

РЕЦЕНЗИЯ

от проф. д-р Румяна Янкова-Аврамова,
катедра “Химия, биохимия, биология и микробиология”,
Медицински факултет, БДУ “Проф. д-р Асен Златаров”

на дисертационен труд за научната степен „доктор“, представен от инж. Елена Янкова Моллова, на тема „Изследване и анализ на индикатори на замърсяване в морски и крайбрежни екосистеми по Южното Черноморие“, област на висше образование: 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление: 4.2 Химически науки (Екология и опазване на околната среда), ФПН при БДУ „Проф. д-р Асен Златаров“, катедра „Екология и опазване на околната среда“

Определена съм за член на Научното жури съгласно заповед № УД-229/26.06.2025 г. на Ректора на БДУ „Проф. д-р Асен Златаров“. Всички материали по дисертацията получих на електронен носител.

1. Биографична справка

Инж. Елена Янкова Моллова завършва висшето си образование през 1997 г. в Университет „Проф. д-р Асен Златаров“ – Бургас, специалност „Технология на водата“, с присъдена образователно-квалификационна степен „магистър-инженер“. През периода 1998–2001 г. завършва и магистратура по „Финанси“ в Бургаския свободен университет.

Професионалната ѝ кариера започва като технолог и застрахователен инспектор, а от 2002 до 2008 г. работи като търговски представител. От 2009 г. насочва професионалните си интереси към химията и екологията, заемайки длъжността техник-химик в катедра „Екология и опазване на околната среда“ при Университет „Проф. д-р Асен Златаров“, а впоследствие и като специалист по качество. От 2016 г. отново е на длъжност техник-химик в същата катедра, където през периода 2021–2024 г. е редовен докторант. От септември 2024 г. заема длъжността асистент.

Научните ѝ интереси са в областта на екологичния мониторинг, замърсителите в морската среда, микропластмасите и устойчивото управление на водни екосистеми. Тя е съавтор на редица научни статии, публикувани в международни списания с импакт фактор, сред които *Journal of the Serbian Chemical Society*, *Journal of Environmental Protection and Ecology*, *Journal of Coatings Technology and Research* и др.

Инж. Моллова има участие в множество национални научни проекти и програми, свързани с мониторинг на микропластмаси, прахови частици и оценка на екологичното състояние на морски организми. Участвала е активно в научни конференции и форуми, както и в организацията на ежегодни студентски и ученически конференции на екологична тематика.

Преподава дисциплини като „Основи на топлемасопренасянето“, „Екология на храните“ и „Екология на нефтопродуктите“ в специалности към бакалавърски и магистърски програми. Владее добре приложни аналитични техники като ICP-MS, SEM-EDS и методи за определяне на микропластмасови замърсители.

2. Представени материали във връзка с изпълнението на нормативната уредба

В съответствие с чл. 35 от Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ) и правилника прилагането му (ППЗРАСРБ), са представени всички необходими документи:

- дисертационен труд, съдържащ теоретични обобщения и решения на научни и научно-приложни проблеми, които съответстват на съвременните постижения и представляват значителен и оригинален принос в науката – изискване на ЗРАСРБ;
- автореферат (54 стр.);
- професионална автобиография (curriculum vitae);
- списък с публикациите на докторантката;
- справка за научните приноси на дисертацията.

3. Наукометрични показатели. Изпълнение на минималните национални изисквания за ОНС „доктор“

Според данните в представените материали и справката с данни от световни бази данни (Web of Science (WOS), Scopus) точките на докторантката (95) надвишават необходимия брой точки съгласно минималните национални изисквания за докторантура в област на висше образование 4.2 Химически науки: общ брой точки – 80, от които 50 точки от дисертационния труд за придобиване на образователната и научна степен "доктор" (група показатели А) и 30 точки от научните публикации (група показатели Г).

