

С.И. Латыповтың

6D071800- «Электр энергетикасы мамандығы бойынша» PhD философия докторы дәрежесін алу үшін ұсынылған «Энергетикалық жабдықты диагностикалау мен бақылаудың интеллектуалды жүйесін жасау» диссертациялық жұмысына

АНДАТПА

Жұмыстың өзектілігі. Интеллектуалды технологиялардың дамуы мен оларды әр түрлі технологиялық процесстерге енгізілуі ғылым мен техниканың дамуының келешек бағыты болып саналады. Бұл бағыттың дамуы электр энергетикалық жабдықтың диагностика, бақылау мен тексеру саласында да өзекті болып саналады.

Электр энергетикалық жабдықтарды жаңарту жұмыстары мен олардың өңдеуі, жіберілуі мен үлестіруі бойынша тиімділігін арттыру – Қазақстан Республикасының экономикалық дамуының негізгі бағыттардың бірі болып саналады.

Бақылау жұмыстарын жүргізген кезде нәтижелердің тиімділігін айтарлықтай арттыруға қазіргі замандағы интеллектуалды технологиялар мен компьютерлі жүйелер көмектеседі. Ақпаратты заманауи өңделуі мен бақылаудың нәтижесі болып жабдықты қолдану мерзімінің арттыруы мен оның қалған қорын дәлірек болжауы табылады.

Сонымен қатар, қолданылып жүрген бақылау мен диагностикаға арналған интеллектуалды технологиялар жеткілікті түрде тиімді емес. Олардың атқара алатын тапсырмалар шектеулі, себебі олардың диагностикалық жабдықтың техникалық орындалуы мен диагностика жұмыстардың жүргізу әдістері шектелген.

Энергетика саласында қолданылып жүрген құралдардың көп бөлігі электр энергиясын өңдеу мен жіберу процесі сияқты жағдайдың уақытылы бақылауын талап етеді. Бірақ, электр энергетикалық кәсіпорындар қызметшілердің бұл бақылау шарттарын орындауы – көп еңбекті талап ететін және жылдамдығы төмен болатын процесс болып саналады. Оған қоса, диагностикалық жұмыстар периодикалық сипатқа ие болғаннан, пайда болатын және үдемелі ақауларды ертерек анықтауға қиындықтар туғызады.

Сараптау жүйелерді қолдану басында диагностика процесстердің даму бағыты болып көрінеді. Бірақ олардың жұмысы толықтай тиімді болмайды. Себебі сараптау диагностика жүйелері электр энергетика саласындағы құралдардың нақты бір ақауын емес, ұқсас сипаттамалары бар ақау тобын анықтайды. Нәтижелерді нақтылау үшін сарапшы қызметкер қажет және қосымша зерттеулерді жүргізу керек.

Өлшеу сигналдары кездейсоқ сипатқа ие болатыны белгілі. Спектрлы сипаттамалармен жұмыс істейтін диагностикалық жүйелер гармоникалық құраушылармен жұмыс істейді. Сигналдың уақыттық анализден жиіліктік анализге көшкенде қателіктер өседі, ал бұл қателерден диагностика нәтижелері де қате болуы мүмкін.

Сол себепті сараптау жүйелерге диагностикалық сигналдарды алу мен өңдеудің жаңа әдістері енгізіледі.

Қазіргі заманда қолданылатын сараптау жүйелердің артықшылықтармен қатар, олардың келесідей кемшіліктері бар:

- мәліметтерді өңдеудің әмбебап әдістері болмағаннан соң, ақаулардың тобы бірден диагностикаға ұшырайды;

- жүйенің өзінен өзі үйрену мүмкіндігі болмайды;

- қолданыстағы сараптау жүйелері көбінесе жергілікті көлемде ғана жұмыс жасай алады, ал бір-бірінен алыс орналасқан құралдарды бақылау үшін қосымша техникалық құралдар мен қосымша уақытты талап етеді.

