



СОФИЙСКИ УНИВЕРСИТЕТ СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ  
ФИЗИЧЕСКИ ФАКУЛТЕТ  
КАТЕДРА МЕТОДИКА НА ОБУЧЕНИЕТО ПО ФИЗИКА

### **Рецензия**

**от доц. д-р Мая Цанкова Гайдарова**  
**ръководител на катедра МОФ, Физически факултет на СУ**

за дисертационен труд на тема

### **РАЗВИТИЕ НА ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИЯ МЕТОД НА ОБУЧЕНИЕ ЗА СРЕДНОТО УЧИЛИЩЕ В РАЗДЕЛ „ОПТИКА”**

**на Стефан Николаев Николов**

докторант към катедра „Образователни технологии”, Физико-технологичен факултет  
на ПУ „Паисий Хилендарски” Пловдив

Област на висше образование 1. Педагогически науки  
Професионално направление 1.3. Педагогика на обучението по...  
Докторска програма Методика на обучението по физика

**Научен ръководител проф. д-р Драгия Иванов**

#### ***1. Кратки сведения за докторанта***

Докторантът Стефан Николов има бакалавърска степен Инженер-физик и магистърска степен по Медицинска физика от ПУ „Паисий Хилендарски” Пловдив. Работи като физик в ПУ по поддръжка на учебни лаборатории и подпомагане на учебния процес. Има следдипломна квалификация за придобиване на учителска правоспособност по физика и астрономия към ПУ. Работил е като учител по физика и астрономия в 7-ми клас в ОУ „Екзарх Антим I” в гр. Пловдив.

Авторът е добре познат при провеждане на събития, като научно-методически национални конференции по въпроси на обучението по физика, Софийския фестивал на науката, клуба на знаещите „Квант” и др., на които успешно в екип и самостоятелно е представял опити по физика, подходящи за реализиране в училище и в неформалното обучение по физика.

Той е положил успешно докторантските изпити и е изпълнил останалите задачи съгласно индивидуалния план, подготвил е дисертационен труд с резултатите от изследванията си и е отчислен с право на защита. Допуснат е до защита по предложение на съвета на първичното звено - катедра „Образователни технологии” на Физико-технологичния факултет на ПУ след обсъждане на дисертационния труд на разширен катедрен съвет, състоял се на 22.05.2018г. От протокола на разширения катедрен съвет е ясно, че докторантът е изпълнил всички цели и задачи на

дисертационното изследване без забележки и препоръки и е насочен към защита и рецензиране.

Представени са ми за рецензиране следните материали: дисертационен труд, автореферат, автобиография, списък от публикации, свързани с темата на дисертацията, копия от публикациите и декларация за оригиналност.

Авторефератът на дисертацията копира в съкратен вид структурата на дисертацията (34 страници) и я представлява адекватно. Той е изготвен качествено според изискванията на Закона за висшето образование и съответните правилници.

## ***2. Актуалност и значимост на темата***

Настоящият дисертационен труд третира винаги актуалната тема за мястото на физичния експеримент при изучаването на физичните явления и развитието на съдържанието на експеримента в методиката на обучение по физика, както и за развитие на познавателната дейност на учениците чрез експерименталния метод, което е в сърцевината на обучението по природни науки.

Разработването на темата за съдържанието, методиката и техниката на учебния експеримент от докторант, който работи във физична лаборатория и е запознат с инструментариума на физиката като наука, дава възможност за по-задълбочени и валидирани проучвания върху проблема на практика и за разработване на нови идеи, свързани с демонстрирането на физични явления.

Изучаването на оптиката е методически труден раздел с представянето на двата модела на светлината – електромагнитна вълна и поток от фотони, които трябва да бъдат показвани на учениците непротиворечиво и убедително, както и с прецизността и понякога трудните условия, в които трябва да се представят светлинните явления пред учениците. Оптичните явления при разпространението на светлината, обяснени с вълновия модел и тези, свързани с фотонния модел при взаимодействие на светлината с веществото имат съществена роля при изграждане на научната физична картина на света. Те имат и голяма практическа значимост в бита и са важни за формиране на технологична грамотност и ключови компетентности по природните науки.

## ***3. Структура на дисертационния труд.***

Работата на докторанта е структурирана в увод, четири глави, резултати и приноси, заключение, библиография и четири приложения. Разработена е в общ обем от 126 страници, от които девет приложения (19 страници), библиография от 153 заглавия, от които 83 са на английски език (с web адреси) и 25 на руски език. Има 94 фигури и 33 таблици със систематизирана информация, отнасяща се към съдържанието на темата. Структурата на дисертационния труд е логична, с преминаване от обзорната част към конкретиката на проблема и доказване на хипотезата с педагогическия експеримент.

