

**«8D05303 –Техникалық физика» білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесіне іздену үшін ұсынылған
Омарова Жансая Бағдатқызының «Фотовольтаика үшін $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{SnI}_3$ және $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ негізіндегі металлоорганикалық
перовскиттердің тиімділік шектері» тақырыбындағы диссертациялық жұмысына ресми рецензенттің**

СЫН-ПІКІРІ

| р/н № | Критерийлер | Критерийлер сәйкестігі | Ресми рецензенттің ұстанымы |
|-------|--|--|--|
| 1. | Диссертация тақырыбының (бекіту күніне) ғылымның даму бағыттарына және/немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкес болуы | <p>1.1 Ғылымның даму бағыттарына және/немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкестігі:</p> <p>1) Диссертация мемлекет бюджетінен қаржыландырылатын жобаның немесе нысаналы бағдарламаның аясында орындалған (жобаның немесе бағдарламаның атауы мен нөмірі);</p> <p>2) Диссертация басқа мемлекеттік бағдарлама аясында орындалған (бағдарламаның атауы)</p> <p>3) Диссертация Қазақстан Республикасының Үкіметі жанындағы Жоғары ғылыми-техникалық комиссия бекіткен ғылым дамуының басым бағытына сәйкес (бағытын көрсету)</p> | <p>«Техника ғылымдары саласындағы ғылыми зерттеулер мен әзірлемелер» ғылымды дамытудың басым бағытына сәйкес келеді.</p> <p>Диссертациялық жұмыс мемлекеттік бюджеттен қаржыландырылатын 2018-2020 және 2020-2022 жылдарға арналған ғылыми-зерттеу жұмысының (ҒЗЖ) жоспарларына сәйкес орындалған. Жеке тіркеу нөмірі (ЖТН) AP05133651 және AP08855738. Жоба тақырыптары: «Иілгіш органикалық жартылай өткізгіш материалдар негізінде келешегі бар жаңартылатын көздерді өндіру және зерттеу», «Шыны түзетін органикалық молекулалардың криовакуумдық конденсаттарының жұқа қабықшаларындағы құрылымдық-фазалық трансформациялар мен релаксация процестері».</p> |
| 2. | Ғылымға маңыздылығы | Жұмыс ғылымға елеулі үлесін қосады/қоспайды, ал оның маңыздылығы ашылған/ашылмаған. | Диссертациялық жұмыста келтірілген мәліметтер ғылымға маңызды үлес қосады. Фотовольтаика саласында жаңа, ғылыми негізделген нәтижелерді көрсетеді және алынған нәтижелерді ескеру, қолдану тиімділігі жоғары $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{SnI}_3$ негізіндегі перовскитті күн элементтерін алуға ықпал етеді. |
| 3. | Өзі жазу принципі | <p>Өзі жазу деңгейі:</p> <p>1) жоғары;</p> <p>2) орташа;</p> <p>3) төмен;</p> <p>4) өзі жазбаған</p> | Автор диссертациялық жұмыстың барлық бөлімін, жұмыстың мақсаты мен міндеттерін айқындауды, әдістемелерді қоюды және тәжірибелік жұмыстар жүргізуді, сондай-ақ, тәжірибе нәтижелерін өңдеп ғылыми жарияланымдарға дайындауды толығымен өзі орындаған. Ж.Б. Омарованың диссертациялық жұмысы барлық талаптар мен ережелерге сәйкес жазылған. |

