерін есептеу нәтижелері



6-сурет. 3D модельдеу нәтижелері

6-суретте осьтер бойымен бейнеленген: бақылау сенімділігі D , өлшеу белгісіздігінің бақыланатын параметрдің белгісіздігіне қатынасы ретінде вариация коэффициенті ($V\% = \sigma/\bar{x}$), KRSPR - ss бірліктеріндегі орташа төзімділік мәні. 6-суретте көрсетілгендей, есептеу арқылы анықталатын минималды сенімділік аймағы бар.

Қорытынды. Компьютерлік эксперименттің нәтижелері бақылау қателерінің (тәуекелдерінің) статистикалық ықтималдығы айтарлықтай дәрежеде өлшеу қателігіне емес, өлшемнің стандартты ауытқуының (белгісіздігі) қатынасы түріндегі сандық құрамға тәуелді екенін көрсетті.

Модельдеу нәтижелерін 3D кеңістіктік пішінде көрсету бақылау агенттерінің статистикалық сипаттамаларының барлық мүмкін құрамдары үшін бақылау нәтижелерінің жалпы жүйелік бейнесін визуалды түрде бағалауға мүмкіндік береді.

Компьютерлік эксперимент барысында бақылау белгісіздіктерінің статистикалық комбинациялары жалған ақау ықтималдығына $P_{жа}$ (жоба тапсырыс берушісінің тәуекелі) көбірек әсер ететіні анықталды. Өлшеу қателігінің белгісіздігі σ/\bar{x} мәніне сәйкес келсе, тәуекел 30%-дан асуы мүмкін. Сонымен қатар стандарттардың белгісіздігінің әсері қателік әсерінен жоғары болады. Осыдан әрбір нақты жоба үшін техникалық-экономикалық ұтымдылық себептері бойынша стандарттарды таңдаудың басымдығы шығады. 3D түрінде ұсынылған нәтижелер жасырын параметрлік синергияның суретін көрсетеді, суреттен көрініп тұрғандай, ең төменгі сенімділік аймағы визуалды түрде бейнеленеді, бұл осы аймақты аналитикалық іріктеу бағдарламасын әзірлеу үшін жаңа тапсырма береді.

Алынған нәтижелер төтенше жағдайларды басқару қызметтерінде шешімдер қабылдаудың автоматтандырылған сапасын бақылау жүйелерін математикалық және әдістемелік қамтамасыз ету ретінде пайдаланылуы мүмкін.

Әдебиеттер тізімі

1. Метод постановки целей по smart//dogmon.org/metod-postanovki-celej-Гитер Друкер
2. SMART - технология постановки целей с примерами lifemotivation.online/razvitie-lic...
3. Ардашкин И.Б. -технологии как феномен: концептуализация подходов и философский анализ. являются ли -технологии действительно умными?1 – Томск, ТГУ. Вестник Томского государственного университета Философия. Социология. Политология. – 2018. – № 43.

4. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации», 28.07.2017 // Сайт Правительства России, июль 2017. URL: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf> (дата обращения: 30.03.2018).
5. Chmykhalo, A.Yu. & Ardashkin, I.B. (2014) Future development of science and innovation in modern Russia. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Filosofiya. Sotsiologiya. Politologiya - Tomsk State University Journal of Philosophy, Sociology and Political Science. 4(28). pp. 111— 122. (In Russian).
6. José Luis Carrasco-Sáez, Marcelo Careaga Butter, María Graciela Badilla-Quintana. The New Pyramid of Needs for the Digital Citizen: A Transition towards Smart Human Cities // Sustainability. 2017. № 9, 2258. doi: 10.3390/su9122258 (дата обращения: 27.03.2018).
7. Надлер Д. Мышление прорыва / Д. Надлер, Ш. Хибино. – Минск: ООО «Попурри», 1999. – 496 с.
8. Янг С. Системное управление организацией. Пер. с англ. под ред. С.П. Никанорова, С. А. Батасова. М., «Советское радио», 1972. – 456 с.
9. Оптнер С. Л. Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем. Изд-во «Советское радио», 1969
10. Бир Ст. Кибернетика и управление производством. Изд-во «Наука», 1965.
11. Young S. Designing a Behavioral System, Academy of Management Proceedings, 1963. – P. 76-83.
12. Young S. Designing the Management System. Academy of Management Journal, July, 1964.
13. March J. G., Simon H. A. Organizations, N.Y., 1958.
14. Cyert R.M., March J.G. A Behavioral Theory of the Firm. Englewood Cliffs, N.J. Prentice Hall, 1963.
15. Гермейер Ю. Б. Введение в теорию исследований операций. – М.: Наука, 1971. – 234 с.
16. Глоссарий Россия – США. Российско-американская межправительственная комиссия по экономическому и технологическому сотрудничеству / Комитет по здравоохранению. – США, 1999. – 61 с.
17. Gorbunov, D.V. & Nesterov, A.Yu. (2017) Technological future of Russia: the challenge of the "third nature". VestnikSamarskogo universiteta. Aerokosmicheskaya tekhnika, tekhnologii i mashinostroyeniye - Vestnik of Samara University. Aerospace And Mechanical Engineering. 16(4). pp. 6071. (In Russian). DOI: 10.18287/2541-7533-2017-16-4-60-71
18. Ардашкин И.Б. -общество как этап развития новых технологий для общества или как новый этап социального развития (прогресса): к постановке проблемы // Вестник Томского государственного университета. Философия. Социология. Политология. 2017. № 38. – С.32-45.
19. Джиган О.В. Философские аспекты использования сетевых технологий // Экономические и социально-гуманитарные исследования. 2015. № 1 (5). – С. 110-115.
20. Цифровая трансформация отраслей: стартовые условия и приоритеты: доклад к XXII Международной. научной конференции по проблемам развития экономики и общества – Москва, 2021 г. – 235 с.
21. Nikitina, E.A. (2016) The problem of subjectivity in intellectual robotics. Filosof-skiye prob-lemy informatsionnykh tekhnologiy i kiberprostranstva - Philosophical problems of IT and Cyberspace. 2(12). pp. 31-39. (In Russian). DOI: 10.17726/phillIT.2016.12.2.3.
22. Нестеров А.В. О соотношении общества и общества, построенного на знаниях //База данных Nethash.ru, 2014. URL: <https://pravo.hse.ru/data/2014/04/27/> (дата обращения: 27.03.2018).
23. Проект «Разработка многоцелевой аэрокосмической системы прогнозного мониторинга (МАКСМ), Алматы, 2014.
24. Отчет 2019 по «Целевая научно-техническая программа О.0782» по республиканской бюджетной программе 217 «Развитие науки»
25. Методы геосистемного прогнозирования//poisk-ru.ru/s41224t18.html.
26. 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>
27. Jacques Ferber, Olivier Gutknecht, Fabien Michel The MADKIT Agent Platform Architecture [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.madkit.net/documents/others/MadkitTechnicalReport.pdf>
28. 29.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
29. 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.

30. International Conference on Simulation and Modeling Methodologiens, Applications. Quantitative Evaluation of Accuracy of Digital Microscope System for Automated Petrographic Analysis/ Shvets O. - Vienna, Austria. – P.559-566.
31. Каримов Б.Б. Робастное проектирование автомобильных дорог: Монография / Б.Б. Каримов, В.А. Корнев, А.А. Макенов. – М.: МПК, 2018. – 160 с.
32. Буянов И. А., Исламов В. К. Автономная система ориентирования беспилотного летательного аппарата: состав и схема функционирования в формате 3D // Молодой ученый. – 2018. – №1. – С. 10-16. – URL <https://moluch.ru/archive/187/47676/> (дата обращения: 11.03.2019),
33. <http://elib.spbstu.ru/dl/2/v16-2220.pdf/download>.
34. <http://geohydroeco.ru/>
35. Alibekkyzy K, Wojcik W, Vyacheslav K, Belginova S. Robust data transfer paradigm based on VLC technologies. Journal of Theoretical and Applied Information Technology. 2021 Little Lion Scientific. 15th February 2021. – Vol.99. – No 3.
36. Мазур И.И., Молдаванов О.И., Шишов В.Н. Инженерная экология. Общий курс: В 2 т. – Т. 1. Теоретические основы инженерной экологии: учеб. пособие для вузов / под ред. И.И. Мазура. – М.: Высш. шк. 1996. – 637 с.
37. Морозова О.В., Романова Е.В., Корнев В.А. Моделирование бизнес-процессов сложных организационно-технических систем: Монография: Морозова О.В., Романова Е.В., Корнев В.А. – М.: Изд-во МЭСИ, 2015. – 244 с.
38. Кулешов В.К., Корнев В.А. Моделирование процессов контроля и принятия решений: монография/ В.К. Кулешов, В.А. Корнев. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 295 с.
39. IEC 31010, Risk management - Risk assessment techniques
40. Кузнецов В.П. Сопоставительный анализ погрешности и неопределенности измерений// Измерительная техника. – 2003. – № 8. – С. 21-27.
41. Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (Руководство по выражению неопределенности измерения) Международная организация по стандартизации, CHF 92, Case postale 56, CH-1211 Geneva, Switzerland.
42. Руководство ЕВРАХИМ/СИТАК Количественное описание неопределенности в аналитических измерениях: Пер. с англ. Р.Л.Кадиса, Г.Р. Нежиховского, В.Б. Сими́на; под ред. Л.А. Конопелько. – СПб.: ВНИИМ им. Д. Менделеева, 2002. – 149 с.
43. ГОСТ Р 51705.1-2001 Системы качества. Управление качеством пищевых продуктов на основе принципов ХАССП: Общие требования. – М.: ИПК «Издательство стандартов», 2004. – 15 с.

