

## АҢДАТПА

6D070200 – «Автоматтандыру және басқару» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алуға ұсынылған  
**«ЖЕЛ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ КЕШЕНІН ТИІМДІ БАСҚАРУ ЖӘНЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ ДИАГНОСТИКАЛЫҚ ЖҮЙЕСІН ЖОБАЛАУ»**  
тақырыбындағы диссертациялық жұмысына  
**МҮСІЛІМОВ ҚУАНЫШ БАҚЫТҰЛЫ**

**Диссертациялық жұмыстың мақсаты** интеллектуалды басқару әдісімен реттелетін қосымша тораптар мен механизмдерді әзірлеу және енгізу арқылы тік осьтік орналасуы бар жел энергетикалық қондырғысын дамыту және жетілдіру болып табылады.

**Жұмыстың негізгі идеясы** ЖЭҚ жұмысының әртүрлі жағдайларында жел энергиясын электр энергиясына түрлендірудің тиімділігі мен тұрақтылығын арттыратын жаңа тораптар мен механизмдерді құру арқылы жел энергетикалық қондырғысын жетілдіру болып табылады. Интеллектуалды алгоритмдерді қолдана отырып, процестің негізгі айнымалыларын анықтауға және реттеуге негізделген жел энергетикалық кешенін диагностикалаудың және тиімді басқарудың интеллектуалды жүйесін әзірлеу. Ұсынылып отырған жүйе Қазақстан Республикасының энергетика саласында ағымдағы автоматтандыру жүйелерімен интеграциялануға қабілетті.

**Зерттеу нысаны.** Зерттеу нысаны – техникалық құжаттамасы бар әзірленген және патенттелген Болотов роторлы турбиналы жел энергетикалық қондырғысы.

**Зерттеу тапсырмалары.** Қойылған мақсатты ескере отырып, диссертация аясында шешуді талап ететін ғылыми тапсырмалар қойылды:

– ЖЭҚ басқарудың қолданыстағы жүйелерінің қазіргі жай-күйіне талдау жүргізу;

– желден энергия өндіру процесін және басқару объектісі ретіндегі ЖЭҚ ерекшеліктерін зерттеу;

– зерттеу жүргізу, негізгі айнымалыларды анықтау және электр энергиясын өндірудің негізгі параметрлерін жақсартатын қажетті тораптарды, механизмдерді енгізу;

– желден энергия генерациялау жүйесінің әртүрлі тораптарының математикалық модельдерін әзірлеу;

– әртүрлі тораптарды, ЖЭҚ механизмдерін басқару жүйесінің құрылымын әзірлеу және нейрондық желілерге негізделген интеллектуалды басқару жүйесін әзірлеу;

– интеллектуалды басқару жүйесі негізінде ЖЭҚ әзірленген тораптарының негізгі айнымалыларын реттеу;

– әзірленген интеллектуалды жүйенің сәйкестігін тексеру және оны нақты жұмыс істеп тұрған объектіде сынау.

**Зерттеу әдістері.** Есептерді шешу барысында автоматты басқару теориялары, деректерді жинау және өңдеу әдістері, ЖЭҚ параметрлерін

есептеу үшін математикалық және физикалық формулалар, интеллектуалды басқару жүйелерінің әдістері қолданылды. Аэродинамика, теориялық механика және электротехника теориясының негіздері де қолданылды. Модельдеу Matlab/Simulink бағдарламасының заманауи пакетін қолдану арқылы жүзеге асырылды. ЖЭҚ құрылымының сызбаларын және интеллектуалды басқару жүйесінде автоматтандыру сызбаларын жасау үшін AutoCad автоматты жобалау бағдарламасы қолданылды. Диссертацияны есептеу және рәсімдеу үшін MS Office бағдарламалық жасақтамасы қолданылды.

Ұсынылған есептеулер мен алгоритмдер ЖЭҚ - тің нақты қолданыстағы қондырғыларына негізделген және Алматы облысының «Жоңғар қақпасы» аумағындағы жағдайына арналған.

