КАИМОВ СУЛЕЙМЕН ТАЛГАТОВИЧ

АДАМ ҚОЛЫНЫҢ ҚОЗҒАЛЫСЫН ЕЛІКТЕТЕТІН БЕЙІМДЕЛГЕН ОРЫНДАУШЫ МЕХАНИЗМДІ МОБИЛЬДІ РОБОТТЫ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІНІҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ ЖӘНЕ БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ҚАМТАМАСЫН ҚҰРАСТЫРУ

6D060300 – «Механика» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін диссертациясына

АҢДАТПА

Зерттеу тақырыбының өзектілігі. Баршаға мәлім, Жер бетіндегні климатты жақсартудың өзекті мәселесін шешу үшін 2015 жылдың желтоқсанында Парижде БҰҰ конференциясы өтті, онда әлемнің барлық елдеріне климатты жақсарту үшін парниктік газдар шағарындыларын азайту жөніндегі ұлттық бағдарламаларды қабылдау ұсынылды. Осы жағдайларға байланысты, ҚР әрбір азаматы елдегі өнеркәсіптік және басқа да өнімдер өндірісінің технологиялық процестерін жетілдіруге бағытталған инновациялық, техникалық және технологиялық шешімдерді ұсынуға ұмтылуы керек, олардың ішіндегі ең маңыздысы электр энергиясын өндіру. Электр энергиясын өндіру технологиясын жетілдірудің өзекті және перспективті бағыттарының бірі – атомдық электр станциясының (АЭС) жұмыс кезінде өндірілетін, ядролық отында жұмыс істейтін, құрамында уран бар минералдардан түзілген, мысалға, уран және басқа да, олардың ҚР геологиялық қорлары әлемде маңызды болып табылады. ҚР құрамында уран бар минералдар қорлары бойынша әлемнің барлық елдері арасында 1-2 орынды алады.

Ағымдағы уақытта АЭС әлемдегі 30 мемлекетте пайдаланылады, онда электр қуаты 401 реакторда өндіріледі. Сонымен бірге электр қуатының мөлшері, әлем елдерінің АЭС өндірілетін, оның барлық әлемдегі өндірілетін мөлшерінен 5,6% құрайды. АЭС қолдану барысында Жердің атмосферасына парниктік газдар шығарылмайды, бұл оның сөзсіз артықшылығы. Бірақ, АЭС пайдалануы аяқталғаннан кейін, қатты жоғары радиоактивті қалдықтар (ҚЖРАҚ) пайда болады, олар Жер бетиіндегі жануарлар мен өсімдіктер әлеміне өте қауіпті болып келеді. Ондаған жылдар бойы АЭС пайдалану барысында әлемнің әртүрлі елдерінде ҚЖРАҚ 100 пайыз қауіпсіз жерлеу жолдары жаратылмаған.

Қазақстанда әлі берде-бір АЭС салынбаған. Қазақстанның атом энергетикасының даму келешегі зор. Қазақстанда уран кендерінің үлкен шикізат қоры бар. Республикада іргелі және қолданбалы зерттеулер өткізу үшін инфрақұрылым жетілдірілген жоғары технологиялық және іргелі ғылым орталықтары, Курчатовтағы Ұлттық ядерлік орталығы, ядерлік физика радияциялық қауіпсіздік институттары сияқты,заманауи зертханалық және өндірістік базасы бар, оның ішінде «Токомак» орнатылымын қоса

құрылды. Үлбі металлургиялық зауытында технологиялық тізбек пысықталған, оған ядролық отын өндірісі кіреді (уран таблеткалары) және болашақта атомдық станцияларының ядерлік реакторына арналған отын қондырғылары.

Қазақстан Республикасының Үкіметі 2002 жылы уран саласы мен атом энергетикасының 2002-2030 жылдарға даму тұжырымдамасын қабылдады, бұл Қазақстанның энергетикалық секторын қарқынды дамып келе жатқан салаға айналдыруға бағытталған, ол экономикалық дамудың және халықтың әл-ауқатын жақсартудың сенімді негізі бола алады. Бүгінгі таңда Қазақстан уран өндіру жөнінен әлемде бірінші орында, ал уран қоры бойынша екінші орында, әлем бойынша 19% дәлелденген уран қорына ие. Республиканың уран өндіру мен өңдеу салалары ядролық физика және ядролық тэнергетика салаларындағы зерттеулерді жүзеге асыру үшін мүмкіндік береді.

