Становище

за дисертационен труд на **докторант Елжана Димитрова Енчева-Мирчева** за присъждане на образователната и научна степен "доктор" в област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика, Професионално направление 4.2. Химически науки (Неорганична химия), Докторска програма "Неорганична химия" на тема:
„Композити на основата на перовскити от типа $LnMO_3$ (Ln = La, Nd, Sm, Gd; M = Fe, Co, Mn, Ni) като катализатори във Фентън-подобни реакции"
Научен ръководител: проф. д-р Мартин Петров Цветков

от проф. д-р Християн Александров Александров,
Факултет по химия и фармация на Софийски университет „Св. Климент Охридски"

Докторант Елжана Димитрова Енчева-Мирчева завършва висшето си образование във Факултета по химия и фармация на Софийски Университет „Св. Климент Охридски" като Бакалавър през юли 2021 г. и Магистър през юли 2022 г. (магистърска програма по „Неорганични и хибридни материали за съвременни технологии"). Зачислена е за редовен докторант към катедра „Неорганична химия" със заповед No РД-20-121/19.01.2023, считано от 01.02.2023 г. с научен ръководител проф. д-р Мартин Петров Цветков. Поради по-ранната готовност за защита е отчислена предсрочно, считано от 05.12.2025 г. От юни 2018 г. до момента работи последователно в три различни института на Българската академия на науките като заема следните длъжности: техник-химик (06.2018-10.2021 г. – Институт по катализ), химик (10.2021-06.2025 г. – Институт по физикохимия), асистент (06.2025 – досега – Институт по обща и неорганична химия).

Дисертационният труд е насочен към получаването на перовскити и техни композити, както и към изследване на каталитичната им активност при активиране на персулфати за разграждане на органични замърсители във водна среда. Тематиката е изключително актуална с оглед на все по-строгите регулации за концентрациите в отпадни води на органични замърсители, като: пестициди (хербициди, инсектициди, фунгициди), нефтопродукти (ароматни въглеводороди), лекарствени вещества (антибиотици, хормони, аналгетици), токсични съединения, генерирани от индустрията (разтворители, пластификатори, феноли), повърхностноактивни вещества и др.

Дисертационният труд на докт. Енчева-Мирчева е написан на 177 страници и е богато онагледен със 133 фигури и 48 таблици, цитирани са 179 литературни източника. Структуриран е, както следва: Увод (1 стр.), Литературен обзор (23 стр.), Цел и задачи (1 стр.), Методи и апаратура (13 стр.), Резултати (116 стр.), Изводи (1 стр.), Приноси (1 стр.) и Използвана литература (13 стр.). В Увода е представена накратко мотивацията за проведеното научно изследване. Литературният обзор е разделен на четири части и е базиран на 133 литературни източника. В първата му част са описани структурата и основните свойства на различните видове перовскити. Те са класифицирани спрямо състава (оксидни, халогенидни, хидридни, хидроксиди) и структурата (прости, двойни, слоести и с дефицит на анион) им. Втората част е посветена на методите на синтез на перовскити. Разгледани са няколко вида твърдотелни реакции (високотемпературен синтез, твърдофазен метод на синтез с участието на разтворител, комбустивен метод, механохимичен синтез), реакции в течна фаза (съутаяване, хидротермален/солвотермален синтез, зол-гел метод, синтез с участието на шаблони), реакции в газова фаза (импулсно лазерно отлагане, химическо отлагане на пари, разпрашване). В третата част на литературния обзор е демонстрирано каталитичното приложение на перовскитите най-вече във фотокатализа, окислителни реакции и получаване на водород и кислород чрез електрокатализа. Показано е, че перовскитите могат да бъдат използвани за обезвреждане на автомобилни газове и различни органични замърсители. В последната част са разгледани интересни композити на базата на перовскити и техните каталитични приложения. По-нататък в дисертацията са формулирани основната цел и планираните за изпълнение задачи. В четвъртата глава са описани подробно използваните в експерименталното изследване материали, методи за синтез на перовскити, въглеродни носители и композити между тях, както и използваните методи за охарактеризиране на синтезираните образци. Първата част от петата глава е посветена на охарактеризирането на перовскитните материали и техните композити. Така например чрез прахова рентгенова дифракция е доказано кои проби са синтезирани успешно и не съдържат примесни фази. С трансмисионна електронна микроскопия и сканираща електронна микроскопия е изследвана морфологията на получените образци. С помощта на UV-Vis спектроскопия са определени стойностите на забранената зона и потенциалите на енергията на зоната на проводимост и енергията на валентната зона на изследваните образци. Образците съдържащи Cr, Ni, Co, Mn са изследвани и с термопрограмирана редукция, а окислителното състояние на Cu, Fe и Gd в съответните образци е определено с рентгенофотоелектронна спектроскопия. Втората част от

главата с резултатите е посветена на описанието и дискусията на проведените каталитични експерименти на разграждане на органични замърсители като тетрациклин хидрохлорид, метиленово синьо и сулфатиазол. Показано е, че прецизното комбиниране на няколко фактора е от съществено значение за определяне на оптималните условия за протичане на каталитичните реакции. Така например перовскитните системи на базата $LaFeO_3$ и $SmFeO_3$, дотирани съответно с Ce и Cu и активирани с пероксомоносулфат са изключително ефективни в разграждането съответно на тетрациклин хидрохлорид и сулфатиазол. В много от случаите дотираните системи показват по-добра каталитична активност от чистите компоненти, което е индикация за наличието на синергични ефекти. Направените изводи в края на дисертационния труд обобщават и точно отразяват получените резултати. Авторефератът пълно и коректно представя резултатите от проведените научни изследвания.

Част от резултатите от дисертационния труд са публикувани в три статии в списания с импакт фактор, като една от тях е в списание от първи квартил (Q1) (*Catalysis Today*), а две са в списание от Q2 – *Crystals*. Тези статии осигуряват 65 точки по показател Г от минималните национални изисквания, заложени в Закона за развитието на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), като надхвърлят този показател повече от два пъти. Въпреки че са публикувани наскоро, тези статии вече са цитирани 6 пъти, което е още едно доказателство за високо ниво на проведените в рамките на дисертационния труд изследвания. Резултатите от дисертацията са представени на шест международни и национални конференции, на които са представени пет устни доклада и едно постерно съобщение. Докт. Енчева-Мирчева е съавтор на още девет публикации в уважавани международни списания като Catalysis Today, International Journal of Molecular Sciences, Molecules и др.

В заключение смятам, че дисертационният труд на **Елжана Димитрова Енчева-Мирчева** напълно отговаря по обем и качество и изпълнява всички критерии, заложени в Закона за развитието на академичния състав в Република България. Получените резултати и начинът, по който са представени в дисертационния труд показват, че г-жа Енчева-Мирчева е млад учен с висока научна компетентност и убедено препоръчвам на почитаемото научно жури да ѝ присъди образователната и научна степен „доктор” в Професионално направление 4.2. Химически науки (Неорганична химия), Докторска програма “Неорганична химия”.

16.03.2026 г. Изготвил становището:

гр. София /проф. д-р Християн Александров/