«8D05303-Жылуфизика және теориялық жылутехника» - білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін ұсынылған Тлеубергенова Ақмарал Жарылхасынқызының «Жел энергетикалық қондырғысының құрамалы қалақшаларының аэродинамикасына ауа ағынының жылу физикалық параметрлерінің әсерін зерттеу» тақырыбындағы диссертациялық жұмысына ресми рецензенттің

СЫН ПІКІРІ

№п/п	Критерийлер	Критерийлерге сәйкестік (жауап нұсқаларының бірін атап өту керек)	Ресми рецензенттің ұстанымы
1.	Диссертацияның тақырыбы (бекіту күніне) ғылымның даму бағыттарына және/немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкес келеді	1.1 Ғылымды дамытудың басым бағыттарына және/немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкестігі:	Диссертациялық зерттеу ғылымның даму бағытына сәйкес келеді 1. Энергетика және машина жасау, 1.1 Баламалы энергетика және технологиялар: жаңартылатын энергия көздері, ядролық және сутегі энергетикасы, басқа энергия көздері.
		1) Диссертация мемлекеттік бюджетінен қаржыландырылатын жоба немесе нысаналы бағдарлама аясында орындалған (жобаның немесе бағдарламаның атауы мен нөмірі); 2) Диссертация басқа мемлекеттік бағдарлама шеңберінде орындалды (бағдарламаның атауы) 3) Диссертация Қазақстан Республикасының Үкіметі жанындағы Жоғары ғылыми-техникалық комиссия бекіткен ғылымды дамытудың басым бағытына сәйкес (бағыт көрсету)	Диссертация МҚ бойынша ғылыми-зерттеу жұмыстарының жоспарларына сәйкес орындалды: «Қалақтардың күрделі геометриялық пішінін жел энергетикасы қондырғысының тәжірибелі үлгісін жаңа конструкциясын әзірлеу және құру» AP23483857 (ЖГН 263/09-09-24, 2024-2026). Диссертация Қазақстан Республикасының Үкіметі жанындағы Жоғары ғылыми-техникалық комиссия бекіткен ғылым дамуының басым бағытына сәйкес.
2.	Ғылым үшін маңыздылығы	Жұмыс ғылымға айтарлықтай үлесін қосады/қоспайды және оның маңыздылығы жақсы ашылған/ашылмаған	Таза және жаңартылатын энергия көзін дамыту да желдің физикасын, аэродинамиканы, атмосфералық процестерді зерттеу арқылы тиімді жел турбиналарын жасауды жетілдіреді. Жел энергиясының өзгермелі табиғаты электр желілерін басқару ғылымына жаңа міндеттер қояды.
3.	Өзі жазу принципі	Өзі жазу деңгейі: 1) жоғары; 2) орташа; 3) төмен; 4) дербестік жоқ	Диссертациялық жұмыстың жазылу деңгейі – жоғары. Мазмұндалған бөлімдер түсінікті жақсы жазылған.
4.	Ішкі бірлік принципі	4.1 Диссертацияның өзектілігінің негіздемесі: 1) негізделген; 2) жартылай негізделген; 3) негізделмеген.	Жел энергетикасы міндеттерінің бірі жел жылдамдығының төмен мәндерінде де тиімді жұмыс істей алатын жел қозғалтқышын жасау болып табылады. Сол себепті, осы ұсынылған диссертацияның өзектілігі аз жел жылдамдығы кезінде электр энергиясын өндіру үшін аэродинамикалық параметрлер мен оған әсер етуші ауаның жылуфизикалық шамаларының өзгерісін зерттеуге негізделген.
		4.2 Диссертацияның мазмұны диссертация	Диссертациялық жұмыстағы ұсынылған мәліметтер, зерттеу