Аталып кеткен мәселелерді шешу үшін қазіргі заманғы компьютерлік жүйелер мен жасанды интеллект технологияларын қолданады.

Осы диссертациялық жұмыстың мақсаты болып өңдеудің интеллектуалды алгоритмдерін қолданып және қателіктерді анықтаудың тиімділігін арттыру мақсатындағы қазіргі заманғы технологиялар негізіндегі акустикалық сигналдарды ажырата алатын энергетикалық жабдықты диагностикалау мен бақылаудың жүйесін құрастыру табылады.

Зерттеу міндеттері:

- күштік құралдың ықтималды ақаулы жағдайын бағалау;

- ақпараттық диагностикалық мәліметтердің түрін анықтап, оларды алу әдістерін білу;

- электр энергетика саласындағы күштік құралдардағы сигналдардың статистикалық өңдеуге мен өлшеудің сәйкестендіру теориясы негізіндегі диагностикалық сигналдарға арналған өңдеу алгоритмін құрастыру;

- күштік құралды тексеру жағдайы мен бақылау жүйені жүзеге асырудың тиімді нұсқасын ұсыну;

- жасанды интеллект элементтері негізінде диагностикалық мәліметтері өңдеу мен анализ әдісінің бағдарламалық жүзеге асырылуы мен алгоритмін құрастыру;

- маймен толыққан трансформатордың ақау жағдайлардың мәліметтер базасын құрастыру;

- құрастырылатын жүйенің сынақтарын жүргізу.

Зерттеу объектісі – электр энергетика жүйелерінің майлық күштік трансформаторлары.

Зерттеу пәні – электр энергетикалық құралды мониторингтеу, диагностикалау және бақылау процесстері.

Зерттеу әдістері.

Диссертационды зерттеулер жүргізе кешінде келесідей әдістер қолданылды: өлшенетін ақпаратты анализдеу мен өңдеудің мақұлданған әдістері, өлшеудің тіркеу әдістері, компьютерлік құралдарды құрастыру әдістері, өнеркәсіптік контроллерлер негізіндегі бағдарламалық-аппараттық жүйелері. Сонымен қатар, күштік құрал-жабдықты қолдану кезіндегі диагностика бойынша табиғи сынақтар жүргізілді.

Ғылыми жаңалық келесі ережелер мен нәтижелерге негізделген:

– жеке ақауларды анықтауға, сондай-ақ анықтау дәлдігін арттыруға мүмкіндік беретін сәйкестендіру өлшеулер теориясы мен ақпаратты статистикалық өңдеу ережелерінің негізінде электр энергетикалық жабдықтың өлшеу сигналдарын өңдеу бойынша интеллектуалдық әдіс ұсынылды;

– диагностикалық сигналдарды цифрлы өңдеудің әдістері ұсынылды, олардың айырмашылығы – квазикездейсоқ сигналдардың өңделуі жасанды интеллект пен өлшеудің тіркеу әдістері арқылы жүзеге асырылады;

– диагностикалық сигналдардың сәйкестендіру және статистикалық параметрлерінің мәндері бойынша электр энергетикалық жабдық жағдайының сапалық сипаттамаларын топтастыру моделі, сондай-ақ оларды жүйелеу ұсынылды;

– электр энергетикалық жабдық үшін сапалы сипаттамаларды анықтауға мүмкіндік беретін, сондай-ақ "оқыту" режимінде мүмкін жағдайлардың дерекқорын толықтыруға қабілетті әзірленген әдістер мен алгоритмдер негізінде жұмыс істейтін мониторинг және диагностика жүйесін техникалық іске асыру ұсынылды.

Практикалық маңыздылығы.

Тіркеуші және статистикалық параметрлері бойынша құрастырылған диагностикалық сигналдарды анализдеу алгоритмі мен әдісі электр энергетикалық жабдықты бақылаудың, диагностика мен мониторингтің ыңғайлы және әмбебап құралдарын құрастыруға мүмкіндік береді.

