

REVIEW OF THE FOREIGN SCIENTIFIC ADVISOR

On the PhD dissertation of **Zamira Sarsenbayeva** entitled **“Synthesis and physico-chemical research of the catalytic properties of nanoparticles of complex oxide manganites in the production of hydrogen (OER, HER)”**

The dissertation submitted by Zamira Sarsenbayeva addresses a relevant research area at the intersection of inorganic chemistry, materials science, and hydrogen energy technologies. The research focuses on the synthesis of complex oxide manganites and the investigation of their phase composition, crystal structure, morphology, electrical and dielectric properties, and electrochemical behavior, with particular emphasis on the hydrogen evolution reaction (HER).

The Pechini method was employed to synthesize the complex oxide materials, and the relationship between synthesis conditions and the physicochemical properties of the resulting samples was systematically investigated. Phase composition and crystal structure were characterized by X-ray diffraction, while morphology and elemental composition were examined using electron microscopy and energy-dispersive X-ray spectroscopy. Dielectric and electrochemical measurements provided complementary information on the functional properties of the synthesized materials.

An important component of the dissertation is the assessment of the electrochemical behavior of the synthesized manganites under HER conditions. Linear sweep voltammetry (LSV) and electrochemical impedance spectroscopy (EIS) were used to investigate their electrochemical properties. The results contribute to an understanding of the relationships between material composition, structure, morphology, and electrochemical response.

The scientific significance of the dissertation lies in the combined investigation of the structural and functional properties of complex oxide manganites and the evaluation of their potential for electrocatalytic hydrogen production. The findings provide a basis for further investigation and optimization of oxide-based electrode materials for hydrogen energy applications.

Zamira Sarsenbayeva has co-authored three peer-reviewed publications relevant to the subject of her dissertation: two research articles published in *Molecules* (2025, 30, 132) and *Nanomaterials* (2026, 16, 310), and a review article published in the *International Journal of Molecular Sciences* (2026, 27, 5709). The research articles address the synthesis, physicochemical characterization, and electrochemical behavior of the $\text{La}_{0.9}\text{MnO}_3\text{--LaFeO}_3$ composite and FeMnO_3 nanoparticles, with particular emphasis on HER. The review examines the synthesis, classification, characterization, and applications of perovskite manganites, providing a broader context for the dissertation. Together, these publications demonstrate her contribution to experimental research and the critical assessment of the literature in her field.

Throughout her doctoral research, Zamira Sarsenbayeva demonstrated the ability to conduct experimental work independently, apply physicochemical characterization techniques, critically analyze experimental data, and formulate scientifically supported conclusions. These competencies, together with her publication record, reflect her development as an independent researcher in inorganic chemistry and functional materials.

The dissertation is logically structured, and its content is consistent with the stated aim and objectives. The experimental findings are presented systematically and supported by complementary characterization methods. Overall, the conclusions are consistent with experimental evidence and appropriately reflect the scope of the research.

In my assessment, Zamira Sarsenbayeva's dissertation constitutes a coherent and completed body of doctoral research with scientific value and potential practical relevance. It meets the requirements for the degree of Doctor of Philosophy (PhD) in the educational program **8D05301 – Chemistry**. I therefore recommend that **Zamira Sarsenbayeva** be awarded the degree of Doctor of Philosophy (PhD).

