

РЕЦЕНЗИЯ

относно защита на дисертационен труд на тема „Електроовлакнени хибридни материали от поли(L-лактид-съ-D,L-лактид) и производни на хитозана с насочено моделиран дизайн за потенциални приложения в биомедицината и за фотокаталитично пречистване на води”

на докторант Ина Бориславова Анастасова

за придобиване на научната степен „Доктор“ в професионално направление 4.2. Химически науки, научна специалност „Полимери и полимерни материали“

Рецензент: проф. Мариана Димитрова Аргирова, дн

Катедра по химични науки, Фармацевтичен факултет на МУ – Пловдив

Със Заповед № ПД-09-182 от 2 декември 2025 г. на Директора на Института по полимери (ИП) на Българска академия на науките (БАН), съм определена за член на научно жури, което трябва да вземе решение за присъждане на научната степен „Доктор“ на ас. **Ина Бориславова Анастасова**, редовен докторант в лаборатория „Биологично активни полимери“ в ИП. На първото заседание на научното жури, проведено на 15 декември 2025 г. ми бе възложено да изготвя рецензия по процедурата за присъждане на научната степен.

Рецензията е изготвена в съответствие със Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за неговото прилагане, Правилника на БАН и с Правилника, установен в ИП на БАН, за прилагане на гореспомнатия закон. Дисертационният труд на докторантката е обсъден на колоквиум на ИП, състоял се на 21.11.2025 г. Всички необходими материали за изготвяне на настоящата рецензия ми бяха предоставени в електронен формат.

1. Биографична информация за докторанта

Ина Бориславова Анастасова е възпитаник на Факултета по химия и фармация на СУ „Св. Климент Охридски“, където през 2021 г. получава магистърска степен по „Съвременни спектрални и хроматографски методи за анализ“. Същата година започва редовна докторантура в лаборатория „Биологично активни полимери“ на ИП под ръководството на проф. д-р Оля Стоилова и проф. д-р Милена Игнатова. Успешно е положила с отличен успех изпит по специалността „Полимери и полимерни материали“, както и изпитите върху няколко тясно специализирани теми, които са част от обучението на докторанти. Съавтор е на 3 научни труда, публикувани в списания с импакт фактор и един полезен модел. Ас. Ина Анастасова е участник в два научни проекта с европейско

финансиране. През март 2025 е удостоена с награда “Проф. Иван Шопов” за изявен млад учен в областта на полимерите.

2. Оценка на научните и изследователски постижения на кандидата

Оценка за спазване на минималните критерии съгласно Специфичните правила за присъждане на академични степени, установени в Института по полимери, Българска академия на науките, Приложение 1.

При подготовката на дисертационния труд докторантката е спазила изискванията на чл. 29 и 30 от Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в ИП при БАН. Съдържанието на дисертацията е отразено в два научни труда, публикувани в списание с импакт фактор и попадащо в първи квартал на списанията в областта на полимерната химия. По този начин докторантката събира общо 100 точки при изисквани 80 от посочения по-горе правилник и Приложение 1.

Оценка на изискването докторската дисертация да съдържа ценни теоретични или приложни научни резултати, които съответстват на съвременните постижения и представляват значителен и оригинален принос към полимерната наука.

Дисертационният труд има класическа структура и добър баланс между отделните части – литературен обзор, цел и задачи, резултати и обсъждане, опитна част и използвана литература (323 източника).

Аналитично представеният литературен преглед дава възможност много аргументирано да се формулира целта и задачите на дисертационния труд. Той си поставя ясна цел: да се получат и охарактеризират електроовлакнени хибридни материали от поли(L-лактид-съ-D,L-лактид) и производни на хитозана с насочено моделиран дизайн и да се покажат някои възможности за тяхното потенциално приложение в биомедицината и за фотокаталитично пречистване на води. Тази цел е добре обоснована от докторантката и тя е продължение на многогодишните и плодотворни изследвания на лабораторията, в която тя работи.

Още в литературния преглед Ина Анастасова очертава плюсовете на хибридните материали от биоразградими полимери, предимствата на електроовлакняването като метод, който позволява получаването на влакнести полимери с голяма специфична повърхност и фина пореста структура (т.н. матове). Обосновано е използването на хибриди от два биоразградими полимера – полилактид и хитозан от гледна точка на получаване на електроовлакнени материали с желан състав, морфология и свойства. Разгледана е възможността за химични модификации на хитозана, които целенасочено да позволяват проявата на специфични свойства на полимерните материали, в които той е включен. Докторантката прилага две химични модификации:

- Образуване на алдимин (т.н. Шифова база) между аминогрупи на хитозана и 8-оксихинолин-2-карбалдехид. Карбонилната компонента е избрана целенасочено, имайки предвид добрите антимикробни и хелатиращи свойства на 8-оксихинолина.
- Получаване на кватернерни амониеви соли на хитозана, които придават електричен заряд на полимерния материал и повишава неговата разтворимост в широк диапазон на рН, засилват антибактериалната му активност и подобрява адхезията към отрицателно заредени повърхности. Тези нови функционални свойства дават възможност за потенциални приложения на кватернизирания хитозан както в медицината, така и за опазването на околната среда.