Диагностикалық сигналдарды өңдеудің ұсынылған алгоритмі оны диагностиканың, мониторингтің және әр түрлі технологиялық жабдықтардың жағдайын бақылаудың қолданыстағы жүйелеріне енгізуге мүмкіндік береді.

Қорғауға шығарылатын диссертацияның ережелері:

– мәліметтерді статистикалық өңдеуі мен өлшеудің тіркеу теория негізіндегі кездейсоқ өлшенетін сигналдардың цифрлық өңдеу әдісі;

– өлшенетін сигналдардың диагностикалық сипаттамалардың шамалары бойынша күштік құрал-жабдықтың жағдайының сапалық сипаттамалары;

– деректерді статистикалық өңдеу және идентификациялық өлшеу теориясының ережелері негізінде өлшеу сигналдарын өңдеудің интеллектуалды құралының жұмыс алгоритмі;

– күштік құрал-жабдықты мониторингтеу мен бақылаудың интеллектуалды бөлігінің құрылымы.

Жұмыстың апробациясы. Диссертационды зерттеудің негізгі нәтижелері келесі конференцияларда талқыланып, баяндалды: III Халықаралық ғылыми-техникалық конференцияда (Омбы, 2019 ж); «Техникалық әлеуетті дамыту мәселелері және оны арттыру бағыттары» Халықаралық ғылыми-техникалық конференцияда (Уфа, 2019 ж); «Қозыбаев оқулары-2018: Еуразиялық әлеует және жаһандық сын-қатерлер жағдайындағы жаңа даму мүмкіндіктері» Халықаралық ғылыми-техникалық конференцияда (Петропавл, 2018); «International Conference on Applied Mathematics, Modeling and Simulation» Халықаралық ғылыми-техникалық конференцияда (AMMS, Қытай, 2017); «Жастар және ғылым-2018» Халықаралық ғылыми-техникалық конференцияда (Петропавл, 2018).

Жарияланымдар. Диссертациялық зерттеудің негізгі нәтижелері көптеген ғылыми жұмыстарда жарияланды, оның ішінде ҚР БҒМ Білім және ғылым саласындағы бақылау комитеті ұсынған басылымдарда 4 мақала, 2 мақала – нөлдік емес импакт-факторы бар халықаралық ғылыми журналда (Web of Science деректер базасында индекстелген), 4 жұмыс халықаралық ғылыми конференциялардың еңбектерінде көрсетілген, оның ішінде 2 шетелдік 2 елімізде өткен, сонымен қатар 2 патентте.

Автордың жеке қосқан үлесі.

Теориялық және сынақтық зерттеулердің негізгі нәтижелері автормен өзімен алынды. Бірнеше авторлары бар баспалық жұмыстарда алынған нәтижелерді өңдегенде және жалпылағандағы авторға негізгі рөл берілді.

Диссертациялық құрылымы.

Диссертациялық жұмыста классикалық құрылымы бар: кіріспе бөлімі, негізгі бөлімі, (алты бөлім), қорытынды және пайдаланылған әдебиеттер тізімі. Жұмыс компьютерлік мәтіннің 102 бетінде ұсынылған, оның ішінде 54 сурет, 8 кесте және 102 библиографиялық дерек көздері бар.

Зерттеу нәтижелері.

Зерттеу объектісі болып электр энергетика жүйелерінің майлық күштік трансформаторлары табылады. Өткізілген сынақтардың нәтижелері бойынша өлшеуіш ақпараттың негізі болып виброакустикалық сигналдарды таңдауға шешім қабылданды. Сәйкестендіру өлшемдері теориясының ережелеріне, статистикалық деректерді өңдеуге және жасанды интеллект элементтеріне негізделген диагностикалық сигналдарды өңдеу әдісі мен алгоритмі әзірленді.