**Қорғауға ұсынылатын негізгі нәтижелер (дәлелденген ғылыми гипотезалар және жаңа білім болып табылатын басқа тұжырымдар):**

– әртүрлі режимдерде жұмыс істейтін, желіге электр энергиясын өндіретін жел энергетикалық жүйесінің әмбебап моделі;

– жел энергетикалық кешенін тиімді басқару үшін нейрондық желілерге негізделген диагностика мен басқарудың интеллектуалды жүйесі;

– анемометрден келетін жел жылдамдығына байланысты турбинаның роторына жел ағынының энергиясын қабылдайтын интеллектуалды жүйесі бар статор бағыттағыштарын реттеу механизмі;

– турбина білігінің айналу жылдамдығына және қозу тогының жиілігіне байланысты беріліс коэффициентінің есептелген сатыларымен жылдамдықты ауыстырып-қосқыштың автоматты қорабы, айналу жылдамдығын турбина білігінен генератор білігіне беру буыны, интеллектуалды жүйемен басқарылады;

– интеллектуалды жүйемен басқарылатын жоғары жылдамдықты біліктің жылдамдығына байланысты генератордың қозу тогының өзгеруімен автоматты қоздыру реттегіші жүйесі;

– сыни жағдайлардың алдын алатын және ЖЭҚ жұмысын қалпына келтіретін диагностика жүйесі.

**Зерттеудің негізгі нәтижелерінің сипаттамасы**

– Жел энергетикалық қондырғылар мен кешендерді басқару жүйелерінің қазіргі жай-күйіне талдау жүргізілді, онда қондырғылар мен тораптардың жекелеген санаттарына ғана бағытталған басқару жүйелері пайдаланылған, олар ЖЭҚ үшін елеулі жақсартулар көрсетпеді және осы жүйелердің кемшіліктері анықталды. Бұл жел жылдамдығына тәуелділікті болдырмайтын тік жел қондырғылары үшін жаңа, әмбебап реттеу механизмін, диагностиканы және интеллектуалды басқару жүйесін құруға негіз болды. Зерттеу тақырыбының өзектілігі негізделді;

– Қазақстан Республикасы, Жоңғар қақпасы өңірінің жел әлеуеті талданды, желден энергия өндіру үшін тиімді жел энергетикалық қондырғыларына қажеттілік анықталды. Сондай-ақ желден энергия өндірудің технологиялық аспектілері қарастырылып, жел энергетикалық қондырғыларының ерекшеліктері талданды;

– Аэродинамикалық, механикалық және энергетикалық құрамдас бөліктерді сипаттайтын толық жел энергетикалық қондырғысының математикалық моделі жасалды. Жел энергетикалық қондырғысының толыққанды жұмыс істеуі үшін қажетті негізгі механизмдер мен тораптар анықталды;

– Энергетикалық жүйені динамикада қарастыруға мүмкіндік беретін желден энергия өндіру жүйесін модельдеу жүргізілді. Модельдің шығыс сипаттамалары MITSUBISHI MWT 92 нақты жел турбинасының сипаттамаларына сәйкес келеді. Жел турбинасының энергетикалық әрекетін және оның негізгі механикалық және электрлік динамикасын көрсететін параметрлер ұсынылған, мұнда басқару және реттеу жүйесі классикалық реттегіштерге негізделген;

– Жел энергетикалық қондырғыларын басқарудың дәстүрлі жүйелерінің кемшіліктері анықталғаннан кейін желден энергия өндіру жүйесінің аэродинамикалық, механикалық және күрделі электрлік құрамдас бөліктерін басқару стратегиялары қайта қаралды. Диагностика және тиімді басқару жүйесінің жаңа құрылымы, оның ішінде жаңа реттеу жүйелері жасалды. Нейрондық желіні қолдана отырып, интеллектуалды алгоритмдер синтезделді. Осы нәтижелер негізінде, динамикалық жағдайда генератордың қозу тогын, автоматты беріліс қорабын және турбина статорының бағыттаушы механизмін реттеуді қамтитын интеллектуалды диагностикалық және тиімді басқару жүйесі құрылды. Жүйе желдің жылдамдығын бақылайды, оның өзгеруіне тез жауап береді, желдің өзгермелі сипатына тәуелділікті жояды. Әзірленген диагностикалық жүйе апаттық жағдайлардың туындауын болдырмайды және олар туындаған жағдайда жел энергетикалық кешенінің жұмысын жедел қалпына келтіреді. ЖЭҚ әртүрлі модельдерін талдау құрылған жүйенің тиімділігін растайды;