Според получените документи списъкът на публикациите (WOS, Scopus), с които Елена Моллова участва за придобиване на ОНС "доктор" е 3. Трите публикации са в *Journal of Environmental Protection and Ecology*, което е в квантил Q3, т.е. броят на точките по група показатели Г е 45. В тези публикации докторантката е първи автор.

Представеният автореферат обективно отразява структурата и съдържанието на дисертацията.

4. Дисертационен труд

Дисертационният труд на Елена Моллова разглежда един от най-сериозните и нарастващи екологични проблеми – замърсяването на морските и крайбрежните екосистеми, с фокус върху Южното Черноморие. Темата е актуална в контекста на съвременните екологични политики на ЕС и необходимостта от ефективен мониторинг на нововъзникващи замърсители като микропластмаси. Изследването е в пълно съответствие със стратегиите за устойчиво управление на крайбрежните зони и допринася за научното познание чрез мултидисциплинарен подход, съчетаващ химически, физични и биологични индикатори.

Основната цел на изследването е да се изследват и анализират ключови индикатори на замърсяване с оглед установяване на актуалното екологично състояние на морските и крайбрежни екосистеми по Южното Черноморие.

Задачите обхващат избора на представителни екосистеми, пробонабиране и анализ на токсични метали, металоиди и микропластмаси, както и прилагане на физикохимични методи за оценка на водата. Структурата и изпълнението на задачите свидетелстват за добре планирано и реализирано изследване.

Дисертацията е ясно структурирана и съдържа:

- **Въведение (стр. 4-5)**

Авторката ясно формулира актуалността на темата и очертава основната цел на дисертационния труд. Добре са представени научната и практическата значимост на изследването, както и очакваните резултати. Структурата на изложението в увода е логична и съдържа обоснована аргументация за избора на проблематиката.

- **Литературен обзор (стр. 6-41)**

Литературният обзор в дисертационния труд очертава еволюцията на научната и обществената осведоменост относно пластмасовото замърсяване в морските екосистеми. Още през 70-те и 80-те години са идентифицирани основните въздействия на пластмасовите отпадъци, което води до регулаторни инициативи като MARPOL Annex V. Установено е, че

основната част от замърсяването идва от сухоземни, дифузни източници, трудно подлежащи на контрол. В началото на XXI век микропластмасите са признати за повсеместен морски замърсител с измеримо въздействие върху екосистемите и човешкото здраве. Замърсяването с микропластмаси, тежки метали и металоиди е отчетено в морета, реки и крайбрежия по целия свят, включително в Черно море, като се дължи на интензивен антропогенен натиск и климатични фактори. Подчертава се необходимостта от нови аналитични подходи, ефективни регулации и образователни мерки. Проучването в района на Бургаския залив се явява навременно и необходимо за оценка на замърсяването и подкрепа на регионални програми за мониторинг и управление.

- **Експериментална част (стр. 42-52)**

Експерименталната част на дисертационния труд представя подробно методологията, използвана за оценка на замърсяването в крайбрежните води на Бургаския залив. Описани са теренните изследвания, включващи пробонабиране на морска вода и седимент от избрани участъци с различна степен на антропогенно натоварване. Проведени са *in situ* измервания на основни параметри като температура, pH, соленост и електропроводимост, с цел първична оценка на физикохимичното състояние на средата.

В лабораторни условия са приложени утвърдени аналитични методи за количествено определяне на тежки метали и металоиди чрез ICP-MS, като пробите са предварително филтрирани, минерализирани и калибрирани с референтни стандарти. Паралелно с това, е извършен анализ на микропластмасови замърсители чрез комбинирана методика – плътностна сепарация, микроскопия и SEM-EDS спектроскопия – за потвърждаване на морфологията и химичния състав на полимерните фрагменти.