| | | | |
|----|----------------------|---|--|
| 4. | Ішкі бірлік принципі | 4.1 Диссертация өзектілігінің негіздемесі: 1) <u>негізделген</u> ; 2) жартылай негізделген; 3) негізделмеген. | Ж.Б. Омарованың диссертациялық жұмысы қазіргі кезде өзекті мәселелердің бірі - экологиялық таза энергия көзі болып табылатын күн энергетикасын алу, яғни күн элементтерінің ең оңтайлы түрін табуға арналған. Перовскитті фотовольтаика - күн энергетикасының қарқынды дамып келе жатқан саласы. Перовскитті күн элементтерінің көптеген артықшылықтары бар: жарық спектрінің кең жұтылу диапазоны, тасымалдаушылардың жоғары қозғалғыштығы және тасымалдаушылар диффузиясының салыстырмалы түрде үлкен ұзындығы, сондай-ақ дайындалуының қарапайымдылығы мен салыстырмалы түрде жоғары тиімділігі (шамамен 25%). Дегенмен бірнеше ескеретін мәселелер бар, соларды ескере отыра, тиімділігі жоғары перовскитті құрылымдарды зерттеуге арналған. |
| | | 4.2 Диссертация мазмұны диссертация тақырыбын айқындайды 1) <u>айқындайды</u> ; 2) жартылай айқындайды; 3) айқындамайды | Диссертациялық жұмыстың мазмұны тақырыбына сай және ондағы келтірілген бөлімдер, бөлімшелер, қорытынды, тұжырымдар мен шешімдер бір-бірімен үйлесімді. |
| | | 4.3. Мақсаты мен міндеттері диссертация тақырыбына сәйкес келеді: 1) <u>сәйкес келеді</u> ; 2) жартылай сәйкес келеді; 3) сәйкес келмейді | Жұмыстың мақсаты мен міндеттері диссертация тақырыбына сәйкес келеді. |
| | | 4.4. Диссертацияның барлық бөлімдері мен құрылысы логикалық байланысқан: 1) <u>толық байланысқан</u> ; 2) жартылай байланысқан; 3) байланыс жоқ | Диссертацияның барлық бөлімдері мен құрылысы логикалық түрде өзара байланысқан және қойылған мақсаты мен міндеттерін шешуге бағытталған. |
| | | 4.5 Автор ұсынған жаңа шешімдер (қағидағтар, әдістер) дәлелденіп, бұрыннан белгілі шешімдермен салыстырылып бағаланған: 1) <u>сыни талдау бар</u> ; 2) талдау жартылай жүргізілген; 3) талдау өз пікірін емес, басқа | Диссертацияда келтірілген нәтижелер мен тұжырымдар ғылыми негізделген. Барлық мәліметтер толықтай дәлелдемелермен қамтамасыз етілген. Белгілі шешімдерге талдау жүргізілген. Сыни талдау бар. |

| | | | |
|----|-------------------------------------|--|---|
| | | авторлардың сілтемелеріне негізделген | |
| 5. | Ғылыми жаңашылдық принципі | 5.1 Ғылыми нәтижелер мен қағидаттар жаңа болып табыла ма? 1) <u>толығымен жаңа</u> ; 2) жартылай жаңа (25-75% жаңа болып табылады); 3) жаңа емес (25% кем жаңа болып табылады) | Диссертацияда келесі ғылыми нәтижелер жаңа болып табылады: - Тәжірибелік нәтижелерге жақындау үшін көлемдік және беттік ақаулардың тығыздығының әсерін ескере отырып, қолданыстағы үлгілерден ерекшеленетін тиімді перовскитті күн элементінің жалпыланған моделі әзірленді. - Оңтайлы сипаттамаларды таңдау үшін сандық тәжірибенің көмегімен перовскитті күн элементінің тиімділігінің сіңіру қабатының қалыңдығына, кемтік-тасымалдау қабаты мен контактілі қабаттың түріне тәуелділігі сандық түрде анықталды. - Перовскит материалындағы гидратация процесіне байланысты $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ перовскит қабатындағы көлемдік ақаулар концентрациясының 10^{12} см ⁻³ -ден аспайтын 10^{16} см ⁻³ дейінгі мәндердің жоғарылауы тәжірибелік түрде анықталды, бұл гидратацияға және тиімділіктің 30%-дан 15%-ға дейін төмендеуіне әкеледі. |
| | | 5.2 Диссертацияның қорытындылары жаңа болып табыла ма? 1) <u>толығымен жаңа</u> ; 2) жартылай жаңа (25-75% жаңа болып табылады); 3) жаңа емес (25% кем жаңа болып табылады) | Қорғауға ұсынылған диссертациялық жұмыстың қорытындылары толығымен жаңа болып табылады. |
| | | 5.3 Техникалық, технологиялық, экономикалық немесе басқару шешімдері жаңа және негізделген бе? 1) <u>толығымен жаңа</u> ; 2) жартылай жаңа (25-75% жаңа болып табылады); 3) жаңа емес (25% кем жаңа болып табылады) | Ж.Б. Омарованың техникалық, технологиялық, экономикалық немесе басқару шешімдері толықтай жаңа және негізделген, диссертациялық жұмыс нәтижелері пайдалы модельге алынған патентпен және авторлық куәлікпен расталады. Зияткерлік қызмет нәтижелері № 7458 пайдалы модельге патентпен және № 33477 авторлық куәлікпен расталады. |
| 6. | Негізгі қорытындылардың негізділігі | Барлық қорытындылар ғылыми тұрғыдан қарағанда ауқымды дәлелдемелерде <u>негізделген/негізделмеген</u> (qualitative research және өнертану және | Барлық қорытындылар ғылыми тұрғыдан қарағанда ауқымды дәлелдемелерде негізделген. |