References

1. Goal setting method by smart//dogmon.org/metod-postanovki-celej-...Peter Drucker
2. SMART - goal setting technology with examples lifemotivation.online/razvitie-lic...
3. Ardashkin I.B. -technologies as a phenomenon: conceptualization of approaches and philosophical analysis. Are -technologies really smart?1 - Tomsk, Tomsk State University. Bulletin of the Tomsk State University Philosophy. Sociology. Political science. 2018. No. 43
4. Program "Digital Economy of the Russian Federation", July 28, 2017 // Website of the Government of Russia, July 2017. URL: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf> (accessed: 03/30/2018) .
5. Chmykhalo, A.Yu. & Ardashkin, I.B. (2014) Future development of science and innovation in modern Russia. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. philosophy. Sotsiologiya. Politologiya - Tomsk State University Journal of Philosophy, Sociology and Political Science. 4(28). pp. 111-122. (In Russian).
6. José Luis Carrasco-Sáez, Marcelo Careaga Butter, María Graciela Badilla-Quintana. The New Pyramid of Needs for the Digital Citizen: A Transition towards Smart Human Cities // Sustainability. 2017. No. 9, 2258. doi: 10.3390/su9122258 (date of access: 03/27/2018).
7. Nadler D. Breakthrough thinking / D. Nadler, Sh. Khibino. – Minsk: Potpourri LLC, 1999. – 496 p.
8. Yang S. System management of the organization. Per. from English. ed. S. P. Nikanorova, S. A. Batasova. M., "Soviet radio", 1972. – 456 p.
9. Optner S. L. System analysis for solving business and industrial problems. Publishing House "Soviet Radio", 1969.
10. Beer St. Cybernetics and production management. Publishing house «Nauka», 1965.