– Жел энергетикалық кешенінің әзірленген интеллектуалды моделінің оның негізінде құрылған объектіге қатысты сәйкестілігіне тексеру жүргізілді. «Future Power Solutions» ЖШС-мен бірлесіп «ТЭЛМЗ» ЖШС өндірістік алаңында әзірленген модельге сынақ жүргізілді. Нәтижелер әзірленген жүйенің тиімділігін растады және өндіріске одан әрі енгізу үшін ұсынылды.

#### **Алынған нәтижелердің жаңалығы мен маңыздылығын негіздеу**

Диссертациялық жұмыстың нәтижелері жаңартылатын энергетика және энергетикалық жүйелерді басқару технологиялары саласының дамуына айтарлықтай үлес қосады:

– жел энергетикалық қондырғылары үшін жұмыста ұсынылған интеллектуалды басқару және диагностика әдістері дәстүрлі тәсілдерден ерекшеленеді. Статор бағыттағыштарының бұрышын анықтау үшін нейрореттегіштерді пайдалану, жел жылдамдығының деректері негізінде автоматты беріліс қорабын және генератордың қозу тогын реттеу және МРРТ басқару әдісі (максималды қуат нүктесін қадағалау) жел қондырғыларының тиімділігі мен тұрақтылығын айтарлықтай жақсартуға қабілетті инновациялық және тиімді тәсілдер болып табылады;

– ұсынылған басқару әдістері қоршаған ортаның өзгеріс жағдайларына бейімделуге ие және тұрақсыз жел жағдайында немесе сыртқы әсерлерде де тиімді жұмыс істейді. Бұл оларды дәстүрлі басқару әдістерімен салыстырғанда тұрақты және сенімді етеді;

– жел қондырғыларының тиімділігін арттыру, техникалық қызмет көрсету және пайдалану шығындарын азайту, сондай-ақ парниктік газдар шығарындылары мен қоршаған ортаға зиянды әсерді азайту экономика мен экологияға тікелей әсер етеді. Бұл тұрақты дамуға және қоршаған ортаға теріс әсерді азайтуға ықпал етеді, сонымен қатар энергетикалық жүйелердің өнімділігі, сенімділігі және экологиялық тұрақтылығы арасындағы оңтайлы тепе-теңдікке қол жеткізуге мүмкіндік береді;

– бұл жұмыстың нәтижелері жел энергетикалық қондырғыларын басқару және диагностикалау саласындағы технологияларды одан әрі дамыту үшін перспективаларды ашады. Оларды сәтті жүзеге асыру болашақта желден электр энергиясын өндірудің тиімді және тұрақты жүйелерін құруға негіз бола алады.

Алынған нәтижелердің жаңалығы мен маңыздылығы тек нақты әдістер мен технологияларды әзірлеуде ғана емес, сонымен бірге олардың өнеркәсіпке, экономикаға және жалпы экологияға әлеуетті әсерінде де жатыр.