## ***4. Анализ и оценка на съдържанието на дисертационния труд.***

### ***4.1. Формулиране на цел, хипотези и методика на изследването.***

Основната цел на дисертационния труд е свързана с развитие и усъвършенстване на експерименталния метод при изучаване на темите, свързани с Оптика в училищния курс. Така формулирана, целта е доста обща и неопределена и отразява частично съдържанието на дисертационния труд. Бих предложила уточняване на целта като „Съставяне на система от учебни демонстрации и лабораторни работи по геометрична

и вълнова оптика в задължителния и профилиран курс по физика в средното училище и практическата ѝ реализация”, която по-релевантно отчита написаното в дисертацията. В дефинирането на работната хипотеза липсват критерии и индикатори за проверката ѝ. Такива критерии могат да бъдат резултатите от учебно-познавателната дейност на учениците или резултати от качествени методи, като например резултатите от анкетите, използвани в изследването, които авторът използва.

Методиката на изследването е разнообразна – проучване на литературни източници, използване на ИКТ, проучване на добри практики, дидактически експеримент (наблюдение и анкети за измерване на нагласите на учениците) и др.

#### ***4.2. Познаване на проблема и описанието му***

В първата глава са описани теоретичните постановки на проблема за същността на експерименталния метод на обучение. Има широкообхватно представяне на съдържанието, методиката и техниката на учебния физичен експеримент. Засегнат е въпросът за физичните експериментални методи и съвременните електронни апарати (токозахранващи устройства, осцилоскопи, генератори, цифрови мултиметри и др.), които са в основата на съвременните експериментални постановки. Докторантът добре познава и е описал възможностите за добра нагледност и визуализация на демонстрационния експеримент както чрез класическите технически средства (шрайбпроектор, диаскоп), така и чрез съвременни електронни средства - мултимедиен проектор, компютър и видеокамера.

Направена е подробна класификация на учебен физичен експеримент по дидактически цели, като авторът по-подробно се е спрял на демонстрационния експеримент, който е цел на работата му. Постигане в работата на докторанта е системата от фундаментални опити, която е предложил и която съдържа повечето от опитите, които са в основата на физичните теории (стр. 13-14). Авторска ли е тази система?

Описани са съвсем накратко и същността на лабораторните упражнения и физическия практикум, както и възможностите за развиване на познавателните умения на учениците чрез решаване на експериментални задачи.

В съвременната научно-методична литература има много статии, в които се описва ролята на физичния експеримент при учене чрез откриване (inquiry-based learning). Някои от опитите, разработени от докторанта, са подходящи за такъв тип обучение в конструктивистка среда. Това би могло да се съчетае и с проектния (project-based- learning) метод, който авторът е засегнал в обзора си.

Докторантът показва добра компетентност не само относно възможностите на училищните уреди и инструментариум, а и относно съвременната нормативната документация, която регламентира изисквания за присъствие на учебния експеримент в обучението, както и за оценяване на експерименталните знания и умения на учениците. Има критичен поглед върху развитието на частта от учебните програми, включващи раздел Оптика ( 7. клас, 10. клас, 12. клас, задължителна и профилираща подготовка), за по-ясно свързване на ядро Наблюдение, експеримент и изследване във всички програми с конкретното учебното съдържание, което аз приемам.

Докторантът познава учебното съдържание по Оптика в училищния курс, променящо се през годините, и прави кратък, но съдържателен анализ на промените. В анализа, съдържащ се в теоретичната част на първа глава, има голям превес на собствени разсъждения. Цитиранията са точни, с ясни препратки към списъка от литературни източници.

Като цяло литературният обзор е пълен, подкрепен с цитати, познава се както класическата литература, така и съвременните тенденции в развитието на учебния физичен експеримент, по специално геометричната и вълновата оптика.

#### **4.3. Анализ на представените учебни проекти по оптика на експериментална основа.**

Във втора глава се представят конкретните физични експерименти, в основата на изучаването на съдържанието в раздел „Оптика”, който съдържа седем тематични части по геометрична и вълнова оптика. В тази част се проявяват несъмнено добрите експериментаторски качества на докторанта, опитите са представени последователно, интересно, но липсват обособени дейности на учениците в провеждането на експериментите. Липсва модел на проект като ученическа дейност с описание на целите, дейностите, организацията, отчитане на резултатите. По скоро са представени теоретични идеи за проекти, които биха послужили за самостоятелна учебна дейност, индивидуално или в екип.

Това, което би могло да се добави, е връзката и мястото на експериментите при изучаването на отделни теми от учебното съдържание в раздел Оптика.