Қазақстанда Каспий теңізінің жағалауында1972 жылдан бері оның 1999 жылы тоқтатылуына дейін ЖН-350 реакторлы атомдық электростанциясы сәтті жұмыс істедіғ оның жылу шығысы 650 МВт, ал электрлік шығысы – 120Мвт дейін болған. Ол теңіз суын тұщыландыру үшін да пайдаланылды. 25 жыл, 10 айлық пайдалану тәжірибесі бар Қазақстан қазір бір немесе екі орташа қуатты атом электрстанцияларын салуды жоспарлап отыр.

Атом энергетикасын қолдану адамның сыртқы және ішкі радиациялық сәулелендіру қаупімен және қоршаған ортаның тозу қаупімен сүйемелденеді. Электр қуатының бұл шығарылым түрі радиоактивті қалдықтардың (РАҚ) түзілуі мен жинақталуына әкеледі. Өйткені өркениеттің қазіргі кезеңіндеадамзат радиоактивті затты радиоактивті емес жұмыс затқа айналдыру құралдары мен әдістеріне иелік етпейді, сол себепті АЭС істегенде түзілген РАҚ мөлшерін максималды төмендету үшін қажетті жағдайлар жасау қажет. Оларды инертті түрге аудару және оларды биосферадан қауіпсіз оқшауландыру қажет. РАҚ пайдалану ғылыми зерттеулер мен техникалық әзірлемелері бағыттары ядролық инфрақұрылымы дамыған елдер, дамушы елдер үшін де басым бағыттарының бірі болып табылады.

Диссертациялық жұмыстың мақсаты – қашықтықтан басқарылатын мобилді роботтың ЖШЭл-тін және/немесе ЖШЭл-терін және т.б. аралық контейнерден ҚЖРАҚ негізгі контейнердің қуысына (қуыстарына) арналған адаптивті тіректе жетілдіру мен құрастыру болып табылады.

Зерттеу нысанын өнеркәсіптік роботтар құрайды. Зертеу пәні болып АЭС ЖӨЭЛ шамадан тыс жүктерге бейімделген адаптивті тіректер болып табылады.

Қойылған мақсатқа байланысты келесі **зерттеу міндеттері** ағымдағы талдауға түседі:

- ЖӨЭЛ тірегінің фалангтерінің қауіпсіз ұстауын қамтамасыз еті;
- қашықтан басқарылатын мобилді роботтың ЖӨЭЛ-ті шамадан тыс жүктемеден арылту үшін ҚЖРАҚ контейнердің қатты тау жыныстарынан өндірілген, қуысына (қуыстарына) геометриялық, құрылымды-кинематикалық және динамикалық параметрлерінің адаптивті ұстауының таңдауы мен негіздеуі;

- адаптивті ұстаудың параметрлерінің геометриялық, құрылымды-кинематикалық және динамикалық таңдауы мен негіздеуінің математикалық әдісі мен компьютерлік моделін жетілдіру;
- адаптивті ұстаудың орындаушы механизмінің, оның қызмет ету аясының стохастикалық жағдайларын ескере отыра, геометриялық, құрылымды-кинематикалық және динамикалық параметрлерінің таңдауы мен негізделуі;
- қашықтан басқарылатын мобилді робот адаптивті ұстауымен ЖӨЭЛ шамадан тыс жүктемесінен арылту үшін ҚЖРАҚ аралық контейнерден, негізгі контейнерге, ол қатты тау жыныстарынан өндірілген, физикалық прототипін өндіру мен құрастыру және оның бағдарламалық іске асуы;

Зерттеу әдістері: теориялық механиканың әдістері және механизмдер мен машиналар теориясы, элементтердің серпімділік және динамика мен құрылыстар теориясы талдаудың математикалық әдістері мен физика-технологиялық процесстерді моделдеу ықтималдылылық теориясы мен математикалық статистика ойынлар теориясы; сандық өлшемдер әдістері мен ақпарат алмасу теориясы және сандық технологиялар.