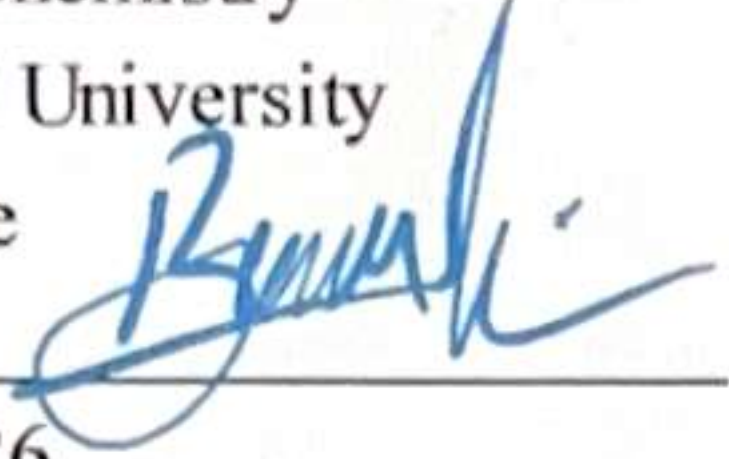
Foreign Scientific Advisor

Assoc. Prof. Dr. Bahadır Keskin

Department of Chemistry

Yildiz Technical University

Istanbul, Türkiye

Signature: 

Date: 27.08.2026

ШЕТЕЛДІК ҒЫЛЫМИ КЕҢЕСШІНІҢ ПІКІРІ

Сарсенбаева Замираның «Сутегін өндіру кезінде күрделі оксидті манганиттер нанобөлшектерінің каталитикалық қасиеттерін синтездеу және физика-химиялық зерттеу (OER, HER)» тақырыбындағы PhD диссертациялық жұмысына

Замира Сарсенбаева ұсынған диссертациялық жұмыс бейорганикалық химия, материалтану және сутегі энергетикасы технологияларының тоғысындағы өзекті ғылыми бағытқа арналған.

Зерттеу күрделі оксидті манганиттерді синтездеуге және олардың фазалық құрамын, кристалдық құрылымын, морфологиясын, электрлік және диэлектрлік қасиеттерін, сондай-ақ электрохимиялық мінез-құлқын зерттеуге бағытталған. Бұл ретте сутегінің бөліну реакциясына (HER) ерекше назар аударылған.

Күрделі оксидті материалдарды синтездеу үшін Печини әдісі қолданылған. Синтез жағдайлары мен алынған үлгілердің физика-химиялық қасиеттері арасындағы байланыс жүйелі түрде зерттелген. Фазалық құрамы мен кристалдық құрылымы рентгендік дифракция әдісімен сипатталған, ал морфологиясы мен элементтік құрамы электрондық микроскопия және энергия-дисперсиялық рентгендік спектроскопия әдістері арқылы зерттелген. Диэлектрлік және электрохимиялық өлшеулер синтезделген материалдардың функционалдық қасиеттері туралы қосымша мәліметтер алуға мүмкіндік берген.

Диссертациялық жұмыстың маңызды құрамдас бөлігі синтезделген манганиттердің сутегінің бөліну реакциясы (HER) жағдайларындағы электрохимиялық мінез-құлқын бағалау болып табылады. Олардың электрохимиялық қасиеттерін зерттеу үшін сызықтық вольтамперометрия (LSV) және электрохимиялық импеданстық спектроскопия (EIS) әдістері қолданылған. Алынған нәтижелер материалдардың құрамы, құрылымы, морфологиясы мен электрохимиялық сипаттамалары арасындағы байланысты түсінуге ықпал етеді.

Диссертациялық жұмыстың ғылыми маңыздылығы күрделі оксидті манганиттердің құрылымдық және функционалдық қасиеттерін кешенді зерттеумен, сондай-ақ олардың сутегін электрокаталитикалық жолмен өндіруге арналған материалдар ретінде қолдану әлеуетін бағалаумен айқындалады. Алынған нәтижелер сутегі энергетикасында қолданылатын оксид негізіндегі электродтық материалдарды одан әрі зерттеу мен оңтайландыруға негіз болады.