Жиналған мәліметтердің негізінде ақпараты көбірек сипаттамалық көрсеткіштер таңдалды. Электрқозғалтқыштардың вибродиагностикасы үшін мұндай көрсеткіштерге келесілер жатты: пішіннің тіркеуші параметрі мен виртуалды жиілік. Майға толыққан трансформаторларды диагностикалау барысында ақпараттық параметрге келесілер жатты: пішін параметрі, виртуалды жиілік, сигнал энергиясы, орташа квадраттық ауытқу мен дисперсия.

Жасанды интеллекттың көмегімен объектінің жағдайы анықтамасынан жеке ақауларды анықтауға көшуі жүзеге асырылды. Осындай көшу – әр бір ақаудың жеке сипаттамалардың көрсеткіштері арқасында жүзеге асырылды.

Алгоритмді жүзеге асырылуы компьютердің де негізінде, өнеркәсіптік контроллерлердің негізінде атқаруға болады. Екінші нұсқаның арқасында ыңғайлы жүйелерді құрастыруға болады, олар сарапшыдан алыс орналасса да құралдың жағдайын бақылауға мүмкіндік береді. Байланыс модульдердің көмегімен контроллерлер қажет болғанда қоректену көзінен өшу әрекеттерін де жасай алады, сонымен қатар ақаулық жағдайдың туындағанын орталық серверге ақпарат жібере алады.

Әзірленген алгоритмді қолда бар диагностикалық жүйелерге қосу ақауларды тану сапасын олардың дамуының ерте сатысында айтарлықтай арттыруға мүмкіндік береді. Мысалы, «Камертон» диагностикалық жүйесіне алгоритмді енгізгенде электр жетектің жағдайын танып білуі – ақаулардың дәл және нақты тіркеуіне әкелді. Қозғалтқыштың жағдайын диагностикалау дәлдігі 10% өсті.

Атқарылған зерттеулерді қорытылай келсек, келесідей қағидаларды атап кетуге болады:

– жасанды интеллект технологияларын қолдана отырып, идентификациялық өлшеу теориясының және статистикалық деректерді өңдеу ережелерінің негізінде қуатты электр энергетикалық жабдықтың өлшеу сигналдарын өңдеудің алгоритмі және диагностиканың зияткерлік әдісі әзірленді, бұл диагнозды алудың дәлдігін арттыруға мүмкіндік береді;

– сәйкестендіру параметрлері мен статистикалық деректер мәндері бойынша диагностикаға ұшыраған құрал-жабдықтың жағдайының сипаттамалық көрсеткіштерін жинау және жүйелеу моделі ұсынылды;

– ұсынылған әдістің апробациясы арқылы электр жетектердің вибродиагностикасын жасағанда 0,75 ықтималдылықпен ақауларды анықтауға, ал бөлшектік разрядтары бойынша акустикалық диагностикасын жасағанда 0,9 ықтималдылықпен ақауларды анықтауға мүмкіндік береді;

– диагностика жүйесінің ұсынылған интеллектуалдық жұмыс алгоритмі "оқыту" және "өлшеу" режимдерінде жұмыс істейді, ал олар өз кезегінде, оны қолданыстағы барлық технологиялық жабдықтарды мониторингілеу, бақылау және диагностикалау жүйелеріне бағдарламалық түрде енгізуге мүмкіндік береді;

– екіжақты байланыс арқасында сарапшыдан (серверден) алыс орналасқан диагностикалық аспабы бар технологиялық құрал-жабдыққа қызмет көрсетуге болады, бұл тармақталған құрылымы бар ұзын электр энергетикалық жүйелерді пайдалану кезінде ерекше өзекті.

Диссертация тақырыбы бойынша жарияланған еңбектер.