		мазмұнын айқындайды 1) айқындайды; 2) жартылай айқындайды; 3) айқындамайды	нәтижелері диссертацияның мазмұнын толық айқындайды.
		4.3. Мақсаты мен міндеттері диссертация тақырыбына сәйкес келеді: 1) сәйкес келеді; 2) жартылай сәйкес келеді; 3) сәйкес келмейді	Диссертациялық жұмыстың мақсаттары мен міндеттері, қорғауға ұсынылған негізгі қағидалар мен тұжырымдар бір-бірімен келісілген және диссертация тақырыбына сәйкес келеді.
		4.4 Диссертацияның барлық бөлімдері мен құрылысы логикалық байланысқан: 1) толық байланысқан; 2) жартылай байланысқан; 3) байланыс жоқ	Диссертацияның барлық бөлімдері мен құрылысы логикалық толық байланысқан. Бірінші бөлімде көлденең және тік айналу осі бар әртүрлі геометриялары құрамалы қалақшалардың аэродинамикасына жалпы шолу жасалып, екінші бөлімде құрамалы қалақшаларының математикалық моделі алынған. Ал үшінші бөлімде қондырғының тәжірибелік стенді және өлшеу әдістемесі көрсетілген және төртінші бөлімде теориялық және эксперименттік зерттеулерге салыстырмалы талдау жүргізілген. Бесінші бөлімде қалақшалардың аэродинамикасына ауа ағынының жылу физикалық параметрлерінің әсері зерттелген. Соңғы бөлімде тәжірибелік үлгісі әзірленіп, сынақ алаңында зерттеу жұмыстары орындалған.
		4.5 Автор ұсынған жаңа шешімдер (қағидаттар, әдістер) дәлелденіп бұрыннан белгілі шешімдермен салыстырылып бағаланған: 1) сыни талдау бар; 2) талдау жартылай жүргізілген; 3) талдау өз пікірін емес басқа авторлардың сілтемелеріне негізделген	Зерттеу жұмыстарының нәтижесінде модельдеу мен зертханалық мәліметтер сыни талданып және салыстырылып, қателіктің анықталуымен бағаланған.
5.	Ғылыми жаңашылдық принципі	5.1 Ғылыми нәтижелер мен қағидаттар жаңа болып табыла ма? 1) толығымен жаңа; 2) жартылай жаңа (25-75% жаңа болып табылады); 3) жаңа емес (25% - дан кем жаңа болып табылады)	Диссертация жұмысы аясында алынған ғылыми нәтижелер мен қағидалар жаңа және келесідей: 1. Жел энергетикалық қондырғының айналуын сандық модельдеу нәтижелері қозғалмайтын қалақшаларды жел доңғалағымен толықтыру айналу кезінде жел энергиясын толық пайдалануды қамтамасыз етеді, яғни айналмалы цилиндрлерді қозғалмайтын қалақшалармен толықтыру қосымша көтеру күшін тудырады, бұл жел доңғалағының айналу жиілігінің жоғарылауына әкеледі. 2. Құрамалы қалақшалы жел энергетикалық қондырғысының әзірленген барлық режимдегі модельдеу құралдарының қасиеттері мен мүмкіндіктерін растайтын эксперименттік зерттеулердің нәтижелері. 3. Көлденең осьтік айналатын құрамалы қалақшалы жел