Несъмнено дисертационният труд съдържа нови научни резултати, които представляват значителен и оригинален принос към полимерната наука и имат реални възможности за практическо приложение.

Оценка на научните постижения на кандидата, обхващащи заслугите към фундаменталните и приложните изследвания, както и актуалността на темата. Оценката включва и личния принос на кандидата.

Безспорно избраната тема на дисертационния труд е актуална, тъй като биополимерите са сред най-обещаващите материали, които биха заменили конвенционалните пластмаси, чието широко използване води до натрупване на отпадъци и замърсяване на почви, води и атмосфера.

За първи път чрез електроовлажняване са получени хибридни влакнести материали от полилактид и Шифовата база на хитозана с 8-оксихинолин-2-карбалдехид. Тяхната функционалност целенасочено е повишена чрез синтез на техни хелати с биологично значимите Cu^{2+} и Fe^{3+} йони. Чрез сравнение с подходящи контроли (хитозан и хитозан с включен 8-оксихинолин) е доказано, че свързването на металните йони към полимерната матрица придават на влакнестите материали бактерицидна активност и изразен антипролиферативен ефект спрямо две туморни клетъчни линии, което подчертава важността на направените химични промени за проявата на търсените биологични свойства. Получените резултати са анализирани с подходящи статистически методи.

Кватернизираният N,N,N-триметил хитозан йодид е избран като прилепващ агент за наночастиците от ZnO върху влакна от полилактид. Чрез едновременно комбиниране на два метода – електроовлажняване и електроразпръскване са получени два вида материали, съдържащи ZnO и Fe_3O_4 . Благодарение на включения железен оксид полимерните материали показват магнитни свойства. Изследванията върху фотокаталитичното разлагане на багрилото метиленово синьо показват, че фотокаталитична активност на ZnO, отложен върху повърхността на влакната, значително превъзхожда неговата самостоятелна фотокаталитичната активност.

Изследваните физико-механични и фотохимични свойства на получените електроовлаknени хибридни материали, включващи ZnO и Fe₃O₄ демонстрират висок потенциал за приложение като екологични филтриращи мембрани. Те показват и добра способност за улавяне на свободни радикали (DPPH).

Оценки на научната продукция на кандидата, както и отражението на резултатите в трудовете на други автори.

Съдържанието на дисертационния труд е отразено в две научни статии, публикувани в списание Polymers, което в годините на публикуване има импакт фактор съответно 5.0 (2022) и 4.9 (2024). При представяне на дисертацията статията, описваща получаването и свойствата на хибридният материал полилактид-хитозан, модифициран като Шифова база (2022), има 13 забелязани цитати в списания, реферирани в международни бази данни за научна литература; статията за фотокаталитичните свойства на хибрид, съдържащ кватернизиран хитозан (2024) е цитирана веднъж.

Резултатите от изследванията на докторантката са представени пред научната общност на 15 национални и международни конференции.

3. Оценка на качествата на автореферата на докторската дисертация, дали правилно отразява приноса на докторската дисертация.

Авторефератът следва в съкратен вид съдържанието на рецензирания дисертационния труд и в обем от 44 страници представя поставената цел и задачи, получените собствени резултати и адекватна дискусия по тях, като подчертава новостите в проведените изследвания, направените изводи и приноси на дисертацията. Авторефератът е илюстриран с фигури от дисертационния труд, които са самостоятелно номерирани. Включени са също така библиографските данни на двете публикации върху материала на дисертацията и научните форуми, на които са представени резултатите от направените изследвания.

4. Мнения, бележки и препоръки.

Дисертационният труд е написан на много добър научен език, стегнато, следва логичната последователност на експериментите и тяхната интерпретация това го прави много убедителен. Неговото графично оформление е безупречно. Работата на докторантката впечатлява с множеството овладени методи и значително количество данни, представени в 35 фигури и 2 схеми. Единствената ми забележка е по отношение използването на термина „УВ светлина“, тъй като светлина е само тази част от електромагнитния спектър, която се възприема от човешкото око.

Нямам лични впечатления от докторантката, но познавам добре стила, прецизността и продуктивността на работата в лаборатория „Биологично активни полимери“ и съм уверена, че духът на колектива, в който работи Ива Анастасова, е

съумял да възпита един амбициозен и търсец млад учен. За това свидетелства и факта, че в края на дисертационния труд тя очертава насоките за бъдещите свои изследвания.

5. Заключение.

Съдържанието на дисертационният труд убедително показва, че докторантката Ина Бориславова Анастасова не само е надградила знания, получени в магистърската степен и е покрила образователната компонента на степента „Доктор”, но и притежава задълбочени теоретични знания и професионални умения в областта на полимерната химия, усвоила е редица инструментални методи за изследване на полимерните материали, проявява аналитичност при интерпретиране на данните и умее да представя аргументирано своите резултати.

След прегледа на представените от кандидатката документи и направения анализ на значимостта на проведените изследвания, разработения дисертационен труд и представените публикации давам уверено своята положителна оценка и препоръчвам на уважаемите членове на научното жури да присъдят на **Ина Бориславова Анастасова** образователната и научна степен „Доктор“ в професионално направление 4.2. Химически науки, научна специалност „Полимери и полимерни материали“.

21 януари 2026 г.

Рецензент: