

## **Кошеков Абай Қайратұлының**

6D071900 – «Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алу үшін орындалған диссертациялық жұмысының  
**АҢДАТПАСЫ**

### **«АҚПАРАТТЫҚ КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІҢ ӨЛШЕУ АРНАЛАРЫН ҚҰРУ ҮШІН СИГНАЛДАРДЫ ЦИФРЛЫҚ ӨНДЕУДІҢ СӘЙКЕСТЕНДІРУ ӘДІСТЕРІН ӘЗІРЛЕУ»**

**Жұмыстың өзектілігі.** Бүгінгі таңда ғылым мен техниканың дамуындағы негізгі үрдіс адам өмірінің барлық аспектілеріне ақпараттық-коммуникациялық жүйелерді кеңінен енгізу болып табылады. Ақпараттық-коммуникациялық жүйелерді дамытудың негізгі факторлары радиоэлектрондық элементтер базасын жаңғырту, телекоммуникация жүйелерін масштабтау және жоғары өнімді есептеу технологияларын қолдану болып табылады. Бұл факторлар ел халқының өмір сүру сапасын арттыруға, цифрлық теңсіздікті жоюға және технологияларды дамытуға ықпал етеді.

Қазіргі заманғы телекоммуникациялық және есептеу шешімдерін енгізу және интеграциялау, сигналдарды интеллектуалды өңдеу мен талдаудың тиімді әдістері мен алгоритмдерін әзірлеу және енгізу арқылы ақпараттық-коммуникациялық жүйелердің дамуы білім беру, медицина, аспап жасау, машина жасау, өңдеу өнеркәсібі және т. б. салалардың дамуына оң әсер етеді. Жоғарыда аталған салаларға ақпараттық коммуникациялық жүйелерді енгізу өндірілетін қызметтердің өзіндік құнын төмендетуге, халыққа қолжетімділікті бір мезгілде кеңейте отырып, қолданыстағы әдістердің тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, осы салаларда арнайы аппараттық қолдауды қажет ететін ақпаратты өңдеудің жаңа әдістері мен алгоритмдері пайда болады.

Қазіргі заманғы ақпараттық-коммуникациялық жүйелерді қолданудың негізгі міндеті технологиялық процестерді автоматтандыруды немесе әртүрлі сигналдарды талдауды арттыру қажеттілігі болып табылады. Өлшеу арнасының көмегімен бұл сигналдар зерттелетін объектінің жағдайы, мүмкін болатын ақаулар мен зақымданулар туралы маңызды ақпаратты алып жүруі мүмкін, бұл жүйе операторына автоматты түрде ақаулық туралы ескерту алуға және жүйенің жұмысын қалпына келтірудің тиімді әдісін таңдауға көмектеседі. Бұл ретте сигналдарды автоматтандырылған талдаудың ақпараттық-коммуникациялық жүйелерінен талдау нәтижелерін алу мақсатында зерттеулерді тиімді, сапалы және жылдам жүргізу үшін жүйе операторына шешімдер қабылдауда қолдауды қамтамасыз ету талап етіледі.

Бүгінгі таңда әр түрлі ақауларды анықтаудың ең тиімді элементі ақылды өңдеу процессоры болып табылады, ол әртүрлі датчиктердің көмегімен

сигналдарды тіркейді және оларды өлшеу арнасы арқылы жібереді. Осылайша, ақылды өңдеу процессоры зерттеу объектісінің күйі туралы ең көп ақпарат береді.

Жоғарыда айтылғандарға сүйене отырып, өлшеу сигналын автоматты түрде өңдеу және талдау саласындағы шешімдерді іздеуге соңғы онжылдықта көп көңіл бөлінеді. Бұл бағытта айтарлықтай нәтижелерге қол жеткізілгенін жоққа шығаруға болмайды, бірақ кейбір кезеңдерді ақылды өңдеу процессорында қолданудың негізділігі әлі де жеткіліксіз. Сонымен, бүгінгі күні автоматтандырылған экспресс-тексеру әдістері іс жүзінде жоқ, өлшеу сигналының шуылға қарсы иммунитетін арттыру және т. б. туралы сұрақтар ашық күйінде қалып отыр. Өлшеу арнасының қасиеттері тапсырмаларды рәсімдеуде қиындықтар туғызады және жоғары белгісіздік тудырады, бұл өлшеу сигналын талдауға біркелкі және әмбебап көзқарасты білдірмейді.