Ұсынылған **жұмыстың ғылыми жаңалығы** келесі ғылыми жаңалықтарды қамтиды:
- қашықтықтан басқарылатын мобилді роботтың ЖӨЭЛ шамадан тыс жүктемесінен арылту үшін аралық контейнерден негізгі контейнердің тұқымының ҚЖРАҚ қуысына (қуыстарына) адаптивті ұстауының құрылымдық және кинематикалық параметрлерінің ғылыми-дәлелденген критерилерін таңдау үшін әзірленген;
- адаптивті ұстаудың оның қызметінің стохастикалық ортадағы жағдайын ескере отыра геометриялық, құрылымды-кинематикалық және динамикалық параметрлерін математикалық әдісі мен компьютерлік моделін таңдауы мен негіздемесін жетілдіру;
- қашықтықтан басқарылатын мобилді роботтың ЖӨЭЛ шамадан тыс жүктемесінен арылту үшін қосалқы контейнерден,қатты тау жынысынан жасалынған, үшфалангтік және екіфалангтік адаптивті ұстауының құрылысы жетілдірілді және құрылды;
- қашықтықтан басқарылатын мобилді роботтың адаптивті тірегі бар, түрлі пішіндегі шамадан тыс жүктерді арылту үшін зертханалық жағдайларда сәтті тестіленген физикалық моделі жетілдірілді және құрастырылды;
- қашықтықтан басқарылатын мобилді роботты ЖӨЭЛ-дан қосалқы контейнерден шамадан тыс жүктерден арылту үшін ҚЖРАҚ негізгі контейнердің қуысына (қуыстарына) ауыстыру жүйесінің бағдарламалық жасақтамасы жетілдірілді;

Зерттеудің теориялық және тәжірибелік маңыздылығы. Жұмыс барысында алынған нәтижелер мен адаптивті ұстаудың оның қызмет ететін аясының стохастикалық ортасын ескере отыра геометрикаялық, құрылымды-кинематикалық және динамикалық параметрлерінің дәлдігін жоғарылату ұғымының өзі жаңа болып табылад, ғылыми және инженерия саласында Қазақстан Республикасында ғана емес, басқа да әлем мемлекеттерінде тікелей қолданылуына болады. Диссертация тақырыбы бойынша 17 ғылыми

жұмыстан астам ғылыми жұмыстар жарияланған, олар отандық және шетелдік ғылыми басылымдарда жарияланды.

Диссертациялық жұмысты қорғанысқа шығаратын ғылыми инновациялар:

- қашықтықтан басқарылатын мобилді роботтың қызмет атқаруы стохастикалық аясының шарттарын есепке ала отыра, адаптивтік ұстауының параметрлерінің құрылымдық және кинематикалық таңдауының ғылыми дәлелденген әдісі;
- адаптивті ұстаудың геометриялық, құрылымды-кинематикалық және динамикалық параметрлерін таңдауы мен негіздеуінің математикалық әдісі мен компьютерлік моделі;
- қашықтықтан басқарылатын мобилді роботтың ЖӨЭЛ-дің аралық контейнерден шамадан тыс жүктерден арылту үшін ҚЖРАҚ негізгі контейнерден (қуыстарына), қатты тау жыныстарынан өндірілген үш фалангтік және екіфалангтік адаптивті тіректердің инновациялық құрылысы;
- қашықтықтан басқарылатын мобилді роботтың адаптивті тірегі бар, әр түрлі пішінді шамадан тыс артылған жүктерді арылту үшін зертханалық жағдайларда сәтті тестіленген физикалық моделі.

Диссертацияның ғылыми тұжырымдамаларының қорытындылары мен нәтижелерінің тексерілгендігі мен жарамдылығы белгілі тұжырымдамаларды механика мен математика қағидалары мен әдістерін қолданылуымен және алынған теоретикалық нәтижелердің эксперименталды зерттеулерінің келісілгенімен расталады.