| | | | |
|----|--|---|---|
| | | гуманитарлық бағыттары бойынша) | |
| 7. | Қорғауға шығарылған негізгі қағидаттар | <p>Әр қағидат бойынша келесі сұрақтарға жауап беру қажет:</p> <p>7.1 Қағидат дәлелденді ме?</p> <p>1) <u>дәлелденді</u>;</p> <p>2) шамамен дәлелденді;</p> <p>3) шамамен дәлелденбеді;</p> <p>4) дәлелденбеді</p> <p>7.2 Тривиалды ма?</p> <p>1) ия;</p> <p>2) <u>жоқ</u></p> <p>7.3 Жаңа ма?</p> <p>1) <u>ия</u>;</p> <p>2) жоқ</p> <p>7.4 Қолдану деңгейі:</p> <p>1) тар;</p> <p>2) орташа;</p> <p>3) <u>кең</u></p> <p>7.5 Мақалада дәлелденген бе?</p> <p>1) <u>ия</u>;</p> <p>2) жоқ</p> | <p>Қағидат 1 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{SnI}_3$ және $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ негізіндегі перовскитті күн элементінің жалпыланған әзірленген моделінде 10^{10} см^{-3}-ден 10^{17} см^{-3}-ге дейінгі диапазонда көлемдік ақаулар мен 10^{10} см^{-2}-ден 10^{17} см^{-2}-ге дейінгі диапазонда беттік ақаулардың әсері ескерілгенде тиімділік шамамен 30%-дан 6%-ға дейін төмендей алады.</p> <p>7.1 <u>дәлелденді</u></p> <p>7.2 жоқ</p> <p>7.3 ия</p> <p>7.4 кең</p> <p>7.5 ия</p> <p>Қағидат 2 Жұту қабатының қалыңдығы 700 нм тең $\text{FTO}/\text{TiO}_2/\text{CH}_3\text{NH}_3\text{SnI}_3/\text{Cu}_2\text{O}/\text{Pt}$ электр өткізгіш және жартылай өткізгіш қабаттарының оңтайлы реттілігі кезінде перовскитті күн элементінің тиімділігі ПӘК=28 % және толтыру коэффициенті FF=84 % шегіне жетеді.</p> <p>7.1 <u>дәлелденді</u></p> <p>7.2 жоқ</p> <p>7.3 ия</p> <p>7.4 кең</p> <p>7.5 ия</p> <p>Қағидат 3 Қоршаған ортаның әсері перовскит материалының гидратация процесінде туындаған $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ көлемдік ақаулар концентрациясының 10^{12} см^{-3} аспайтын мәндерден 10^{16} см^{-3} жоғары мәндерге дейін ұлғаюына әкеледі, ал гидратацияның алдын алу күн элементінің тиімділігін 15%-дан 30%-ға дейін екі есе арттыруға</p> |

