«8D06201 – Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесіне іздену үшін ұсынылған Әлмен Динара Бақытжанқызының «Күн сәулеленуінің төменгі концентрациясы жағдайында адаптивті салқындату жүйесімен фотоэлементтердің тиімділігін арттыру» тақырыбындағы диссертациялық жұмысына ресми

РЕЦЕНЗЕНТТІҢ ЖАЗБАША ПІКІРІ

р/н №	Өлшемшарттар	Өлшемшарттарға сәйкестігі (жауап нұсқаларының бірін сызу)	Ресми рецензенттің ұстанымына негіздеме (ескертуді курсивпен көрсету)
1	Диссертация тақырыбының (бекіту күніне) ғылымның даму бағыттарына және/немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкес болуы	1.1 Ғылымды дамытудың басым бағыттарына және/немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкестігі:	Диссертациялық жұмыс «Техника ғылымдары саласындағы ғылыми зерттеулер мен әзірлемелер» ғылымды дамытудың басым бағыттарына сәйкес келеді.
		1) диссертация мемлекет бюджетінен қаржыландырылатын жобаның немесе нысаналы бағдарламаның аясында орындалған (жобаның немесе бағдарламаның атауы мен нөмірін көрсету);	Диссертациялық жұмыс 2023-2025 жылдарға арналған, жеке тіркеу нөмірі (ЖТН) AP19574454 «Күн сәулесін концентрациялау жағдайында жаңа бейімделген суыту жүйесімен кремний фотоэлементтерінің тиімділігін зерттеу» ғылыми-зерттеу жұмысының (ҒЗЖ) жоспарларына сәйкес орындалған.
		2) диссертация басқа мемлекеттік бағдарлама аясында орындалған (бағдарламаның атауын көрсету);	
		3) диссертация Қазақстан Республикасының Үкіметі жанындағы Жоғары ғылыми-техникалық комиссия бекіткен ғылым дамуының басым бағытына сәйкес (бағытын көрсету) келеді.	Диссертация Қазақстан Республикасының Үкіметі жанындағы Жоғары ғылыми-техникалық комиссия бекіткен ғылым дамуының басым бағыты «Ақпараттық, коммуникациялық және ғарыштық технологиялар» бағытына сәйкес келеді.
2	Ғылым үшін маңыздылығы	Жұмыс ғылымға елеулі үлесін **қосады**/қоспайды, ал оның маңыздылығы **ашылған**/ашылмаған.	Диссертациялық жұмыста төмен концентрациялы фотоэлектрлік жүйелердің оптикалық тиімділігін айтарлықтай арттыратын және күнді бақылау жүйелерінің қуат тұтынуын азайтатын оптикалық шешімдері көрсетілген, бұл осы саладағы маңызды ғылыми жетістік болып табылады. Сонымен қатар, фотоэлементтердің бетінде температураның

			біркелкі таралуын қамтамасыз ететін ұсынылған салқындату тәсілдері жүйенің тұрақтылығын жақсарту және салқындатуға кететін энергия шығындарын азайту үшін ғылыми негізделген шешім болып табылады. Осылайша, алынған нәтижелер фотоэлектрлік жүйелерді одан әрі дамытуға айтарлықтай ғылыми және практикалық үлес қосады.
3	Өзі жазу принципі	Өзі жазу деңгейі: 1) **жоғары;** 2) орташа; 3) төмен; 4) өзі жазбаған.	Автордың өзіндік зерттеу жұмысының деңгейі жоғары. Ізденуші төмен концентрациялы фотоэлектрлік жүйені өз бетінше модельдеген, сондай-ақ адаптивті салқындату жүйесін жасап, тәжірибелер жүргізген. Автор төмен концентрацилы фотоэлектрлік жүйенің шығыс сипаттамаларына сандық талдау жұмыстарын жүргізді. Жалпы алғанда, диссертация жоғары деңгейде жазылған.
4	Ішкі бірлік принципі	4.1 Диссертация өзектілігінің негіздемесі: 1) **негізделген;** 2) ішінара негізделген; 3) негізделмеген.	Диссертациялық жұмыстың өзектілігі фотоэлектрлік жүйелерге деген сұраныстың артуынан және оларды пайдалану шығындарын азайту қажеттілігінен туындайды. Кең қабылдау бұрышы бар төмен концентрациялы фотоэлектрлік жүйені әзірлеу күрделі және энергияны көп қажет ететін күн энергиясын бақылау жүйелеріне тәуелділікті азайтады. Сонымен қатар, сумен салқындату жүйесін IoT технологияларымен біріктіру адаптивті басқаруды қамтамасыз етеді, сенімділікті арттырады және пайдалану шығындарын азайтады. Мұның бәрі бұл зерттеуді маңызды және өзекті етеді.
		4.2 Диссертация мазмұны диссертация тақырыбын айқындайды: 1) **айқындайды;**	Диссертациялық жұмыстың мазмұны көрсетілген тақырыпқа толық сәйкес келеді және анық форматта ұсынылған. Төрт бөлім және олардың бөлімшелері