Жұмыстың апробациясы. Диссертациялық жұмыстың негізгі тармақтары мен нәтижелері келесі ғылыми іс-шараларда баяндалды және талқыланды:

- инженерлер мен ғалымдардың Дүниежүзілік Конгрессі «Болашақтың энергиясы: инновациялық сценарийлер және оларды жүзеге асырудың әдістері»WSEC-2017 (Астана қ., 19-20 маусым. 2 том);
- 2-ші халықаралық конференция «2nd International Conference of IFToMM Italy, IFIT 2018» (Кассино, Италия,29-30 қараша 2018 ж.)
- 4-ші симпозиум Механика және робототехника халықаралық ғылыми конференциясы «4th IFToMM Symposium on Mechanism Design for Robotics»(Удине,Италия,11-13 қыркүйек 2018 ж.);
- халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция «Информатика, махника және робототехника мәселелерінің өзектілігі. Машина жасаудағы сандық технологиялар», Алматы, 2018 ж.
- халықаралық, ғылыми-тәжірибелік конференция ҚР ғылыми Академиясы, Алматы, ҚР, 2017 ж.
- халықаралық конференция «Жасыл Көпір серіктестіктің платформасы озық инновациялық тәжірибелер үшін», ЭКСПО – 2017, Астана, ҚР,2017;
- халықаралық ғылыми семинар «Инженерлік механиканың өзекті мәселелері», ҚазССР ҒА академигі, т.ғ.д., профессор Қазақстанның құрметті ғылым қызметкері Ж.С.Ержановтың 95-жасына арналған (Алматы, 18-19 шілде 2017 ж.);

- академик У.А.Джолдасбеков атындағы механика және машина жасау институтындағы ғылыми семинары және әл-Фәраби атындағы ҚазҰУ механика кафедрасы (Алматы, 2015-2018 жж).

Басылымдар. Диссертация тақырыбы бойынша автомен 17 жұмыс жарияланды, олардың ішінде ғылыми баспаларда 3 басылым, ҚР БҒМ білім және ғылым саласындағы бақылау Комитетінің ұсынысымен ғылыми іскерлігінің негізі нәтижелерін басылымға беру үшін; 4 басылым ғылыми журналдар мен халықаралық конференциялар еңбектерінде, Scopus деректер базасында индексацияланатын; 10 басылым ғылыми конференциясының шетел және отандық еңбектерінде, 1 патент «Бульдозер құрылғысы» оны құрастыру барысында автордың жетілдірілген әдістері, оның орындаушы механизмінің параметрлерінің бағалауын, оның қызметінің стохастикалық аясының шарттарын ескере отырып қолданылды, «Механикалық қол» өнертабысына басымдылыққа ие анықтама берілді.

Автордың жеке үлесі. Диссертациялық жұмыстың шегінде өткізілген зерттеулердің негізгі нәтижелері автормен дербес алынды. [2] мақалада өтініш беруші өнеркәсіптік робот манипуляторының үш фалангалы бейімделгіш сәйкестендіргішінің негізгі құрылымдық эксперименттерінің параметрлерін оның жұмысының стохастикалық жағдайларын ескере отырып, оны ұстайтын тістің параметрлерін есептеу мысалын қолдана отырып есептеудің математикалық әдісін жасады. Кәсіптік роботтың атом электрстанциясының ядерлық реакторының олардың жылушығаратын сыртқы бөлігінің жиегімен өзара қатынасуы кезіндегі ұстау тұтқасының ұстайтын фаланг тістерінің орналасуының негізделуі бойынша нәтижелері бірлескен автор Каимов Абылайға тиесілі. [32,33,34,35,39,40,42] мақалаларында ізденуші машинаның жұмыс ағзасының орындаушы механизмінің параметрлерінің бағалауының дәлдігін арттыру әдісінің оның жетілдіруін пайдалану нәтижелерін келтіреді, оның негізгі конструктивтік оның қызмет етуінің стохастикалық шарттарын ескеріп, мысалға бульдозердің қоқыс тастау орындаушы механизмінің құрылысын рационализациялауында тұратын нәтижелерін келтіреді. Ал бірлескен автор Каимов Абылайға бульдозердің қоқыс тастау тірегінің жер қыртысының қопару учаскесін алынбалы кескішпышақ орындаушы механизмінің құрылымды-кинематикалық жобасын негіздеу бойынша нәтижелері тиесілі.