### **Ғылымның даму бағыттарына немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкестігі**

Жаңартылатын энергетика мен экологиялық орнықты технологияларды дамытуға қатысты Қазақстан Республикасының стратегиялары келесідей:

– жел энергетикалық қондырғылары үшін интеллектуалды басқару жүйелерін әзірлеу жөніндегі жұмыс жаңартылатын энергетиканы дамыту бағытына тікелей сәйкес келеді. Бұл жел энергиясын пайдалану тиімділігін арттыруға, жалпы энергия теңгеріміндегі жел энергетикасының үлесін арттыруға және қазба отындарына тәуелділікті азайтуға көмектеседі;

– жұмыс тұрақты даму мақсаттарына қол жеткізуге ықпал етеді, өйткені қоршаған ортаға әсерді азайтады және таза әрі экологиялық қауіпсіз энергияға көшуге ықпал етеді. Бұл экологиялық тұрақтылық пен қоршаған ортаны қорғау принциптеріне сәйкес келеді;

– жел энергетикалық қондырғыларын басқару мен диагностикалаудың әзірленген әдістері қазіргі заманғы ғылыми-техникалық базаның дамуына және елдің зияткерлік әлеуетіне ықпал ететін инновациялық технологияларды білдіреді;

– энергетика саласындағы инновациялық технологияларды әзірлеу елдің ғылыми-техникалық әлеуетін нығайтады, оны әлемдік нарықта неғұрлым бәсекеге қабілетті етеді және оның экономикалық дамуына ықпал етеді. Жел энергетикалық қондырғыларын басқару мен диагностикалаудың әзірленген әдістерін енгізу энергетикалық қауіпсіздікті арттыруға ықпал етеді және энергетика секторының тұрақты дамуына жәрдемдеседі. Бұл экология және тұрақты даму саласындағы мемлекеттік бағдарламалардың басымдықтарына сәйкес келеді;

– жұмыс нәтижелері энергетикалық жүйелерді басқару саласындағы ғылыми зерттеулер мен инновацияларды дамыту үшін маңызды. Олар ғылым мен техниканың ілгерілеуіне ықпал ете отырып, осы саладағы болашақ зерттеулер мен әзірлемелерге негіз бола алады.

Жұмыс нәтижелері қазіргі заманғы ғылыми және технологиялық трендтерге және даму бағыттарына, сондай-ақ энергетика секторын тұрақты дамытуға және жаңғыртуға бағытталған мемлекеттік бағдарламаларға сәйкес келеді. Оларды енгізу және пайдалану энергетика, экология және экономика саласындағы негізгі мақсаттарға қол жеткізуге ықпал етеді.

### **Докторанттың әрбір жарияланымды дайындауға қосқан үлесінің сипаттамасы**

Жеке үлес жұмыстың мақсаты мен міндеттерін қою, зерттеу жүргізу, нәтижелерді өңдеу және талдау, қорытындыларды қалыптастыру, ғылыми жарияланымдар мен баяндамалардың тезистерін жазу болып табылады.

Диссертациялық жұмыстың орындалған ғылыми зерттеулерінің нәтижелері бойынша 15 ғылыми еңбек жарияланды, оның 1-і ҚР ҒЖЖБМ Білім және ғылым саласындағы бақылау комитеті ұсынған ғылыми басылымда жарияланды, 4-і Scopus (Q3/26) және (Q4/22) халықаралық дәйексөздер базасына кіретін шетелдік басылымдарда жарияланды, 6 мақала шетелдік конференциялардың материалдарында жарияланды, оның 3-і Scopus халықаралық дәйексөздер базасында индекстелген (перцентиль 29%), 3 шетелдік бірлескен монография және 1 мақала шетелдік басылымда жарияланды.

Зерттеудің негізгі нәтижелері халықаралық ғылыми-практикалық конференцияларда ұсынылды:

- 18th Conference on Optical Fibers and Their Applications, 2018, Naleczow, Poland. Proceedings of SPIE 11045, Optical Fibers and Their Applications 2018, 110450L (15 March 2019);

- Collection of first International scientific-practical conference «Global science and innovations 2018», Астана қаласы, 2018;

- The 17th International Scientific Conference «Information Technologies and Management». April 26, 2019, ISMA University, Riga, Latvia.

«Future Power Solutions» ЖШС-мен бірлесіп «ТЭЛМЗ» ЖШС-нің өндірістік алаңында интеллектуалды алгоритмдерге (модельдерге) өнеркәсіптік сынақтар жүргізілді.