11. Young S. Designing a Behavioral System, Academy of Management Proceedings, 1963. – P. 76-83.
12. Young S. Designing the Management System. Academy of Management Journal, July, 1964.
13. March J. G., Simon H. A. Organizations, N.Y., 1958.
14. Curt R.M., March J.G. A Behavioral Theory of the Firm. Englewood Cliffs, N.J. Prentice Hall, 1963.
15. Germeyer Yu. B. Introduction to the theory of operations research. - M. : Nauka, 1971. 234 p.
16. Glossary Russia - USA. Russian-American Intergovernmental Commission on Economic and Technological Cooperation / Health Committee. - USA, 1999. - 61 p.
17. Gorbunov, D.V. & Nesterov, A. Yu. (2017) Technological future of Russia: the challenge of the "third nature". VestnikSamarskogo universiteta. Aerokosmicheskaya tekhnika, tekhnologii i mashinostroyeniye - Vestnik of Samara University. Aerospace And Mechanical Engineering. 16(4). pp. 6071. (In Russian). DOI: 10.18287/2541-7533-2017-16-4-60-71
18. Ardashkin I.B. -society as a stage of development of new technologies for society or as a new stage of social development (progress): to the formulation of the problem // Bulletin of the Tomsk State University. Philosophy. Sociology. Political science. 2017. No. 38. P.32-45.
19. Dzhigan O.V. Philosophical aspects of the use of network technologies // Economic and socio-humanitarian research. 2015. No. 1 (5). pp. 110-115.
20. Digital transformation of industries: starting conditions and priorities: report. to XXII International scientific conference on the development of the economy and society - Moscow, 2021 - 235 p.
21. Nikitina, E.A. (2016) The problem of subjectivity in intellectual robotics. Filosof-skiye prob-lemy informatsionnykh tekhnologiy i kiberprostranstva - Philosophical problems of IT and Cyberspace. 2(12). pp. 31-39. (In Russian). DOI: 10.17726/philIT.2016.12.2.3.
22. Nesterov A.V. On the relationship between society and a society built on knowledge//Database Nethash.ru, 2014. URL: <https://pravo.hse.ru/data/2014/04/27/> (date of access: 03/27/2018).
23. Project "Development of a multipurpose aerospace predictive monitoring system (MAKSM), Almaty, 2014.
24. Report 2019 on "Targeted scientific and technical program O.0782" under the republican budget program 217 "Development of science"
25. Methods of geosystem forecasting//poisk-ru.ru>s41224t18.html.
26. Jacques Ferber, Olivier Gutknecht, Fabien Michel From Agents to Organizations: an Organizational View of Multi-Agent Systems [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.lirmm.fr/~fmichel/publi/pdfs/ferber04ocmas.pdf>
27. Jacques Ferber, Olivier Gutknecht, Fabien Michel The MADKIT Agent Platform Architecture [Electronic resource]. – Access Mode: <http://www.madkit.net/documents/others/MadkitTechnicalReport.pdf>
28. Muhammad Sohail MADKIT (Multi-Agent Development Kit): A generic multi-agent platform [Electronic resource]. – Mode of access: http://perso.limsi.fr/jps/enseignement/examsma/2005/1.plateformes_2/SOHAIL/SOHAIL.htm
29. Makenov A.A., Mashekenova A. H., Radjabov R. C. Quality assessment of multi-parameter control of vehicle complex systems efficiency. – Almaty, 2020. Volume 2, No. 2(440). – pp. 96–102.
30. International Conference on Simulation and Modeling Methodologies, Applications. Quantitative Evaluatin of Accuracy of Digital Microscope System for Automated Petrographic Analysis/ Shvets O. - Vienna, Austria: p.559-566.
31. Karimov B.B. Robust road design: Monograph / B.B. Karimov, V.A. Kornev, A.A. Makenov. – M.: MPK, 2018. – 160 p.
32. Buyanov I. A., Islamov V. K. Autonomous system of orientation of an unmanned aerial vehicle: composition and scheme of functioning in 3D format // Young scientist. — 2018.—№1.—S. 10-16. — URL <https://moluch.ru/archive/187/47676/> (date of access: 03/11/2019), <http://elib.spbstu.ru/dl/2/v16-2220.pdf/download>.
33. <http://elib.spbstu.ru/dl/2/v16-2220.pdf/download>.
34. <http://geohydroeco.ru/>
35. Alibekkyzy K, Wojcik W, Vyacheslav K, Belginova S. Robust data transfer paradigm based on VLC technologies. Journal of Theoretical and Applied Information Technology. 2021 Little Lion Scientific. 15th February 2021. Vol.99. no 3.
36. Mazur I.I., Moldavanov O.I., Shishov V.N. Engineering ecology. General course: In 2 volumes. T.1. Theoretical foundations of engineering ecology: textbook. allowance for higher educational institutions / ed. I.I. Masuria. - M. : Higher. school 1996. - 637 p.
37. Morozova O.V., Romanova E.V., Kornev V.A. Modeling of business processes of complex organizational and technical systems: Monograph: Morozova O.V., Romanova E.V., Kornev V.A. – M.: MESI Publishing House, 2015. – 244 p.

-
38. Kuleshov V.K., Kornev V.A. Modeling of control and decision-making processes: monograph / V.K. Kuleshov, V.A. Kornev. – Tomsk: Publishing House of the Tomsk Polytechnic University, 2011. – 295 p.
 39. IEC 31010, Risk management - Risk assessment techniques
 40. Kuznetsov V.P. Comparative analysis of error and uncertainty of measurements// Izmeritelnaya tekhnika. - 2003. – No. 8. – S. 21-27.
 41. Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement International Organization for Standardization, CHF 92. ISO, Case postale 56, CH-1211 Geneva, Switzerland.\
 42. Guide Evrachem / SITAK Quantitative description of uncertainty in analytical measurements: Per. from English. R.L. Cadiz, G.R. Nezhikhovsky, V.B. Simina; ed. L.A. Konopelko. - St. Petersburg: VNIIM im. D. Mendeleev, 2002. - 149 p.
 43. GOST R 51705.1-2001 Quality systems. Food quality management based on HACCP principles: General requirements. - M.: ИПК "Publishing House of Standards", 2004. – 15.
-
-