Өлшеу сигналын талдау кезінде зияткерлік талдау элементтері бар сигналды сандық өңдеудің радиотехникалық әдістері қолданылады. Бұл талдау өлшеу сигналының бұрмалануын ерте кезеңдерде анықтауға мүмкіндік береді. Нәтижесінде ақпараттық-коммуникациялық жүйелердің қашықтан мониторингі үшін әртүрлі мобильді тіркеушілерді қолдану қажеттілігі туындайды. Мұндай тіркеушілерді дамыту күрделі құрылымдық-алгоритмдік шешімдерді қажет етеді. Алайда, мұндай тіркеушілерді пайдалану үшін қызметкерлерді қосымша оқыту қажеттілігінсіз жүйенің интуитивті функционалдығы қажет.

Осылайша, өлшеу арнасын зерттеуді автоматтандыру проблемасының қазіргі жағдайына сүйене отырып, осы бағыттағы әрі қарайғы ғылыми-зерттеу жұмысы заманауи сандық сигналдарды өңдеу және зияткерлік талдау құралдарын қолданумен байланысты деп айтуға болады.

**Диссертациялық жұмыстың мақсаты** радиотехникалық әдістер мен зияткерлік өңдеу алгоритмдері және өлшеу сигналы мен деректерін талдау негізінде өлшеу арнасын құру жолымен зерттеу және өнеркәсіптік мақсаттағы ақпараттық-коммуникациялық жүйелердің жұмыс істеу сапасын арттыру болып табылады.

Ұсынылған әдістердің мәні өлшеу сигналын тіркеудің және жинаудың жаңа тәсілдерін жасау және объектілердің функционалды жағдайын бағалаудың жаңа тәсілдерін қалыптастыру: болжау, сәйкестендіру, анықтау және т. б. Ұсынылатын шешімдер зерттеушілік және өнеркәсіптік мақсаттағы ақпараттық коммуникациялық жүйелерге біріктіруге, сондай-ақ олардың артықшылықтарын тиімді пайдалануға қабілетті болуы тиіс.

Зерттеу мақсатын қалыптастырғаннан кейін автор келесі **міндеттерді** қалыптастырды:

1) Деректерді зияткерлік өңдеу кезінде бар проблемаларды анықтау мақсатында АЖ мен деректерді жинау, өңдеу және талдау процестерінің жалпы құрылымын зерттеу.

2) Сигналдарды бастапқы өңдеудің теориялық және сараптамалық зерттеулері арқылы өлшеу сигналын интеллектуалды өңдеу мен талдаудың тиімді әдістерін әзірлеу және іздеу және ақпаратты өңдеудің келесі кезеңдерімен үйлесімділікті қамтамасыз ету.

3) Ғылыми-зерттеу және өнеркәсіптік мақсаттағы ақпараттық коммуникациялық жүйелердің өлшеу арнасын жобалау үшін сигналдарды интеллектуалды талдау және өңдеу әдістерін қолдану бойынша ұсыныстар әзірлеу.

4) Сейсмология, металлургия, мұнай-газ машина жасау, қолжазба нышандарын анықтау, электрокардиография салаларында қолдану үшін өлшеу сигналын талдау мен өңдеудің интеллектуалды алгоритмдерін әзірлеу және эксперименттік зерттеу.

5) Сәйкестендіру өлшемдерінің ақпараттық коммуникациялық жүйелерінің аппараттық-бағдарламалық моделін әзірлеу.

6) Сәйкестендіру өлшемдерінің ақпараттық-коммуникациялық жүйелері трактісінің аппараттық қамтамасыз ету құрылымын оңтайландыру.

7) Өлшеу сигналын интеллектуалды өңдеу мен талдаудың әзірленген әдістері мен алгоритмдері негізінде сәйкестендіру өлшемдерінің ақпараттық-коммуникациялық жүйелерінің аппараттық-бағдарламалық моделін синтездеу.

### **Зерттеу әдістері**

Қойылған мақсатқа жету және міндеттерді шешу үшін сигналдарды сандық өңдеудің радиотехникалық әдістері, бейнелерді анықтаудың және сигналдарды сәйкестендірудің зияткерлік әдістері, математикалық және компьютерлік модельдеу құралдары және статистикалық радиотехника қолданылды.

Эксперименттік зерттеулер барысында компьютерлік модельдеу құралдары белсенді қолданылды, нақты объектілер мен процестердің өлшеу сигналы қолданылды. Модельдің аппараттық бөлігінің схемалық шешімдері радиоэлектрондық компоненттердің заманауи базасын қолдануға негізделген.

**Зерттеу нысаны** қосымша функционалды мәселелерді шешу үшін объектінің жағдайы туралы сенімді ақпарат пен мәліметтерді алу процесі болып табылады.