Въпреки някои пропуски от методично естество, разработените експерименти са оригинални, изпробвани, има авторски снимки (такива ли са?), които показват както големи експериментаторски умения в областта на геометричната и вълновата оптика, така и във фотографската работа.

Авторът показва разнообразието на физични оптически явления в широк диапазон със сравнително прости експериментални постановки, например цилиндрични лещи, които могат да се направят от бутилка с вода, компактдиск и диапроектор, стъклени пластинки, лещи и учебен лазер, ножче за бръснене, различни осветителни тела и др. Някои са популярни, другите са разработени от автора подробно, въпреки че са цитирани като идеи от определени източници.

Опитите могат да се степенуват по дидактически цели, някои могат да се използват като демонстрационен експеримент, който може да се провежда в часовете по физика, а други могат да се зададат като самостоятелна работа, в която има и изчисления, описание на приближенията, с които се работи, сравнение на ефективността на различните варианти и др. Това не е подробно описано.

Прави впечатление отличното познаване на естеството на светлинните явления, границите на моделите, които са в основата на всяко явление със съответните идеализации и приближения, както и простите и достъпни обяснения на явленията, които могат да се разберат от повечето ученици. С една постановка авторът обединява множество явления, което е несъмнено принос в работата, например получаването на дъга както от съд с вода, така и от стъклена сферична колба с различни покрития.

Особено полезни са аналозиите, които авторът използва, например между образи, получени от сферични и цилиндрични лещи, като са изяснени условията, при които се установява това (параксиални лъчи). Това способства и за разширяване на обема на понятията от оптиката, например на леща, с включване на други, познати обекти като примери и насърчава учениците в търсене и на други подобни аналогии, които се подчиняват на определението за леща (прозрачно тяло със закривена форма).

Налице е задълбочена изследователска работа по усъвършенстване на експеримента, като са търсени оптимални подходи за неговата ефективност. Например експериментите по получаване на дъга от кълбо с вода при метализиране на част от повърхността му.

Изучаване на интерференцията в задължителния курс обикновено свързваме с опита на Юнг, при който се разделя светлинен сноп през два тънки процепа. Почти не се споменава за интерференчна картина, получена от тънък слой, въпреки че тя се наблюдава по-често в света около нас и учениците не могат да идентифицират явлението. Сравнително прост, но ефективен опит е получаването на интерференчна картина в отразена и преминала светлина от стъклена пластина с учебен лазер. Учениците се убеждават, че наблюдаване на явлението имаме винаги, когато са изпълнени условията за интерференчен максимум и минимум и могат да сравняват качествено интерференцията при отразена и преминала светлина. Едната ( фиг. 42) е достатъчно ясна и могат да се направят сравнително точни измервания за дължината на вълната. Могат да се правят и качествени изследвания на вида на картината в зависимост от дебелината на пластинката и ъгъла на падане на светлинния сноп, което отново обогатява понятието интерференция и условията за наблюдението му.

Има много интересни опити и по дифракция от кръгъл процеп, която също порядко се демонстрира в училище, както и наблюдаване на дисперсия чрез призма и шрайбпроектор или диапроектор, които опити са описани с голяма прецизност и са приложени прекрасни снимки.

Изключително оригинален е опитът по изследване на дисперсионни картини при различни температури на светлинния източник. Това е сравнително лесен опит, но изключително убедителен и създава образ на явлението излъчване на черно тяло със зависимостта на спектъра на излъчване (преместване на максимума на излъчване към малките дължини на вълната) с увеличаване на температурата на тялото.

Подходящи за профилираната подготовка са опитите за наблюдение на поляризация на светлината и тези по фотометрия за изследване на светлинни характеристики на източници, които могат да се направят като учебен практикум – определяне на светлинен добив, цветна температура, цветен индекс и др..

Като принос на дисертационния труд е и работата на докторанта по техническото обезпечаване на демонстрациите по вълнова оптика, предназначени за голяма аудитория, което е практически трудна задача. Увеличаването на картините изисква решения, които са резултат от познаването на законите и зависимостите между размери на процепа и прегради, дължина на вълната и разстояние до екрана. Практическото им изпълнение и съответното описание показва, че докторантът има и съществени теоретични познания по вълнова оптика. Така са описани оригинални опити по демонстриране на петно на Поасон от капки туш, сачма и глава от карфица, които са несъмнен практико-приложен принос на докторанта.