			энергетикалық қондырғының тәжірибелік үлгісінің аэродинамикалық сипаттамаларын өлшеу әдістемесі, температура әсерінен өзгеретін ауаның жылу физикалық параметрлерін ескере отырып, әртүрлі климаттық жағдайларда оның параметрлерін жеткілікті түрде анықтауға мүмкіндік береді.
		5.2 Диссертацияның қорытындылары жаңа болып табылады ма? 1) толығымен жаңа; 2) жартылай жаңа (25-75% жаңа болып табылады); 3) жаңа емес (25% кем жаңа болып табылады)	Диссертациялық жұмыс бойынша әзірленген көлденең осьті құрамалы қалақшалы жел энергетикалық қондырғысы алғаш рет жасалып, зерттеу жұмыстарының нәтижелері бойынша тұжырымдалған қорытындылар толығымен жаңа болып табылады: - Желдің жылдамдығы 15 м/с кезде қалған 0?, 15?, 45? және 60? үлгілермен салыстырғанда, 30? құрамалы қалақша 6,25 Н минималды маңдайлық кедергі күші мен және 3,55 Н максималды көтеру күші анықталған. - Қозғалмайтын қалақша цилиндрге қатысты 30 градусқа орналастырылған кезде Рейнольде саны $1\cdot10^4$ болғанда көтеру мен маңдайлық кедергі күштерінің коэффициенттерінің оңтайлы мәндері алынған: 0,41 және 0,2, ал $5\cdot10^4$ болғанда көтеру мен маңдайлық кедергі күштерінің коэффициенттерінің тұрақты мәндері анықталған: 0,14 және 0,26. - Әртүрлі климаттық жағдайларда көлденең бағытта айналатын құрамалы жел энергетикалық қондырғының тәжірибелік үлгісінің жылуфизикалық параметрлері анықталған.
		5.3 Техникалық, технологиялық, экономикалық немесе басқару шешімдері жаңа және негізделген бе? 1) толығымен жаңа; 2) жартылай жаңа (25-75% жаңа болып табылады); 3) жаңа емес (25% кем жаңа болып табылады аз)	Зерттеу жұмысында тәжірибелік қондырғыны дайындау барысында техникалық, технологиялық, экономикалық немесе басқару шешімдері жаңа және негізделген.
6.	Негізгі қорытындылардың негізділігі	Барлық қорытындылар ғылыми тұрғыдан қарағанда ауқымды дәлелдемелерде негізделген/негізделмеген (qualitive recarch және өнертану және гуманитарлық бағыттары бойынша)	Айналмалы қалақшаның айналасындағы ауа ағынының орай ағуын модельдеу мәселесін шешу үшін Рейнольде орташаланған Навье-Стокс (RANS) теңдеулерінің екі теңдеуі бар Realizible k-ε турбуленттілік моделі қолданылған. Жүзеге асырылатын k моделінің бірден-бір артықшылығы – ол тегіс және дөңгелек ағындардың таралу жылдамдығын дәлірек болжайды. Ол сондай-ақ күшті қолайсыз қысым градиенттері, бөлу және қайта өңдеу кезінде айналу, шекаралық қабаттар ағындары үшін тамаша өнімділікті қамтамасыз етуі мүмкін. Эксперименттер арнайы зертханаларда және сынақ алаңында өлшеу құрылғылармен жүргізілген. Нәтижелерге аэродинамикалық және жылу физикалық заңдылықтар негізінде дәлелдемелерде негізделген.