Сарсенбаева Замира диссертация тақырыбына қатысты рецензияланатын ғылыми журналдарда жарияланған үш мақаланың бірлескен авторы болып табылады. Олардың екеуі *Molecules* (2025, 30, 132) және *Nanomaterials* (2026, 16, 310) журналдарында жарияланған ғылыми мақалалар, ал үшіншісі *International Journal of Molecular Sciences* журналында (2026, 27, 5709) жарияланған шолу мақаласы болып табылады. Ғылыми мақалаларда $\text{La}_{0.5}\text{MnO}_3\text{--LaFeO}_3$ композиті мен FeMnO_3 нанобөлшектерін синтездеу, олардың физика-химиялық қасиеттерін сипаттау және электрохимиялық мінез-құлқын зерттеу мәселелері қарастырылған. Бұл ретте сутегінің бөліну реакциясына (HER) ерекше назар аударылған. Шолу мақаласында перовскитті манганиттерді синтездеу, жіктеу, сипаттау және қолдану мәселелері қарастырылып, диссертациялық зерттеудің ғылыми контексті кеңейтілген. Аталған жарияланымдар оның эксперименттік зерттеулерге және өз саласындағы ғылыми әдебиеттерді сыни тұрғыдан бағалауға қосқан үлесін көрсетеді.

Докторантурада зерттеу жүргізу барысында **Сарсенбаева Замира** эксперименттік жұмыстарды өз бетінше орындау, физика-химиялық сипаттау әдістерін қолдану, эксперименттік деректерді сыни тұрғыдан талдау және ғылыми тұрғыдан негізделген қорытындылар жасау қабілетін көрсетті. Бұл құзыреттері мен ғылыми жарияланымдары оның бейорганикалық химия және функционалдық материалдар саласындағы дербес зерттеуші ретінде қалыптасқанын дәлелдейді.

Диссертациялық жұмыс логикалық тұрғыдан жүйелі құрылымдалған және оның мазмұны қойылған мақсат пен міндеттерге сәйкес келеді. Эксперименттік нәтижелер жүйелі түрде баяндалған және өзара толықтыратын зерттеу әдістерімен негізделген. Жалпы алғанда, тұжырымдар эксперименттік нәтижелерге сәйкес келеді және жүргізілген зерттеудің ауқымын орынды көрсетеді.

КЕЛЕСІ БЕТКЕ ҚАРА
СМОТРИ НА ОБОРОТЕ

Менің бағалауымша, Сарсенбаева Замираның диссертациялық жұмысы ғылыми құндылығы мен практикалық қолдану әлеуеті бар, мазмұны жағынан біртұтас әрі аяқталған докторлық зерттеу болып табылады. Диссертация 8D05301 – «Химия» білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін қойылатын талаптарға сәйкес келеді. Осыған байланысты Сарсенбаева Замираға философия докторы (PhD) дәрежесін беруді ұсынамын.

Шетелдік ғылыми кеңесші

Доцент, PhD докторы Бахадир Кескин

Химия кафедрасы, Йылдыз техникалық университеті

Ыстанбұл, Түркия

Қолы:

Күні: 27.08.2026

КЕЛЕСІ БЕТКЕ ҚАРА
СМОТРИ НА ОБОРОТЕ

Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы.

19 Қазан, екі мың жиырма алтыншы жыл.

Құжатты ағылшын тілінен қазақ тіліне аударған аудармашы Мохаммади
Хамида.

Қолтаңба Мохаммади Хамада

Мен, Алматы қаласының нотариусы Егембердиева Сандугаш Каримбаевна,
Қазақстан Республикасы Әділет министрлігінің Халыққа құқықтық көмек
көрсету және заң қызметтерін ұйымдастыру комитеті 2006 жылғы 26
желтоқсанда берген №0000704 мемлекеттік лицензия негізінде әрекет етемін,
аудармашы Мохаммади Хамиданың менің қатысуыммен қойылған қолының
түпнұсқалығын куәландырамын. Аудармашының жеке басы анықталды,
әрекет қабілеттілігі мен өкілеттігі тексерілді.

Тіркеу № 9590

Төлем тарифке сәйкес алынды.

Нотариус

[Signature]



Баумен тілінің
пронумеровано на
листах, при
креплено
Нотариус:
3
Ата нөміріндегі
пронумеровано на
листах, при
креплено
Нотариус:
3



ST1003516250780351268L1930916

Нотариаттық іс-әрекеттің бірегей немірі / Уникальный номер нотариального действия