1. Kashevkin A., Klikushin Yu., Koshekov A., Koshekova B., Latypov S., Kalantayevskaya N. and Savostina G. Computer Diagnostic and Monitoring Device Based on the Theory of Identification Measurement of Signals // International Conference on Applied Mathematics, Modeling and Simulation (AMMS 2017). – 2017. – vol. 153 – P. 391-395.
2. Koshekov K.T., Belyaev P.V., Latypov S.I., Savostin A.A., Kalantayevskaya N.I., Kobenko V.Yu., Koshekova B.V. Modernization of acoustic method for the diagnostics of power transformers based on digital signal processing. Journal of Physics: Conference Series, Volume 1260, 2019, c1-7.
3. Koshekov K.T., Kashevkin A.A., Latypov S.I., Savostina G.V., Koshekov A.K., Klikushin Y.N., Sofina N.N. An Intelligent System for Vibrodiagnostics of Oil and Gas Equipment. Russian Journal of Nondestructive Testing. 2018. Vol. 54. No. 4. pp. 249-259.
4. Кашевкин А. А., Кликушин Ю.Н., Латыпов С.И., Кошекова Б.В. Алгоритм кодирования случайных сигналов по идентификационному параметру формы. Вестник СемГУ им. Шакарима. - Семей, 2018. - № 2(82) - С. 103-108.
5. Кликушин Ю.Н., Кашевкин А.А., Кошеков А.К., Латыпов С.И., Калантаевская Н.И. Метод и компьютерный прибор идентификационного кодирования случайных сигналов по виртуальной частоте // Вестник ПГУ. Энергетическая серия. – Павлодар. – 2018. – №2. – С. 351–359.

6. Кошеков К.Т., Беляев П.В., Латыпов С.И., Савостин А.А., Калантаевская Н.И., В.Ю. Кобенко, Кошекова Б. В. Модернизация акустического метода диагностики силовых трансформаторов на основе цифровой обработки сигналов. Проблемы машиноведения. Материалы III Международной научно-технической конференции. Издательство: Омский государственный технический университет (Омск), 2019.
7. Кошеков К.Т., Кликушин Ю.Н., Латыпов С.И., Софьина Н.Н., Савостина Г.В., Кошеков А.К. Интеллектуальная система вибродиагностики нефтегазового оборудования. Научный журнал «Дефектоскопия». – Москва: Наука – 2018. - №4. – С. 31-41.
8. Кошеков К.Т., Латыпов С.И., Калантаевская Н.И. Алгоритм диагностики электроэнергетического оборудования с интеллектуальной обработкой сигналов. Вестник ПГУ. Энергетическая серия, №1(2019), 2019, стр.244-254.
9. Латыпов С.И., Зыкова Н.В., Дарий Е.М., Аушакимов А.К. Investigation of the power transformer of the substation «Krasnaya gorka» using acoustic methods involving modern techniques and equipment. «Молодежь и наука - 2018»: Материалы V международной студенческой научно-практической конференции в одном сборнике. - Петропавловск: СКГУ им. М. Козыбаева, 2018. Стр. 634-637.
10. Латыпов С.И., Зыкова Н.В., Дарий Е.М., Жусупов Е.Б. Современные тенденции в диагностике маслонаполненных трансформаторов. Материалы МНПК «Козыбаевские чтения-2018: Евразийский потенциал и новые возможности развития в условиях глобальных вызовов», Т.2. - Петропавловск: СКГУ им. М.Козыбаева, 2018. с. 288-291.
11. Латыпов С.И., Калантаевская Н.И., Кошеков К.Т. Предпосылки применения цифровой обработки сигналов для диагностики состояния электрооборудования. Сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции «Проблемы развития технического потенциала и направления его повышения». Агентство международных исследований. 2019. Стр.67-71.
12. Латыпов С.И., Калантаевская Н.И., Кошеков К.Т., Савостин А.А. Дистанционный мониторинг состояния силовых трансформаторов с применением цифровой обработки диагностических сигналов. Вестник АУЭиС. №4(4)(43)2018, стр.85-91.