

# РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд за придобиване  
на образователна и научна степен „доктор”

**Автор на дисертационния труд:** маг. инж. Жейно Иванов  
Жейнов

**Тема на дисертационния труд:** „Изследване на  
разпространението в многомодови оптични влакна чрез  
компютърно моделиране“

**Член на научното жури:** проф. д-р инж. Михаил Петков Илиев

## 1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научно-приложно отношение

Бързото нарастване на употребата на влакнесто-оптичните системи (ВОС) за предаване на информация в телекомуникациите, телеуправлението и приборостроенето стимулира търсенето на нови типове оптични влакна, на елементи и на нови технологични и конструктивни решения за оптични системи. Това прави анализа на разпространението на оптичното лъчение в стъпално и градиентно оптично влакно, определянето на разпространяващите се моди и свързаните с тях оптични полета, изключително актуални.

При разработката на фотонно-кристални влакна /PCF/ е нужен опростен, бърз и достатъчно точен метод за анализ и управление на предавателните характеристики на влакната, в зависимост от техния дизайн.

При мрежите за достъп за повишаване на ефективността активно се внедрява технологията PON – пасивна оптична мрежа. Пропускателната способност и гъвкавостта на управление на оптичните мрежи за достъп се увеличават чрез технологията за спектрално уплътнение, която изисква разработка и използване на съответни оптически елементи: съединители и разклонители, мултиплексори и демултиплексори, филтри, оптични изолатори и др. Увеличава се и употребата на многомодови оптични влакна, защото те позволяват снижаване на себестойността на монтажните работи. Използването им изисква подходящи методи за анализ на многомодовото разпространение с отчитане особеностите на дизайна, както и създаване на съответен софтуерен инструментариум за изчисляване и визуализация на полета на модите и предавателните характеристики на оптичните влакна. Приложението на CAD софтуер за анализ на оптични вълноводи също така повишава ефективността на дизайнерите и ускорява разработката и внедряването на ВОС.

## **2. Оценка за познаване състоянието на проблема**

Представеният ми за рецензиране дисертационен труд на тема „Изследване на разпространението в многомодови оптични влакна чрез компютърно моделиране” е с обем 149 страници, включително 96 фигури, 11 таблици и 3 приложения, оформени в 4 глави, общи изводи и списък на използваната литература. При разработването на дисертационния труд авторът е ползвал 145 източника, от които 66 на кирилица и 79 на латиница. В дисертационния труд е направен литературен обзор, включващ материали, публикувани през последните години. Считаю, че докторантът е навлязъл в същността на проблематиката по темата на дисертационния труд и чрез интерпретация на информацията от литературния обзор е успял да формулира целта и основните задачи, чрез които да я постигне.

## **3. Методика на изследване**

При разработването на дисертационния труд докторантът е приложил методика на изследване, адекватна на целта, формулирана в работата. Използвани са методи за математически анализ, компютърна реализация на алгоритми за описание на разпространението на оптичното поле, MATLAB, MathCad и Pascal моделиране и симулации. Получени са резултати, позволяващи да се формулират конкретни изводи и да се решат поставените в дисертационния труд задачи.

## **4. Кратка аналитична характеристика на естеството и оценка за достоверността на материала, върху който са изведени приносите на дисертационния труд**

В дисертационния труд се анализира разпространението на сигнал в многомодово стъпално и градиентно влакно чрез аналитични методи и техники. Създадените математически модели и алгоритми за определяне на полето в напречното сечение на влакното се използват за решение на няколко типови приложни задачи. Където е възможно, достоверността на получаваните резултати при симулациите се проверява чрез сравняване с експериментални резултати, получени от фирми или чрез комерсиален софтуер.

Трудът е структуриран в 4 глави, с формулирани изводи във всяка. Дисертантът е представил и 3 приложения - сорс код на програми.

В първа глава е направен обзор на методите и техниките за анализ на оптични вълноводи. Разгледани са аналитични вълнови методи, метода на геометричната оптика и базовите числени методи за анализиране на оптични вълноводи.