		2) ішінара айқындайды;	үйлесімді құрылымдалған және зерттеу тақырыбын толық қамтиды.
		3) айқындамайды.	
		4.3. Мақсаты мен міндеттері диссертация тақырыбына сәйкес келеді:	Д.Б. Әлменнің зерттеу жұмысы барысында қойған мақсаты мен міндеттері тақырыпқа толықтай сәйкес келеді.
		1) **сәйкес келеді;**	
		2) ішінара сәйкес келеді;	
		3) сәйкес келмейді.	
		4.4. Диссертацияның барлық бөлімдері мен ережелері логикалық байланысқан:	Диссертациялық жұмыс кіріспеден, төрт бөлімнен, қорытындыдан және әдебиеттер тізімінен тұрады. Бөлімдер тақырыпты ретімен дамытады: біріншісі – оптикалық элементтер мен салқындату әдістеріне шолу; екіншісі және үшіншісі – әртүрлі линзалары мен шағылыстырғыш беттері бар төмен концентрациялы фотоэлектрлік жүйелерді модельдеу және олардың сипаттамалары; ал төртіншісі – адаптивті салқындату жүйесі және жүйенің шығыс параметрлері. Диссертациялық жұмыс бөлімдері логикалық түрде байланысқан: материал ретімен ұсынылған, әрбір бөлімде қорытынды жасалған және келесі бөлімдер тақырыпты одан әрі дамытып отырады.
		1) **толық байланысқан;**	
		2) ішінара байланысқан;	
		3) байланыс жоқ.	
		4.5 Автор ұсынған жаңа шешімдер (қағидаттар, әдістер) дәлелденіп, бұрыннан белгілі шешімдермен салыстырылып бағаланған:	Диссертациялық жұмыста келтірілген нәтижелер мен қорытындылар ғылыми тұрғыдан негізделген және тиісті дәлелдермен расталған. Ұсынылған бірнеше шешімдердің егжей-тегжейлі талдауы, соның ішінде олардың тиімділігі мен практикалық қолданылуы, сондай-ақ әрбір тәсілге сыни талдау жасалған.
		1) **сыни талдау бар;**	
		2) талдау ішінара жүргізілген;	
		3) талдау өз пікіріне емес, басқа авторлардың сілтемелеріне негізделген;	
		4) талдау жоқ.	
5	Ғылыми жаңашылдық принципі	5.1 Ғылыми нәтижелер мен ережелер жаңа ма?	

		1) **<u>толығымен жаңа;</u>**	Диссертациялық жұмыста автор төмен концентрациялы фотоэлектрлік жүйеде жазық-ойыс линзаны, Френель линзасын және шағылыстырғыш беттерді біріктіруді алғаш рет қолданған, бұл шешім дәстүрлі жүйемен салыстырғанда концентрация коэффициенті мен қабылдау бұрышының көбейтіндісі (CAP) бойынша 2,9 есе жоғары мәнді көрсетуге және қабылдау бұрышын кеңейту арқылы күнді бақылау жүйесінің қуат тұтынуын 27%-ға азайтуға мүмкіндік берді. Бір осьті трекермен жұмыс істей алатын және төмен концентрациялы жағдайлар үшін оңтайлы болып табылатын бекітілген модульге қарағанда 2,2 есе көп қуат өндіре алатын П-тәрізді төмен концентрациялы фотоэлектрлік жүйе ұсынылды. Алғаш рет су ағынын реттейтін және энергия шығындарын 12%-ға азайтатын адаптивті салқындату жүйесі жасалды.
		2) ішінара жаңа (25-75% жаңа);	
		3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	
		5.2 Диссертацияның қорытындылары жаңа ма?	Диссертациялық жұмыстың қорытындылары түбегейлі жаңа және импакт факторы жоғары ғылыми журналдарда жарияланған деректермен расталған.
		1) **<u>толығымен жаңа;</u>**	
		2) ішінара жаңа (25-75% жаңа);	
		3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	
		5.3 Техникалық, технологиялық, экономикалық немесе басқару шешімдері жаңа және негізделген бе?	Техникалық, технологиялық және әдістемелік шешімдері толықтай жаңа және 2025 жылы № 62891 авторлық куәлікпен расталған.
		1) **<u>толығымен жаңа;</u>**	
		2) ішінара жаңа (25-75% жаңа);	
		3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	

