

# РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд  
за придобиване на образователната и научна степен "доктор" в

област на висше образование – 5. Технически науки  
професионално направление – 5.3. Комуникационна и компютърна техника  
докторска програма – „Комуникационни мрежи и системи“

**Автор:** инж. Емануил Темистоклис Кипреос

**Тема:** Методи и алгоритми за изследване на мултиплексирани сигнали в пасивни оптични комуникационни мрежи

**Рецензент:** проф. д-р инж. Теодор Божидаров Илиев, Русенски университет „Ангел Кънчев“

## 1. Тема и актуалност на дисертационния труд

Методите и алгоритмите за изследване на мултиплексирани сигнали в пасивни оптични комуникационни мрежи (PON) са важни по няколко ключови причини, които обхващат както физичното ниво, така и мрежовата ефективност и надеждност. Алгоритмите за анализ на мултиплексирани сигнали позволяват решаване на редица оптимизационни задачи като оптимално разпределение на наличния ресурс, минимизиране на спектралното припокриване и загубите и увеличаване на общия капацитет без физическо разширяване на мрежата.

Тъй като в пасивните оптични мрежи сигналите се комбинират и разделят пасивно, това води до междуканална интерференция, хроматична и поляризационна дисперсия и нелинейни ефекти при високи скорости. Методите за анализ и обработка на сигналите биха спомогнали за точно разделяне на сигналите, намаляване на битовата грешка (BER) и повишаване на качеството на обслужване (QoS).

Всички горепосочени показатели са критични за мащабируемостта на PON мрежите. Методите и алгоритмите за изследване на мултиплексирани сигнали са основата за надеждни, високоскоростни и мащабируеми пасивни оптични мрежи. Те позволяват да се увеличи капацитетът, да се намалят грешките, да се поддържат нови услуги и да се оптимизират разходите - без промяна на пасивната оптична инфраструктура.

Въз основа на горепосоченият анализ на съвременното състояние на пасивните оптични мрежи с мултиплексиране на сигналите и съответствието му с формулираната цел и основни задачи в дисертационния труд, считам, че темата на дисертационния труд и развитите в него тези са актуални и предизвикателни за научно-приложна разработка.

## 2. Обзор на цитираната литература

При разработката на дисертационния труд са използвани общо 79 литературни източника. Седемдесет и два (72) от източниците са на английски език, а пет (5) са на български език. Използвани са общо два (2) източника от Интернет пространството. Голяма част от литературните източници са публикации, преобладаващо реферирани и индексирани в световно известните бази от данни.

В дисертационния труд е направен обзор, включващ източници и материали, публикувани основно през последните 10 години. Считаю, че докторантът е навлязъл в същността на изследваната предметна област и мога да заключа, че чрез анализа на литературните източници е постигната коректна формулировка на целта на дисертационния труд и на основните задачи свързани с нейното постигане.

### **3. Методика на изследване**

Структурата на дисертационния труд включва увод, четири глави, заключение, списък на използваните съкращения, списък на приносите по дисертационния труд, списък на публикациите по дисертационния труд, списък на използваната литература, Дисертационният труд е с обем от 126 страници и съдържа 128 фигури и 12 таблици.

Изложението в Първа глава на дисертацията показва добро познаване от страна на дисертанта на съвременното състояние и области на изследване и развитие в пасивните оптични комуникационни мрежи със спектрално мултиплексиране. Тези знания са позволили на дисертанта правилно да оцени състоянието на проблема и да формулира целите на изследванията в дисертационния труд.

Във Втора глава на дисертационния труд е представен обобщен подход за моделиране на многоканална оптична комуникационна мрежа, разработен е основен модел и е съставена методика за провеждане на измервания и тестване на WDM PON системи.

В Трета глава от дисертационния труд са извършени симулационни изследвания и са представени анализи на резултатите за симулационен модел на многоканална канална WDM система при различни формати на външна оптична модулация на сигналите и конфигурация на оптичните участъци. Синтезиран е алгоритъм за оптимално планиране и оптимизация на параметрите на многоканална оптична комуникационна линия.