7.	Қорғауға шығарылатын негізгі қағидаттар	Әрбір қағидат бойынша келесі сұрақтарға жауап беру қажет: 7.1 Қағидат дәлелденді ме? 1) дәлелденді; 2) шамамен дәлелденді; 3) шамамен дәлелденбеді; 4) дәлелденбеді 7.2 Тривиальды ма? 1) иә; 2) жоқ 7.3 Жаңа ма? 1) иә; 2) жоқ 7.4 Қолдану деңгейі: 1) тар; 2) орташа; 3) кең 7.5 Мақалада дәлелденген бе? 1) иә; 2) жоқ	**Қағидат 1** Математикалық модельдеу барысында қозғалмайтын қалақшаның бағдарлау бұрышының ($0^o \leq \alpha \leq 60^o$) өзгеру диапазонында ауа ағынының жылдамдығы 3 м/с-тан 15 м/с-қа дейін болғанда құрамалы қалақша 30 градус бұрыш кезінде маңдайлық кедергінің 7 % азаюын қамтамасыз етеді, бұл көтеру күшінің ұлғаюына байланысты. 7.1 дәлелденді 7.2 жоқ 7.3 иә 7.4 кең 7.5 иә **Қағидат 2** Рейнольдс сандарының $1 \cdot 10^4$-нен $5 \cdot 10^4$ дейін интервалында қондырғының жел доңғалағын орай ағуы кезіндегі турбуленттілік режимде жылдамдық пен қысым өрістерінің қалыптасуы маңдайлық кедергі коэффициентінің 0,20-дан 0,26-ға дейінгі оңтайлы мәндеріне қол жеткізуге және көтеру күші коэффициентінің 0,41-тан 0,14-ге дейін өзгеруіне әкелді. 7.1 дәлелденді 7.2 жоқ 7.3 иә 7.4 кең 7.5 иә **Қағидат 3** Жел энергетикалық қондырғының тәжірибелік үлгісінің әзірленген мониторинг жүйесін тестілеу 30 градус бағдарлау бұрышы бар қозғалмайтын қалақшаны пайдаланудың ауа температурасы -25°С дан +25°С дейінгі диапазонында өзгеруі кезінде тарту күші 1.8 есеге дейін артты. 7.1 дәлелденді 7.2 жоқ 7.3 иә 7.4 кең 7.5 иә
8.	Дәйектілік принципі Дереккөдер мен ұсынылған ақпараттың дәйектілігі	8.1 Әдістеменің таңдауы-негізделген немесе әдіснама нақты жазылған 1) Иә; 2) жоқ	Имитациялы аэродинамикалық құбырда сынаратын қалақшаны дәл өлшеу үшін қалақша геометриясы және сұйық ортаның есептелген аймақтары ANSYS DesignModeler – де модельденеді. Эксперименттік зерттеулер Т-1-М аэродинамикалық құбырдың арнайы жұмыс бөлігінде жүргізілген. Демек, сандық модельдеу мен метрологиялық өлшеу әдіснамасы

			таңдалып зерттеу жұмысы сол әдіснамаға негізделген.
		8.2 Диссертациялық жұмысының нәтижелері компьютерлік технологияларды қолдана арқылы ғылыми зерттеулердің қазіргі заманғы әдістері мен деректерді өңдеу және интерпретациялау әдістемелерін пайдалана отырып алынған: 1) Иә; 2) жоқ	Ansys Fluent бағдарламалық жасақтаманы қолдана отырып, қозғалмайтын қалақшалы, айналмалы цилиндрлі құрамалы қалақшаның және көп қалақшалы жел энергетикалық қондырғының аэродинамикасын сандық зерттелген, қысымның таралу өрістері мен жылдамдық векторлары алынған. Сандық зерттеу мақсатында үш қалақшалы жел энергетикалық қондырғысының айналасында Designmodeler КОМПАС 3D бағдарламасын қолдана отырып геометриялық модель жасалған.
		8.3 Теориялық қорытындылар, модельдер, анықталған өзара байланыстар және заңдылықтар эксперименттік зерттеумен дәлелденген және расталған (педагогикалық ғылымдар бойынша даярлау бағыттары үшін нәтижелер педагогикалық эксперимент негізінде дәлелденді): 1) Иә; 2) жоқ	Теориялық қорытындылар, модельдер, анықталған өзара байланыстар және заңдылықтар эксперименттік зерттеумен дәлелденген және расталған. Сандық модельдеу мен зертханалық зерттеу жұмыстарының нәтижелері салыстыру арқылы өзара байланысы орнатылған.
		8.4 Маңызды мәлімдемелер нақты және сенімді ғылыми әдебиеттерге сілтемелермен расталды / ішінара расталды/расталмаған	Маңызды мәлімдемелер нақты және сенімді ғылыми әдебиеттерге сілтемелермен расталған.
		8.5 Пайдаланылған әдебиет тізімі әдеби шолуға жеткілікті/жеткіліксіз	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі әдеби шолуға жеткілікті. Диссертациялық жұмыста 120 дереккөз көрсетілген.
9	Практикалық құндылық принципі	9.1 Диссертацияның теориялық маңызы бар: 1) Иә; 2) жоқ	Диссертациялық жұмыста аэродинамикалық және жылу физикалық заңдылықтар негізінде нәтижелерге қол жеткізілген.
		9.2 Диссертацияның практикалық маңызы бар және алынған нәтижелерді практикада қолдану мүмкіндігі жоғары: 1) Иә; 2) жоқ	Зертханалық және тәжірибелік зерттеу нәтижелері қолденең осьті айналатын жел энергетикалық қондырғыларын жасау кезінде пайдалы мәліметтер көзі ретінде қолданылуы мүмкіндігі жоғары.
		9.3 Практикалық ұсыныстар жаңа болып табылады ма? 1) толығымен жаңа; 2) жартылай жаңа (25-75% жаңа болып табылады); 3) жаңа емес (25% кем жаңа болып табылады)	Практикалық ұсыныстар толығымен жаңа болып табылады.
10.	Жазу және рәсімдеу	Академиялық жазу сапасы:	Диссертациялық жұмыстың академиялық жазу сапасы жоғары.

	сапасы	1) жоғары; 2) орташа; 3) орташадан төмен; 4) төмен.	Мемлекеттік тілде түсінікті жазылған. Анықтамаларға, көрсеткіштер мен қысқартуларға толығымен сипаттама берілген.
11.	Диссертацияға ескерту		Диссертациялық жұмыста сандық модельдеу кезінде қандай да бір жеңілдету әдістері бар болған жағдайда соны көрсеткен дұрыс болар еді.
12.	Докторант мақалаларының зерттеу тақырыбы бойынша ғылыми деңгейі (диссертация мақалалар сериясы нысанында қорғалған жағдайда ресми рецензенттер докторанттың зерттеу тақырыбы бойынша әр мақаласының ғылыми деңгейін зерделейді)		Тлеубергенова Акмарал Жарылхасынқызының «Жел энергетикалық қондырғысының құрамалы қалақшаларының аэродинамикасына ауа ағынының жылу физикалық параметрлерінің әсерін зерттеу» тақырыбы бойынша жарияланған мақалаларының ғылыми деңгейі жоғары болып саналады. Өйткені, диссертациялық жұмыс тақырыбы бойынша 27 жұмыс жарияланған, оның ішінде Scopus дерекқорына кіретін басылымдарда 3 жұмыс (Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2023. SCOPUS- процентиль 43%; International Journal of Green Energy. 2024. SCOPUS-процентиль 63%; CFD Letters. 2025. SCOPUS: 64%), ҚР ҒЖБМ Ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитеті бекіткен тізбеден басылымдарда 8 жұмыс, халықаралық конференциялар материалдарының жинағына кіретін басылымдарда 10 жұмыс, 1 басылымдарда жұмыс республикалық ғылыми-практикалық конференциялар материалдарының жинағына кіретін басылымдарда, 2 жұмыс РҒДИ дерекқорына кіретін басылымдарда, 1 жұмыс республикалық журналда және 1 монография баспаға шыққан. Пайдалы модельге патент алынған: 14.02.24 ж. №9072 «Құрамалы қалақшалары бар көлденең осьтік жел электр қондырғысы».
13.	Ресми рецензенттің шешімі (Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды ұлттық зерттеу университетінің Диссертациялық кеңес туралы ережесінің 4.10 тармағына сәйкес)		Тлеубергенова Ақмарал Жарылхасынқызы «8D05303-Жылуфизика және теориялық жылутехника» - білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін беруге лайық деп есептеймін

Рецензент:
Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық
университетінің доценті, т.ғ.к.,

Жакишев Б.А.

Қолын куәландырамын
Л.Н. Гумилев атындағы
Еуразия ұлттық университеті
КАДР ҚЫЗМЕТІ
«___» _____ 20___ г.