**Зерттеу объектісі** зерттеу және өнеркәсіптік мақсаттағы ақпараттық-коммуникациялық жүйелердегі өлшеу сигналын интеллектуалды өңдеу мен талдаудың радиотехникалық әдістері болып табылады.

Диссертациялық жұмыстың **ғылыми жаңалығы** келесі ережелер мен нәтижелерден тұрады:

1) Сигналдарды және сәйкестендіру өлшемдерін интеллектуалды өңдеу мен талдау негізінде өлшеу арналары бар зерттеу және өнеркәсіптік мақсаттағы ақпараттық-коммуникациялық жүйелерді құруға тұжырымдамалық тәсіл жасалды;

2) Өлшеу сигналын талдауға және өңдеуге арналған ақпараттық-коммуникациялық жүйелердің құрамына өлшеу арнасының қосымша

функцияларын енгізу ғылыми негізделген, бұл объектілерді пайдалану және пайдалану шарттары туралы көбірек ақпарат алуға мүмкіндік береді.

3) Сейсмограммалардың сәйкестендіру сипаттамаларын зияткерлік талдау негізінде жер сілкіністерінің жедел хабаршыларын іздестірудің өлшеу арнасының жұмыс істеу әдістемесі мен алгоритмі ұсынылған.

4) Қолмен жазылған таңбаларды анықтаудың өлшеу каналының жұмыс істеу әдістемесі мен алгоритмі ұсынылған, ол өлшеу сигналын қос кодқа түрлендіруге негізделген, содан кейін анықтамалық-прецеденттік файлдармен салыстырылады.

5) Кластерлер түрінде өлшеу сигналын ұсынатын мәліметтер базасын жобалау үшін кездейсоқ биомедициналық сигналдарды ұсынуды қамтамасыз ететін өлшеу арнасының жұмыс істеу әдістемесі мен алгоритмі ұсынылған.

6) Мұнай-газ жабдықтарының ақауларын анықтауға арналған өлшеу арнасының жұмыс істеу әдістемесі мен алгоритмі ұсынылған, ол бірдей жиілік белгілері бар ақаулар тобын анықтауға мүмкіндік береді.

7) Нысан бойынша шұғыл мәндерді-сигналдың шұғыл мәндерін бөлу арқылы объектінің немесе процестің күйін сипаттайтын тиімді шаманы анықтау үшін ақпараттық коммуникациялық жүйелерде ақпаратты өңдеудің өлшеу арнасының жұмыс істеу әдістемесі мен алгоритмі ұсынылған.

8) Ақпараттық сигналдар мен деректердің сәйкестендіру өлшемдері негізінде құрылған интеграцияланған өлшеу арналары бар ақпараттық-коммуникациялық жүйелерді жобалау бойынша жаңа конструктивті-технологиялық шешімдер ұсынылды.

### **Тәжірибелік маңыздылығы**

Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде алынған ғылыми қорытындыларды автор өндірістің әртүрлі салаларында зерттеу және өнеркәсіптік мақсаттағы сәйкестендіру өлшемдерінің ақпараттық-коммуникациялық жүйелерінің құрамында өлшеу сигналының мобильді тіркеушілерін құру үшін практикада қолданды.

Ұсынылған әдістердің арқасында интеллектуалды әдістер құрылымды жеңілдетуге және өлшеу арнасы мен жалпы ақпараттық-коммуникациялық жүйелердің динамикалық диапазоны мен мүмкіндіктерін кеңейтуге мүмкіндік береді.

Оқыту және зерттеу режимдерінде жұмыс істейтін алгоритмдерді қолдану бойынша жұмыста ұсынылған тәсіл орындалатын міндеттердің дәлдігі мен тиімділігін арттыруға, сондай-ақ қызмет көрсетуші персонал үшін шешім қабылдауды қолдау жүйесін іске асыруға мүмкіндік береді.

Жұмыста пайдаланылатын сәйкестендіру өлшемдерінің ақпараттық коммуникациялық жүйелерінің моделі оқыту деректерінің шектеулілігі мен белгісіздігі жағдайында міндеттерді шешу үшін басқа салаларда практикада пайдаланылуы мүмкін.

## **Мемлекеттік бағдарламалармен байланыс**

Диссертациялық жұмыста ұсынылған ғылыми зерттеулер Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің гранттық қаржыландыруы аясында «Мұнай-газ жабдықтарын диагностикалау және мониторингілеу жүйесін және зияткерлік компьютерлік аспаптарды әзірлеу» тақырыбы бойынша жүргізілді (мемлекеттік тіркеу №2605/ГФ4-15-ОД).