В Четвърта глава от дисертационния труд е представен идеен проект, моделиране, практическа реализация и изследване на експериментален стенд за изследване на мултиплексирани оптични сигнали в пасивна оптична мрежа. Представена е архитектурата на стенда, ключовите контролни точки за провеждане на изследвания и са представени, дискутирани и анализирани експериментални резултати от провеждане на измервания.

Методиката на изследване е базирана на прилагането на класическите, качествените и концептуалните методи. Класическите и качествените методи са използвани при синтеза, изследването и анализа на имитационни модели, а концептуалните методи - при практическата реализация на експериментален модел за изследвания на процесите на спектрално мултиплексиране и предаване на сигнали в пасивна оптична комуникационна мрежа. За симулационните изследвания са използвани програмните среди OptySystem и MATLAB/Simulink, чрез които са разработени примерни модели на оптични линии за връзка в пасивна оптична мрежа със спектрално мултиплексиране, демонстриращи параметрични анализи, търсене на скрити взаимовръзки и оптимизации на комплексното взаимодействие между параметрите. Предмет на изследване са различните процеси на физическо ниво, свързани с обработката на сигналите в оптичния канал за връзка, както и

зависимостите, касаещи параметрите, определящи производителността и ефективността на предаване на информацията при различни комплексни начални условия.

Считам, че докторантът адекватно е приложил съответните методики на изследване и коректно е избрал необходимият апарат за провеждане на научно-приложните изследвания по дисертационния труд.

#### **4. Приноси на дисертационния труд**

Към дисертационния труд е приложена справка, съдържаща 4 научно-приложни и 3 приложни приноса. Като цяло приемам предложените формулировки на приносите в дисертационния труд, както следва:

##### **А) Научно-приложни приноси:**

1. Предложена е методология и алгоритъм за оптимално планиране, оразмеряване, моделиране и изследване на пасивни оптични мрежи със спектрално мултиплексиране на сигналите.
2. Синтезирани са имитационни модели за изследване, анализ, оценка на производителността и решаване на оптимизационни задачи във високоскоростни (10Gbps) многоканални оптични мрежи при използване на различни формати за оптична модулация (NRZ и RZ) на сигналите и различни комплексни конфигурационни параметри.
3. Изследвана е степента на влияние на високата оптична плътност в сърцевината на влакното за появата на нелинейни ефекти (FWM, SPM и XPM) при различни формати на оптична модулация на сигналите (RZ и NRZ). Установено е, че RZ импулсите имат по-голяма пикова мощност и като такива са по-податливи на FWM, SPM и XPM. Установено е, че в присъствието на SPM, тези импулси могат да претърпят компресия и да бъдат по-ефективни от NRZ импулсите.
4. Изведени са графични зависимости, свързани с определяне на граничните условия и максималната стойност на Q-фактора при различни входни параметри и обхват на мрежата, чрез определяне на загубите при разпространение, око-диаграмите на каналните оптични сигнали и оптималната стойност на входната оптична мощност.

##### **Б) Приложни приноси:**

5. Разработени и изследвани са симулационни модели на многоканални високоскоростни оптични комуникационни мрежи за решаване на оптимизационни задачи по критерии постигане на минимална стойност на BER (Мин. BER) или максимален Q-фактор и осигуряване на максимална производителност и ефективност на мрежата при различни входни параметри на сигналите.
6. Разработен и изследван е практически модел на PON мрежа с мултиплексиране с разделяне по дължина на вълната на оптичните сигнали за доставка на интерактивни услуги, предназначена за изпълнение на три основни задачи: да позволи голямо разнообразие от практически изследвания;

да бъде платформа за провеждане на общи изследвания в областта на пасивните оптични мрежи; да осигури удобно и лесно обучение на персонал.

7. Дефинирани са стъпки на експериментално изследване и са представени експериментални резултати за комплексно определяне и оценка на енергийния баланс и параметрите на модела за изследване на мултиплексирани оптични сигнали в пасивна оптична мрежа, чрез използване на специализирано измервателно оборудване.