Мақалаларда [23, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 43, 44, 59, 60, 61, 62] бірлескен автормен адаптивті тіректің параметрлері мен олардың компьютерлік 3D моделінің геометриялық, құрылымды-кинематикалық және динамикалық таңдау және негіздеу бойынша математикалық әдістері ұсынылған. ЖӨЭЛ-ді шамадан тыс жүк тиеуден арылту үшін роботтың адаптивті тірегінің құрылымды-кинематикалық жобаларының әр-түрлі нұсқалары таңдалды және негізделді. Көлік контейнерінен негізгі контейнерге ЖӨЭЛ-ді шамадан тыс жүк тиеуден арылту үшін компьютерлік 3D моделі жетілдірілді. ЖӨЭЛ-нің адаптивті тіректің геометриялық параметрлерінің қармап алу күштері арасындағы тәуелділіктер анықталды. Оның құрылыс элементтерінің төзімділік пен қаттылығына есептеулер өткізілді. Сол жерде стохастикалық ортаның технологиялық процестің олардың көлік контейнерінен негізгі контейнерге жүк жүк тиеуін есепке

алынып, роботтың адаптивті тірегінің ЖӨЭЛ шамадан тыс жүк тиеу үшін орындаушы механизмінің геометриялық, құрылымды-кинематикалық және динамикалық параметрлерінің айрықша математикалық моделі ұсынылды. Орындаушы механизмінің ЖӨЭЛ-мен адаптивті тірегінің өзара байланысты және өзара әрекеттесті элементтер біркелкі жиынтығы ретінде қарастырылатын жүйелі қадам әдістемесі идеясына негізделген. Ал бірлескен автор Каимов Абылай тәжірибелік зерттеулер жүргізуде қатынасты және оған тәжірибелік зерттеулердің математикалық өңделуінің эмпирикалық нәтижелері бойынша нәтижелер тиесілі және оған шамадан тыс тиелінетін объектінің өнеркәсіптік роботтың манипуляторының адаптивті тірегінің үшфалангтік геометриялық параметрлерінің онымен оның ЖӨЭЛ-мен аралық контейнерден негізгі контейнерге жүк тиеу өзара әрекеттесуінің стохастикалық процестерін жүзеге асыру кезендегі жүк тиелінетін объектінің қармау күшінің кездейсоқ корреляциялық өзгерту процесінің регрессионды қызметі құрастырылды.

Жұмыста [25] бірлескен автормен адаптивті тіреудің екіфалангтік құрылғысы жетілдірілді, оған өнертабысқа патент беруге жағымды шешім алынды. Бірлескен автор Каимов Абылаймен оның құрылымды-кинематикалық жобасы жетілдірілді.

Мақалада [36] техникалық объектінің перспективті бейнесінің математикалық әдісінің құрастырмасын жүзеге асыру нәтижелері бірлескен автормен өңделген, бульдозердің математикалық моделінің перспективті бейнесін құрастыру мысалы негізінде жасау ұсынылған. Бірлескен автор Каимов Абылаймен бұл ғылыми идея жүзеге асырылған болатын және онымен бульдозердің математикалық моделінің перспективалық бейнесі құрылған болатын. Алынған нәтижелер негізінде бірлескен автормен адаптивтік тірегі бар қашықтықтан басқарылатын мобилді роботтың перспективалық бейнесі құрастырылған.

Жұмыста [39] ізденушімен бульдозердің қоқыс тастауғышының жер қопару үшін оның қызмет істеуінің стохастикалық жағдайын ескере отырып орындаушы механизмінің құрылғысы жетілдірілді. Бұл құрылғыға Қазақстан Республикасының инновациялық патенті алынды. Бірлескен автор Каимов Абылаймен бульдозердің құқыс тастауышының орындаушы механизмінің құрылымды-кинематикалық жобасы ұсынылды.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі. Диссертациялық жұмыс бастапқы беттен, мазмұннан, жазбалар мен қысқартулар тізімінінен, кіріспеден, төрт бөлімнен, қорытындыдан және 62 атаулардан тұратын қолданылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Диссертацияның жалпы көлемі 55 иллюстрациядан және 15 кестені қоса қанда 107 беттен тұрады.

Диссертацияның негізгі мазмұны. Диссертациялық жұмыстың тақырыбының, мақсатының, нысанының, пәннің, зерттеу мәселесінің, қолданылған әдістерінің, жұмыстың ғылыми жаңалығының негізделуінің, оның теоретикалық және тәжірибелік мәнділігінің, қорғауға шығарылатын ғылыми заңнамалардан, бар шығарылымдардың санының, жұмыстың апробациясы мен оның өңделуінің деңгейі туралы мағлұматтарының өзектілігінің негіздемесі кіріспеде бейнеленген.