В четвърта глава е описан педагогически експеримент чрез анкетен метод. С три анкети са проучени мнения на учители, учители и ученици и само на ученици. Съдържанието на първата анкета се отнася до проучване на състоянието на учебния експеримент в обучението по физика. Анкетите доказват предварителните очаквания за сравнително слабо присъствие на експеримента в обучението и необходимостта от търсене на нови достъпни и лесно изпълними опити, с които експерименталната основа на физиката да намери своето неминуемо място. По въпроса за обработката на анкетите имам доста забележки, които са свързани с тяхната обработка и валидиране на резултатите.

#### ***4.4. Въпроси, препоръки, бележки и предложения***

Докторантът има безспорно качества на изследовател и описаните експерименти в различните им варианти го доказват. Засегнатият въпрос за проектното обучение намирам за излишен в работата, защото не е разработен като методика. Това, което би

могло да се допълни, са методическите разработки за дейностите на учениците (или студентите) в реализирането на експериментите. Авторът споменава, че те са и обект на изучаване в университета. Това също е достатъчно значима дейност на докторанта, която можеше да се представи поне с един разработен практикум.

Приложение 4 съдържа по същество анализ на учебното съдържание по Оптика в средния курс, и би могло да стане част от съдържанието при обзора и анализа в глава 1.

Анкетите са представени като педагогически експеримент, но въпреки че са интересни, не ни казват нищо ново. В едната от тях има смесване на целевите групи-ученици и учители, което не се препоръчва и намалява надеждността на анкетата като инструмент. Няма и статистическа обработка за валидиране на самата анкета. Същността на работата, изложена във втора глава, е достатъчно нова, добре написана, с проверени многократно експерименти, за да бъде самостоятелно защитена като дисертационен труд.

## **5. Оформление на дисертационния труд**

Дисертационният труд е добре оформен, без стилистични и правописни грешки, с добре изпълнена графична и знаково-символна част. Има приложени авторски направени качествени и оригинални картини. Има много приложения, които подкрепят идеите на докторанта и са доказателствена част на работата.

## **6. Резултати, приноси и значимост на разработката**

Приемам резултатите от дисертационния труд така, както са описани от автора.

### **6.1. Приноси:**

Като **основни научни теоретични приноси** на докторанта приемам следните:

1. Направени са съществени допълнения по отношение на съдържанието, техниката и методиката на учебния физичен експеримент по Оптика в средното училище.
2. Предложени са и са описани ефективни методи за визуализация на оптичните явления и подобряване на ефективността при тяхното изследване.

**Практико-приложни приноси:**

3. Разработени са оригинални експерименти за наблюдение на някои светлинни явления от вълновата и геометрична оптика, като някои са описани в няколко варианта.
4. Приложения са подробни описания на методиката и техниката на тези експерименти, придружени от доказателствени цветни фотографии.

Тези приноси по значимост са достатъчни, за да се приеме работата за завършено дисертационно изследване.

### **6.2. Преценка на публикационната дейност на докторанта.**

Авторът е представил седем публикации, от които една е самостоятелна, а шесте – в съавторство. Всички са свързани с темата и описват експерименти по вълнова оптика – по същество тези, които са в основата на дисертационния труд. Три от статиите са в престижното списание *Physics education* (RG Journal Impact: 0.37), а една в *The physics teacher*.

Представените от докторанта публикации са в основата на работата му по дисертационния труд. Те са популяризирани и са достояние на научната общност. Някои от тях са докладвани и обсъждани на различни форуми. Удовлетворяват изискванията към кандидатите за придобиване на научната и образователна степен доктор.

### ***6.3. Възможности за приложенията на дисертационния труд на практика***

Работата в частта си в глава 2 би била много полезна не само за начинаещи, но и за дългогодишни учители по физика и астрономия, както и за преподаватели в учебни лаборатории във висши училища, в които се обучават учители. Препоръчвам издаването на самостоятелна книга, посветена на експеримента във вълновата оптика, с разработени упражнения за демонстрационен експеримент и за самостоятелна учебна дейност.

### ***8. Заключение***

Предложеният ми за рецензия дисертационен труд покрива напълно изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ДВ бр.101/28.12.2010 г., Обн.ДВ бр.30/03.04.2018г.) и актуалния Правилник на ПУ „Паисий Хилендарски” за неговото приложение за получаване на научната и образователна степен "доктор".

Смятам въпреки забележките и препоръките, че има налице добре структурирана докторантска работа, последователно изпълнени задачи, добре планирани, осъществени и оценени експерименти. Ясно е, че докторантът има научна и методическа подготовка, познава научната и методическа литература и може да прави дефиниране и изследване на научни проблеми.

Съдържанието на дисертацията, резултатите и приносите оценявам положително и заявявам, че ще гласувам за присъждането на образователната и научна степен „доктор” на г-н Стефан Николаев Николов.

17.09.2018г.

Рецензент:

/ доц. Мая Гайдарова/