Във втора глава са посочени основните проблеми и задачите, които трябва да се решат в дисертационния труд, за да се постигне целта на изследването. В съответствие с поставените задачи са разработени математически модели за описание на разпространението в стъпално и параболично оптично влакно и са

предложени алгоритми за изчисляване на оптичното поле на разпространяващите се моди. С тяхна помощ е изчислено и визуализирано разпределението на полето в напречното сечение на влакното. Направено е сравнение на получените резултати с аналогични от комерсиална програма.

Разработени са математически модели за описание на излъченото поле от отворен край на стъпално оптично влакно. На основата на получените изрази за полето е създаден алгоритъм за изчисляване на оптичното поле върху екран в далечната зона. Показана е симулация на разпределението на оптичното поле за многомодово влакно.

Предложен е модел за описание на деформация в кръгло стъпално влакно и е симулирано разпределението на полето в многомодово оптично влакно с деформация.

С използване на предложените модели за описание на разпространението и за излъчване от отворения край на стъпално оптично влакно е приложен Генетичен алгоритъм за намиране на разпределението на полето на модите в отворения край на оптично влакно за получаване на зададено поле върху екран. Показани са резултати от симулацията.

В трета глава са изследвани предавателните характеристики на оптичните влакна, използвани понастоящем в телекомуникациите и зависимостта им от оптичните свойства и структурата на материала в сърцевината и обвивката. Посочени са основните механизми на затихването и дисперсията, които ограничават далечината на връзката и честотната лента. Приведени са математически изрази за изчисление на затихването и компонентите на дисперсията. Разработен е модел за оценка на дисперсионните закъснения в стъпален и параболичен световод с отчитане на модовата, вълноводната, материалната и хроматичната дисперсия. Извършени са симулации и са показани графично за сравнение числените стойности на компонентите на дисперсионното разширение на импулсите в стъпален и параболичен вълновод. Направени са заключения за влиянието на дисперсията в двата вида оптични влакна върху използвания вълнов диапазон.

В четвърта глава са анализирани предавателните характеристики на PCF оптично влакно на Брег. Разработени са опростени модели за описание на разпространението на меридионалните и немеридионални лъчи по право и огънато оптично влакно на Брег чрез метода на геометричната оптика за бързо изчисление с инженерна точност. В моделите се отчитат загубите при отражението от многослойната обвивка, без да се вземат предвид загубите на материала.

Създадени са алгоритми за изчисление на затихването и дисперсията в кухи влакна с различен брой слоеве на обвивката, при различни радиуси на сърцевината на влакното и при огъване с различен радиус. Извършени са симулации на затихването в право влакно с 9 и 21 слоя и радиус 20-200  $\mu\text{m}$ , на

дисперсията в 9-слойно влакно и затихването на ТМ и ТЕ модите в огънато влакно под радиус 1-10 см.

## **5. Приноси на дисертационния труд**

Основните приноси на дисертационния труд класифицирам като научно-приложни и приложни:

*Научно-приложни приноси:*

1. Разработена е методика за намиране полето на разпространяващите се моди и техните компоненти в оптично влакно със стъпален индекс на показател на пречупване /ПП/ чрез вълнов метод.
2. Създадена е методика за намиране на полето на разпространяващите се моди и техните компоненти в оптично влакно с параболичен профил на индекса на ПП чрез вълнов метод.
3. Анализирано е влиянието на деформация върху полето на модите в многомодово стъпално оптично влакно. Създадена е методика за определяне на полето в стъпално влакно с деформация.
4. На основата на вълнов метод е създадена методика за изчисляване на оптичното поле в далечната зона, излъчено от отворен край на многомодово стъпално оптично влакно.
5. Приложен е генетичен алгоритъм за определяне на амплитудно-фазовото разпределение на модите в отворен край на стъпално влакно, създаващо излъчено оптично поле с дадено разпределение.
6. Предложен е и модел за опростено описание на разпространение в оптично влакно на Брег чрез метода на геометричната оптика. На основата му са изчислени загубите и дисперсията.
7. Предложен е математически модел за описание на влиянието на деформация в оптично влакно на Брег върху загубите и дисперсията, в зависимост от параметрите на влакното.