| | | | |
|--|--|---|--|
| | | | <p>мүмкіндік береді.</p> <p>7.1 дәлелденді</p> <p>7.2 жоқ</p> <p>7.3 ия</p> <p>7.4 кең</p> <p>7.5 ия</p> |
| 8. | <p>Дәйектілік принципі</p> <p>Дереккөздер мен ұсынылған ақпараттың дәйектілігі</p> | <p>8.1 Әдістеменің таңдауы - негізделген немесе әдіснама нақты жазылған</p> <p>1) ия;</p> <p>2) жоқ</p> | <p>Диссертацияда қолданылған әдістеме негізделген және жеткілікті түрде сипатталған.</p> |
| <p>8.2 Диссертация жұмысының нәтижелері компьютерлік технологияларды қолдану арқылы ғылыми зерттеулердің қазіргі заманғы әдістері мен деректерді өңдеу және интерпретациялау әдістемелерін пайдалана отырып алынған:</p> <p>1) ия;</p> <p>2) жоқ</p> | | <p>Диссертациялық жұмыстың нәтижелері ғылыми зерттеулердің қазіргі заманғы әдістері мен компьютерлік сандық бағдарламасы SCAPS-1D қолдану арқылы алынды. Атап айтқанда, диссертациялық жұмыстың екінші мен үшінші бөлімдері толығымен</p> | |
| <p>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):</p> <p>1) ия;</p> <p>2) жоқ</p> | | <p>Теориялық қорытындылар, анықталған өзара байланыстар және заңдылықтар тәжірибелік зерттеулермен дәлелденген. Алынған нәтижелер Қазақстандық және басқа да шет елдердегі жарияланымдармен расталады.</p> | |
| <p>8.4 Маңызды мәлімдемелер нақты және сенімді ғылыми әдебиеттерге сілтемелермен <u>расталған</u> / ішінара расталған / расталмаған</p> | | <p>Диссертациялық жұмыста пайдаланылған маңызды мәлімдемелер өзекті және сенімді ғылыми әдебиеттерге сілтемелермен расталған.</p> | |
| <p>8.5 Пайдаланылған әдебиеттер тізімі әдеби шолуға <u>жеткілікті</u>/жеткіліксіз</p> | | <p>Пайдаланылған әдебиеттер тізімі әдеби шолуға жеткілікті. Диссертациялық жұмыста 223 ғылыми жұмысқа сілтеме жасалған.</p> | |
| 9 | Практикалық | 9.1 Диссертацияның теориялық маңызы | Диссертацияның теориялық маңыздылығы бар. Осыған дейінгі |

| | | | |
|-----|---------------------------|--|---|
| | құндылық принципі | бар: 1) <u>ия</u> ; 2) жок | зерттеу жұмыстарында мұндай мәліметтер келтірілмеген. |
| | | 9.2 Диссертацияның практикалық маңызы бар және алынған нәтижелерді практикада қолдану мүмкіндігі жоғары: 1) <u>ия</u> ; 2) жок | Докторант Ж.Б. Омарованың диссертациялық жұмысында жүргізілген зерттеу жұмыстарының нәтижелерінің практикалық маңыздылығы жоғары және жұмыс нәтижелерін фотовольтаика саласында қолдануға болады. Зияткерлік қызмет нәтижелері № 7458 пайдалы модельге патентпен және № 33477 авторлық куәлікпен расталады. |
| | | 9.3 Практикалық ұсыныстар жаңа болып табылады? 1) <u>толығымен жаңа</u> ; 2) жартылай жаңа (25-75% жаңа болып табылады); 3) жаңа емес (25% кем жаңа болып табылады) | Диссертациялық жұмыста қол жеткізген ғылыми-зерттеу нәтижелері мен практикалық ұсыныстары толығымен жаңа. Диссертациялық жұмыс материалдары негізінде 15 баспа жұмысы, оның ішінде Қазақстан Республикасы ҒЖБМ ҒЖБССҚК ұсынған басылымдарда 4 мақала, Web of Science (Clarivate Analytics) және Scopus халықаралық ақпараттық ресурстарына кіретін импакт-факторы жоғары журналдарда 2 мақала және Халықаралық ғылыми конференцияларында 9 жұмыс жарияланған. |
| 10. | Жазу және ресімдеу сапасы | Академиялық жазу сапасы: 1) <u>жоғары</u> ; 2) орташа; 3) орташадан төмен; 4) төмен. | Диссертациялық жұмыс қазақ тілінде түсінікті әрі сауатты жазылған. Ешқандай түсінбеушілік туғызатын жағдайлар орын алмаған және талаптарға сай рәсімделген. |

Омарова Жансая Бағдатқызының «Фотовольтаика үшін $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{SnI}_3$ және $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ негізіндегі металлоорганикалық перовскиттердің тиімділік шектері» тақырыбындағы диссертациялық жұмысы жоғары ғылыми деңгейде орындалған, толығымен аяқталған және өзіндік ғылыми зерттеу сипатына ие. Диссертациялық жұмыс мазмұны мен рәсімделуі бойынша, Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитетінің (ҒЖБМ ҒЖБССҚК) қоятын талаптарына толық сәйкес келеді және алынған нәтижелер халықаралық журналдарда жарияланған. Омарова Жансая Бағдатқызын «8D05303 –Техникалық физика» білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін беруді ұсынамын.

Ресми рецензент:

Қазақстан-Британ техникалық университеті,
Жаратылыстану және әлеуметтік
ғылымдар мектебінің деканы, PhD



Бейсенов Р. Е.