Резултатите от този етап на изследването разкриват наличието на както неорганични замърсители (Pb, Cd, Cr и др.), така и микропластмасови частици от различен произход, с варираща концентрация между отделните обекти. Направена е количествена съпоставка между пробите, както и предварителна оценка на връзките между установените замърсители и физикохимичните условия в средата. Този раздел полага основата за последващия анализ на корелации и екологични интерпретации, представени в следващите глави.

- **Резултати и обсъждане (стр. 53-144)**

Разделът с резултатите и обсъждането представлява най-съществената и обемна част от дисертационния труд и е изграден върху задълбочен анализ на експерименталните данни,

получени в хода на полевите и лабораторните изследвания. Авторката демонстрира висока степен на аналитично мислене и интердисциплинарен подход при интерпретацията на резултатите.

Представянето на резултатите е систематизирано по вид на замърсителите (тежки метали, металоиди, микропластмаси) и по изследвани райони, като се прави разграничение между различните пробонабирани обекти с оглед на тяхното географско разположение и степен на антропогенно въздействие. Използван е богат набор от графики, таблици и микроснимки, които способстват за ясното визуализиране на тенденциите и съпоставянето на стойности.

Елена Моллова проследява концентрациите на ключови елементи като Pb, Cd, Cr, Cu и Zn в различни проби и установява статистически значими различия между отделните зони. Тези данни са интерпретирани в контекста на действащите регулаторни стандарти и прагови концентрации, което дава възможност за категоризация на степента на замърсяване. Правилно са отчетени и възможни източници на замърсяване – индустриална дейност, пристанищна инфраструктура, туристически натиск.

Обсъждането на микропластмасите също е аргументирано и задълбочено. Представени са наблюдения върху морфологията и разпределението на частиците – по цвят, размер, форма и вероятен произход. Отбелязано е, че преобладаващ дял имат фрагментите от полиетилен и полипропилен, което съответства на глобалните тенденции. Семантично и логически издържано е направено обвързване на локалните резултати с данни от други европейски и черноморски изследвания, като се подчертава съвместимостта и валидността на наблюдаваните явления.

Силна страна на дискусията е опитът на Моллова да анализира взаимовръзките между физикохимичните характеристики на средата и степента на замърсяване. Извършени са корелационни анализи, при които са отчетени зависимости между солеността, рН, температурата и концентрацията на микропластмаси и метали. Това позволява да се изведат по-общи изводи за механизми на натрупване и трансфер на замърсители в крайбрежните екосистеми.

Особено внимание заслужава способността на докторантката да предложи интерпретации, които надхвърлят простото представяне на резултати – чрез екологични хипотези, оценки на риска и предложения за бъдещ мониторинг. Този раздел ясно демонстрира самостоятелността на изследователския подход и зрелостта на научната интерпретация.

В заключение, може да се каже, че разделът с резултатите и тяхната дискусия е изчерпателен, добре структуриран и представен с необходимата научна дълбочина. Той съществено допринася за постигане на целите на дисертационния труд и формира основата за неговите научни и приложни приноси.

- **Изводи (стр. 145,146),**

Изводите, формулирани в края на дисертацията, отразяват ясно, обосновано и пълно резултатите от извършеното изследване. Те демонстрират високата аналитичност и интердисциплинарния подход на докторантката, като същевременно потвърждават постигането на основната цел и конкретните задачи на труда.

На първо място, се откроява приносът на дисертацията в областта на микропластмасовото замърсяване – чрез провеждане на първично, теренно подкрепено и количествено изследване в три характерни крайбрежни екосистеми по Южното Черноморие. Формулираният втори извод има ясно заявена оригиналност и научен принос, тъй като за първи път е реализирана цялостна оценка на микропластмасовото натоварване както във водна среда, така и в седимент, с последващ анализ по години, видове полимери и пространствено разпределение. Представените стойности са добре аргументирани, съпроводени с хипотези за наблюдаваните динамики, като се отчита ролята на хидрологични и атмосферни фактори.