Бірінші бөлімде мәселенің тұжырымдамасы берілді және ЖӨЭЛ-дің екі қарама-қайшы талаптарын ескергенде орын ауыстырудың икемді шектеулігінің (немесе түрінің бұзылуының) жұқа қабырғалы нысанның және тіректің тасымалдау кезіндегі көтеру мүмкіндігінің қорын қамтамасыз ету алдыңғы ізденушілердің қармаудағы ұстау беріктігін қамтамасыз етуі бойынша жұмыстарының сараптамасы жүргізілуде. Бұл мәселе шеңберлі сақина үшін қарастырылады.

Шеңберлі сақинаны екі, үш жұмыс элементтерімен қармау міндеті қарастырылады. Содан соң сақинаның төрт, алты, сегіз байланыс нүктелеріндегі қармауы қарастырылады.

Екінші бөлімде адаптивтік тіректің және олардың компьютерлік 3D моделінің таңдауы мен негізделуі бойынша геометриялық, құрылымдық-кинематикалық және динамикалық параметрлерінің математикалық әдістері көрсетілген. Роботтың адаптивтік тіреуішінің ЖӨЭЛ-ді қайта тиеу үшін жобаларының әр түрлі құрылымдық-кинематикалық нұсқалары таңдалды және негізделді. ЖӨЭЛ-ді көлік контейнерінен негізгі контейнерге тиеудегі компьютерлік 3D моделдері жетілдірілде. ЖӨЭЛ-дің адаптивтік тіреуішінің геометриялық параметрлерінің қармайлары арасындағы күш салу тәуелділіктері анықталды.

Оның құрылғысының элементтерінің төзімділік пен қаттылығына есептеулер жүргізілген.

Диссертацияның үшінші бөлімінде қашықтықтан басқарылатын мобилді робототтың адаптивтік тіреуіші бар ЖӨЭЛ-ді көлік контейнерінен негізгі контейнерге тиеу үшін перспективті бейнесінің физикалық прототипі дамытылды және құрылды. Ол қазір бар бейнесінің (бастапқы күйі) машиналар жиынтығының оның машиналар жағдайының перспективті жаңа бейнесі оларды пайдалану (нәтижелілігі) тиімділігін көтеру мақсатымен ауысу туралы идеясы негізінде құрастырылған. Жалпы түрде машинаның бейнесінің ұтымды нұсқасының негізделуі мен таңдауына әдістемелік қадам күрделі құрылымдардың «тиімділік-құндылық» критериясы бойынша жүйелік сараптама және синтездің негізгі қағидаларына сүйенеді.

Перспективті ауыстырып тиеу робот күйінің экономикалық нұсқасын бағалау мәселесін көпкритерилі балама сараптасының үлгісі бойынша екідеңгейлі оңтайландыру әдісі арқылы шешу.

Сол жерде қашықтықтан басқарылатын мобилді адаптивті қармауы бар роботтың перспективті бейнесінің физикалық моделін құрастыру үшін ізденушімен құрастырылған адаптивті қармау роботтың атқарушы маханизмнінің математикалық есептеу моделінің геометриялық, құрылымды-кинематикалық және динамикалық параметрлері бойынша сфера пішіндес орта формалы жемістер, ЖӨЭЛ-р үлгісінде көлік контейнерінен негізгі контейнерге тиеу тәжірибелік зерттеулері жүргізілді.Диссертацияның төртінші бөлімінде қашықтықтан басқарылатын адаптивті қармау механизмі бар мобилді роботтың еліктеп моделдеу бағдарламалық қамтамасының пайдаланушы нұсқаулығы көрсетілген, сонымен қатар мұнда пайдаланылған негізгі компоненттер сипатталған.

Жұмыс барысында алынған нәтижелер, басқарылатын адаптивті қармау механизмі бар мобилді роботты құрастыру және геометриялық, құрылымды-кинематикалық және динамикалық параметрлерінің, стохастикалық ортанда жұмыс істеуін ескере отырып, дәлдігін бағалау және арттыру концепциясы жаңа болып табылады. Алынған және ұсынылған нәтижелер ғылыми ҚР және бүкіл әлем инженериясының мүддесіне жаратуға болады.