## **5. Публикации и цитирания на публикации по дисертационния труд**

Към дисертационния труд са представени общо шест (6) публикации, които осигуряват 64,98 точки и надвишават изискуемите 30 точки в наукометричните показатели съгласно минималните национални изисквания и изискванията на ТУ-Габрово за получаване на образователната и научна степен „доктор“.

Две (2) от публикациите са самостоятелни. В една от останалите четири (4) публикации докторантът е водещ автор, а в три (3) от тях – на второ място.

Публикациите са на български език и са представени на Международна научна конференция „Унитех“ 2025 г., Национална научна конференция с международно участие „TechCo“ 2023 г. и 2024 г. и „Студентската научна сесия“ на ТУ – Габрово – 2024 г.

Съдържанието на публикациите съответства на темата на дисертационния труд и покрива в голяма степен и осигурява необходимата публичност на основните изследвания и изводи, представени в дисертационния труд.

Към дисертацията не са приложени доказателства за цитирания на публикациите, но това не е изискване за получаване на ОНС „Доктор“.

## **6. Авторство на получените резултати**

По отношение на предоставените за защита материали не са установени данни за плагиатство. Счита се, че основният дял от проведените изследвания и съставени анализи на резултатите са изцяло личен принос на докторанта. Последователно изложените изследвания и изводи в представения дисертационен труд и обнародваните научни публикации ми дават основание да приема постигнатите резултати за достоверни и достатъчни.

## **7. Автореферат и авторска справка**

Авторефератът към дисертационния труд на инж. Емануил Кипреос е в обем от 48 страници. Той е добре структуриран, отразява и представя прецизно, ясно и напълно съдържанието на дисертационния труд и съответства на изискванията за Закона за развитие на академичния състав в Република България и Правилника за приложението му. Качествената оценка на разработения автореферат е изцяло положителна.

Приложената авторска справка пълноценно отразява основните етапи от проведените научни изследвания и работа по дисертационния труд.

Приложимостта на дисертационния труд е свързана със създаване на методологии от процедури, свързани с коректни подходи при моделиране, избор и реализация на архитектура, необходимото оборудване и правилното конфигуриране, чрез мониторинг

и оценка на параметрите на сигналите в пасивни оптични мрежи с мултиплексиране на сигналите по разделяне на дължината на вълната, свързани с подобряване на надеждността и ефективността на комуникацията и качеството на услугите в тях.

Извършените анализи обогатяват съществуващите знания по проблематиката на темата, а резултатите от дисертационното изследване намират реално приложение в практиката с безспорен технически, икономически и образователен ефект.

## **8. Мнения, препоръки и забележки по дисертационния труд**

Считам, че дисертационния труд е в достатъчен обем и необходимата дълбочина на изследването. Дейността на докторанта е на високо ниво, а получените резултати са достатъчно значими за образователна и научна степен „доктор”. Публичността на работата е осигурена и доказана с публикации на доклади в реферирани и индексирани научни конференции.

Нямам съществени критични бележки към научната продукция на докторанта, представена за рецензиране. Препоръките ми са свързани предимно с езика и стила при формулиране на основните тези и изводи в труда, наличието на известни терминологични неточности, допълване на списъка на използваните съкращения и литературните източници.

От гледна точка на практическата приложимост на дисертационния труд, бих препоръчал на докторанта да разшири своят фокус върху тематиката като се ориентира към работа по развойни национални и международни проекти в сферата на оптичните комуникации и популяризиране на постигнатите резултати чрез участия и публикации в международни научни форуми, конференции и издания, реферирани в световните научни бази данни.

Отправените препоръки и коментари не намаляват достойнствата на разработения дисертационен труд и целят да подпомогнат докторанта в неговата бъдеща научно-изследователска дейност

## **9. Заключение**

Считам, че представеният дисертационен труд отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България.

Постигнатите резултати ми дават основание да предложа да бъде придобита образователната и научна степен „доктор“ от инж. Емануил Темистоклис Кипреос в област на висше образование – 5. Технически науки, професионално направление – 5.3 Комуникационна и компютърна техника, докторска програма – „Комуникационни мрежи и системи“.

12.02.2026 г.

**Подпис:** /п/  
/проф. д-р инж. Теодор Илиев/