Изводите относно идентифицираните полимерни състави през 2022 и 2023 г. показват задълбочена обработка и интерпретация на данните, като се проследява промяната в доминиращите полимери и се прави връзка с възможните нови източници на замърсяване. Особено внимание заслужава наблюдението върху динамиката в седиментните проби, където авторката извежда възможна връзка между плътността и устойчивостта на полимерите и тяхната степен на натрупване.

Четвъртият извод обобщава резултатите от анализа на замърсяването с токсични метали и металоиди в два основни водни обекта – Бургаско езеро и река Китенска. Оценката е направена с необходимата научна обоснованост, като се очертават както основни, така и вторични замърсители, сезонни флуктуации и потенциални източници. Посочените обстоятелства, като индустриално натоварване, автомобилен трафик и хидрометеорологични условия, са логично обвързани с наблюдаваните концентрации.

Последният обобщаващ извод правилно поставя замърсяването в контекста на траен и дифузен антропогенен натиск. Авторката демонстрира разбиране за системния характер

на проблема, при който локалното замърсяване не може да бъде разглеждано изолирано, а следва да се анализира в по-широк регионален и климатичен контекст.

Като цяло, изводите отразяват висока степен на научна достоверност, логическа последователност и аналитична дълбочина. Те са изведени пряко от представените експериментални резултати, без излишно обобщаване или недоказани твърдения, и съставляват адекватен завършек на дисертационния труд.

- **Научни и научно-приложни приноси (стр. 147)**

Научни приноси:

1. За първи път е проведено системно изследване на замърсяването с микропластмаси и качествено им идентифициране в Бургаски залив, Бургаско езеро (Вая) и устието на река Китенска (Караагач).

2. Потвърдени са основните замърсители от токсични метали и металоиди в Бургаско езеро (Вая) и устието на река Китенска (Караагач) като индикатори на замърсяването на морски и крайбрежни екосистеми по Южното Черноморие.

3. Проучването и определянето на вида на микропластмасите, токсичните метали и металоиди има важен принос за локализация на източниците на замърсяване на изучаваните екосистеми.

Научно-приложни приноси:

1. Разработената в дисертационната работа методика за извличане и анализ на микрополимери от матрица (вода или седимент) е важен елемент в разработване на стандартизиран метод, който липсва в световната научна литература.

2. Знанията, получени от изследването и анализирането на наличието на микропластмаси като индикатори на замърсяването на изучаваните морски и крайбрежни екосистеми по Южното Черноморие, са потенциална основа за разработване и прилагане на програми за мониторинг. Последните са необходими за оценка на състоянието и предлагането на мерки за ограничаване на замърсителите, на информационни кампании и образователни политики за предотвратяване достъпа им до водните екосистеми.

5. Критични бележки и препоръки:

Дисертационният труд е написан на добър научен стил. В някои графики и таблици може да се подобри визуалната четимост чрез унифициране на легендите и обозначенията.

Разделът с дискусията на резултатите би могъл да включва по-обстоятелствен сравнителен анализ с други черноморски държави или международни изследвания.

Препоръчвам изводите и натрупаният емпиричен опит от изследването да бъдат адаптирани в помощ на местните органи за управление на околната среда, чрез участие в съставянето на регионални екологични програми и планове за устойчиво развитие на крайбрежните общности.

Тези бележки не намаляват научната стойност и приноси на изследването.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дисертационният труд на инж. Елена Янкова Моллова представлява цялостно, задълбочено и научно издържано изследване по актуален екологичен проблем. Темата, структурата, методиката и резултатите отговарят напълно на изискванията на Закона за развитието на академичния състав в Република България и Правилника за неговото прилагане.

Предлагам на научното жури да присъди на **инж. Елена Янкова Моллова** образователната и научна степен „**доктор**“ в област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.2. Химически науки, докторска програма „Екология и опазване на околната среда“.

30.07.2025 г.

Рецензент:

Подпис заличен
Чл.2 от ЗЗЛД

проф. д-р Румяна Янкова