6	Негізгі қорытындылардың негізділігі	Барлық негізгі қорытындылар ғылыми тұрғыдан қарағанда ауқымды дәлелдемелерде **негізделген**/негізделмеген (qualitative research (куолитатив ресеч) және өнер және гуманитарлық ғылымдар бойынша даярлық бағыттары үшін).	Диссертациялық жұмыстың қорытындылары ғылыми негізделген, әдістері логикалық құрылымдалған және нәтижелерге сәйкес анық берілген.
7	Қорғауға шығарылған негізгі ережелер	Әрбір ереже бойынша келесі сұрақтарға жеке жауап беру қажет: 7.1 Ереже дәлелденді ме? 1) дәлелденді; 2) шамамен дәлелденді; 3) шамамен дәлелденбеді; 4) дәлелденбеді; 5) бұл тұжырымда ереженің дәлелденгенін тексеру мүмкін емес. 7.2 Тривиалды ма? 1) ия; 2) жоқ; 3) бұл тұжырымда ереженің тривиалды екенін тексеру мүмкін емес. 7.3 Жаңа ма? 1) ия; 2) жоқ; 3) бұл тұжырымда ереженің жаңашылдығын тексеру мүмкін емес. 7.4 Қолдану деңгейі: 1) тар; 2) орташа; 3) кең 4) бұл тұжырымда ереженің қолдану деңгейін тексеру мүмкін емес.	•Тұжырым №1 Жазық ойыс линзадан, Френель линзасынан және шағылыстыратын беттерден тұратын төмен концентрациялы фотоэлектрлік жүйе дәстүрлі төмен концентрациялы фотоэлектрлік жүйемен салыстырғанда концентрация коэффициенті мен қабылдау бұрышының көбейтіндісі (CAP) бойынша 2,9 есе жоғары мәнді көрсетеді. 7.1 дәлелденді 7.2 жоқ 7.3 ия 7.4 кең 7.5 ия Тұжырым №2 • Жазық ойыс линзасы, Френель линзасы және шағылысатын беттерге негізделген төмен концентрациялы фотоэлектрлік жүйе дәстүрлі төмен концентрациялы фотоэлектрлік жүйемен салыстырғанда күнді бақылау жүйесінің энергия тұтынуын 27%-ға төмендетеді. 7.1 дәлелденді 7.2 жоқ 7.3 ия 7.4 кең 7.5 ия

		7.5 Мақалада дәлелденген бе?	Тұжырым №3 • Бір осьті күнді бақылау жүйесіне орнатылған П-тәрізді төмен концентрациялы фотоэлектрлік жүйе, бекітілген фотоэлектрлік модульге қарағанда 2,2 есе көп энергия өндіреді. 7.1 дәлелденді 7.2 жоқ 7.3 ия 7.4 кең 7.5 ия Тұжырым №4 • Салқындату жүйесін адаптивті басқару алгоритмі дәстүрлі жүйемен салыстырғанда жүйенің энергия шығынын 12%-ға төмендетеді. 7.1 дәлелденді 7.2 жоқ 7.3 ия 7.4 кең 7.5 ия
		1) ия;	
		2) жоқ	
		3) бұл тұжырымда мақаладағы ереженің дәлелденгенін тексеру мүмкін емес.	
8	Дәйектілік қағидаты. Дереккөздер мен ұсынылған ақпараттың дәйектілігі	8.1 Әдіснаманы таңдау – негізделген немесе әдіснама нақты жазылған:	Диссертациялық жұмыста қолданылған әдіснама толықтай негізделген және нақты жазылған.
		1) **ия;**	
		2) жоқ.	
		8.2 Диссертация жұмысының нәтижелері компьютерлік технологияларды қолдану арқылы ғылыми зерттеулердің қазіргі заманғы әдістері мен деректерді өңдеу және интерпретациялау әдістемелерін пайдалана отырып алынған:	Диссертациялық жұмыс барысында модельдеу және тәжірибелік деректерді өңдеу сенімді және заманауи ғылыми-зерттеу құралдары (COMSOL Multiphysics, MATLAB, машиналық оқыту модельдері) арқылы жасалған.
		1) **ия;**	
		2) жоқ.	