Осы жұмыста ұсынылған зерттеулердің нәтижелері «Ақпараттық Қазақстан - 2020» бағдарламасында айтылған ақпараттық-коммуникациялық жүйелерді дамыту міндеттерін шешуге бағытталған. Мұндай міндеттерге ақпараттық-коммуникациялық компаниялардың қазіргі заманғы инфрақұрылымдық шешімдеріне қол жеткізуді қамтамасыз ету арқылы қалалық және ауылдық халық арасындағы цифрлық теңсіздікті жою, түрлі медиа сервистерге, онлайн платформаларға қол жеткізуді қамтамасыз ету арқылы халықтың елдің әлеуметтік-мәдени өміріне көбірек тартылуын қамтамасыз ету кіреді.

Жұмыста ұсынылатын талдаудың зияткерлік әдістері мен алгоритмдері, сондай-ақ сәйкестендіру өлшемдерінің ақпараттық-коммуникациялық жүйелерінің моделі 2018-2022 жылдарға арналған «Цифрлық Қазақстан» мемлекеттік бағдарламасында ұсынылған Қазақстан Республикасындағы ақпараттық-коммуникациялық жүйелерді дамыту тұжырымдамасына сәйкес келеді. Атап айтқанда, бұл бағдарламада орта мерзімді келешекте дамудың түбегейлі жаңа траекториясын құру ұсынылады, ол болашақта жаңа цифрлық экономиканы құрудың іргетасы болады.

### **Диссертацияның қорғауға ұсынылатын ережелері**

1) Зерттеу объектілерінің жағдайын неғұрлым тиімді бағалауға және анықтауға мүмкіндік беретін өлшеу сигналын түрлендірудің, зияткерлік талдаудың және өндеудің үйлесімді әдістері.

2) Жаңа техникалық шешімдер және сәйкестендіру өлшемдері негізінде құрылған өлшеу арналары бар ақпараттық-коммуникациялық жүйе моделін ғылыми негізделген техникалық әзірлеу.

3) Қосымша функциялары бар өлшеу арналарын жобалауға көзқарас, оның ішінде болжау, анықтау, сәйкестендіру, орташа мәндерді бағалау, өлшеу сигналын кластерлеу.

4) Ғылыми-зерттеу немесе өнеркәсіптік мақсаттағы ақпараттық-коммуникациялық жүйелерде өлшеу арнасын интеграциялауға әдіснамалық тәсіл.

5) Өлшеу сигналын өндеуге және талдауға арналған ақпараттық-коммуникациялық жүйелердің аппараттық-бағдарламалық моделі.

### **Жұмысты апробациялау**

Диссертация авторы жасаған қорытындылар келесі ғылыми алаңдарда ұсынылды және талқылауға берілді: «IEEE International Conference on Power, Control, Signals and Instrumentation Engineering» халықаралық ғылыми

конференциясында (ICPCSI, Үндістан, 2017); «Ғылымды қажетсінетін технологиялар мен зияткерлік жүйелер» халықаралық ғылыми-практикалық конференциясы (Ресей, 2019); «Жүйелер, механизмдер және машиналар динамикасы» халықаралық ғылыми-практикалық конференция (Ресей, 2019); «Ғылыми-практикалық зерттеулер» халықаралық ғылыми-практикалық конференциясы (Ресей, 2020).

### **Жарияланымдар**

Диссертациялық зерттеудің негізгі нәтижелері 15 ғылыми жұмыста, оның ішінде уәкілетті орган бекіткен ғылыми қызметтің негізгі нәтижелерін жариялау үшін ұсынылатын ғылыми басылымдар тізбесіне кіретін ғылыми журналдарда 4 мақалада; Clarivate Analytics және Scopus компаниясының Journal Citation Reports деректері бойынша нөлдік емес импакт-факторы бар халықаралық ғылыми журналдардағы 3 мақалада; халықаралық ғылыми конференция еңбектерінде көрсетілген 5 жұмыста, оның ішінде 5 шетелдік (2 Scopus деректер базасында индекстелген), сондай-ақ 3 патентте көрсетілді.

### **Автордың жеке үлесі**

Диссертациялық зерттеу барысында алынған негізгі эксперименттік және теориялық нәтижелерге автор өзі қол жеткізді. Бірлескен авторлар ұжымының құрамында жарияланған ғылыми жұмыстарда қол жеткізілген нәтижелерді алу, қорытындылау және талдау кезінде ізденушінің негізгі үлесі бар.