*Приложни приноси:*

1. Разработена е програмна среда за анализ на модите в стъпално влакно и за изчисляване на оптичното им поле.
2. Разработена е програмна среда за анализ на модите в градиентно влакно с параболичен профил на ПП и за изчисляване на оптичното им поле.
3. Разработен е софтуер за определяне на оптично поле в стъпално многомодово влакно при наличие на деформация.
4. Разработена е програмна среда за изчисляване на излъченото поле от отворен край на стъпално влакно и за изчисляване на амплитудно-фазовото разпределение на модите на входа на влакното за получаване на зададено поле на излъч



5. На основата на модела на разпространение във влакно на Брег е написан софтуер за изчисляване на константите на разпространение, затихването и дисперсията на модите в право и в огънато влакно на Брег със задавани параметри.

#### **6. Личен принос на докторанта**

Съдейки по публикациите става ясно, че докторантът работи по тази тематика повече от 20 години. За авторството на приносите на дисертационния труд говори и фактът, че четири от единадесетте публикации към дисертационния труд са самостоятелни, а в 3 от останалите Жейно Жейнов е първи автор. Това и специфичният стил на изложение на автора ми дават основание да нямам съмнение за авторството на Жейно Жейнов.

#### **7. Преценка на публикациите по дисертационния труд**

По темата на дисертационния труд, авторът е направил 11 публикации - 4 на английски език и 7 на български език. Четири от публикациите са представени в чуждестранни издания и научни форуми. Четири от публикациите са самостоятелни и 7 са в съавторство. Не ми е представен разделителен протокол за дял на автора в публикациите в съавторство, затова приемам участието на авторите в тези публикации за равностойно. Пет от публикациите са направени в издания с ISSN. Смятам, че публикациите на докторанта по дисертацията съдържат основните приноси, за които претендира. Това съответства на изискванията на Закона за развитие на академичния състав /ЗРАС/ и на Правилника за неговото приложение за публикуване на най-съществените части от дисертационния труд.

#### **8. Използване на резултатите от дисертационния труд в научната и социалната практика**

Не ми е представена информация за приложение на резултатите от изследването в практиката. Без съмнение изследването е полезно и се ползва в учебния процес за лабораторни и практически упражнения на студентите от различни специалности и образователно-квалификационни степени.

#### **9. Мнение за автореферата на дисертационния труд**

Авторефератът съответства на изискванията за съдържание и обем. Той обективно и пълно отразява същността на дисертационния труд и неговите приноси. Забележката ми е, че не е добре подбран размерът на шрифта, което прави четенето сравнително трудно.

#### **10. Критични бележки и препоръки**

- Записката не е добре структурирана. Целта на изследването и задачите, чрез които се достига, са поставени в глава 2, а би

трябвало да произтичат от аналитичния анализ-обзор, представен в първа глава;

- Глава 1 е голяма по обем (48 страници от 114), има описателен характер и в нея недостатъчно категорично е обосновавана целта на научното изследване;
- В дисертационния труд са използвани много абривиатури, които би било добре да се дадат в обобщена таблица, за да се облекчи четенето на записката;
- В голямата си част 3 и 4 глава съдържат известна информация. Те имат по-скоро характер на учебник или книга;
- Липсват публикации на докторанта след 2011 г. При динамиката на развитие на тази проблематика е трудно обосноваването на получените изводи.

### **11. Заключение**

Предложеният ми за рецензиране дисертационен труд има достатъчен обем, задълбоченост и завършеност. Авторът е получил резултати с необходимата значимост за образователна и научна степен „доктор”. По дисертационния труд от автора са направени достатъчно публикации. Това ми дава основание да преценя, че дисертационният труд има необходимите приноси и те са на **Жейно Иванов Жейнов**.

Спазени са законовите изисквания от гледна точка на процедурите по докторантурата. Работата отговаря на изискванията на ЗРАС в Република България, Правилника за неговото приложение, а също и на Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени в Техническия университет – Варна за получаване на образователната и научна степен „доктор”.

Имайки предвид гореизложеното, давам положителна оценка на представения ми за становище дисертационен труд. Препоръчвам на научното жури да присъди на **Жейно Иванов Жейнов** образователната и научна степен „доктор”.

16.09.2015 г.

Рецензент: .....

(Проф. д-р инж. М. Илиев)