		8.3 Теориялық қорытындылар, модельдер, анықталған өзара байланыстар және заңдылықтар эксперименттік зерттеулермен дәлелденген және расталған (педагогикалық ғылымдар бойынша даярлау бағыттары үшін нәтижелер педагогикалық эксперимент негізінде дәлелденеді):	Теориялық қорытындылар, модельдер, анықталған өзара байланыстар және заңдылықтар тәжірибе жүзінде дәлелденген, ал алынған нәтижелері шетелдік ғылыми басылымдарда шыққан мақалалармен расталған.
		1) **ия;**	
		2) жоқ.	
		8.4 Маңызды мәлімдемелер нақты және сенімді ғылыми әдебиеттерге сілтемелермен **расталған** / ішінара расталған / расталмаған.	Диссертациялық жұмыс барысында қолданылған маңызды мәлімдемелер нақты және сенімді ғылыми әдебиеттерге сілтемелермен расталған.
		8.5 Пайдаланылған әдебиеттер тізімі әдеби шолуға **жеткілікті**/жеткіліксіз.	Әдеби шолу үшін пайдаланылған әдебиеттер тізімі толығымен жеткілікті. Диссертациялық жұмыстағы сілтемелердің жалпы саны – 108.
9	Практикалық құндылық қағидаты	9.1 Диссертацияның теориялық маңызы:	Диссертациялық жұмыстың теориялық маңыздылығы жоғары деңгейде, себебі зерттеу нәтижелерін кремний негізіндегі төмен концентрациялы фотоэлектрлік жүйелерді жобалау мен тиімділігін бағалау барысында қолдануға болады.
		1) **бар;**	
		2) жоқ.	
		9.2 Диссертацияның практикалық маңызы бар және алынған нәтижелерді практикада қолдану мүмкіндігі жоғары:	Диссертациялық жұмыстың практикалық маңыздылығы бар, себебі, алынған нәтижелерді концентрациялаушы фотоэлектрлік жүйелерді жасауда және салқындатуды басқару жүйелерін оңтайландыруда пайдалануға болады.
		1) **ия;**	
		2) жоқ.	
		9.3 Практикалық ұсыныстар жаңа ма?	Диссертациялық жұмыста көрсетілген практикалық ұсыныстар жаңа, төмен концентрациялы фотоэлектрлік жүйелердің тиімділігін арттыруға үлкен септігін тигізеді.
		1) **толығымен жаңа;**	
		2) ішінара жаңа (25-75% жаңа);	
		3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	
10	Жазу және ресімдеу сапасы	Академиялық жазу сапасы:	Диссертациялық жұмыс ғылыми-техникалық терминдерді қолдана отырып, сауатты әрі түсінікті
		1) **жоғары;**	

		2) орташа; 3) орташадан төмен; 4) төмен.	түрде жазылған. Академиялық жазу сапасы жоғары деңгейде орындалған.
11	Диссертацияға ескертулер	Диссертациялық жұмысқа қатысты ескертулер мен кемшіліктер жоқ.	
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)	Диссертациялық жұмыс негізінде орындалған ғылыми мақалалардың деңгейі жоғары.	
13	Ресми рецензенттің шешімі (осы Үлгі ереженің 28-тармағына сәйкес)	Жоғарыда айтылғандарға сүйене отырып, «8D06201 Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» білім беру бойынша философия докторы (PhD) дәрежесіне іздену үшін ұсынылған **Әлмен Динара Бақытжанқызының** «Күн сәулеленуінің төменгі концентрациясы жағдайында адаптивті салқындату жүйесімен фотоэлементтердің тиімділігін арттыру» тақырыбындағы диссертациялық жұмысы философия докторы PhD дәрежесін беру ережелерінің талаптарына сәйкес келеді. Әлмен Динара Бақытжанқызына **философия докторы (PhD) дәрежесін беру ұсынылады.**	

Ресми рецензент:

Ислам Каримов атындағы Ташкент мемлекеттік техникалық университеті,
Сандық электроника және микроэлектроника кафедрасы,
PhD, доцент Исмайлов Байрамбай Канатбаевич

IMZOSINI TASDIQLAYMAN
TDTU IRB BOSHLIG'I
" " 2025 y.

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI HUZURIDAGI TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI
INSON RESURSLARI BO'LIMI