



## РЕЦЕНЗИЯ

на выпускную квалификационную работу

Желнова Владислава Александровича

«Численное моделирование и экспериментальная оценка технических характеристик терагерцового микроскопа на основе эффекта твердотельной иммерсии»

Выпускная квалификационная работа В.А. Желнова посвящена решению актуальной проблемы низкого пространственного разрешения традиционных терагерцовых (ТГц) оптических систем. Ее решение позволит значительно расширить возможности ТГц технологий в различных областях науки и техники, в частности – в медицинской диагностике. В работе В.А. Желнова рассматривается оригинальный метод ТГц микроскопии на основе эффекта твердотельной иммерсии, проводятся теоретические и экспериментальные оценки достижимого пространственного разрешения.

В первом разделе проводится обзор современного состояния исследований в области ТГц технологий и, в частности, методов преодоления дифракционного предела Аббе. Показана перспективность создания метода ТГц микроскопии на основе эффекта твердотельной иммерсии. Во втором разделе описывается оригинальная конструкция ТГц оптической системы, реализующей эффект твердотельной иммерсии и адаптированной для визуализации аморфных сред и мягких биологических тканей. Для оценки достижимых технических характеристик этой системы используется конечно-разностный метод численного решения уравнений Максвелла во временной области. Показывается, что разработанная система обеспечивает суб-волновое разрешение и позволяет преодолеть дифракционный предел Аббе. Оценивается влияние разъюстировки компонентов оптической системы на ее технические характеристики. Третий раздел посвящен



экспериментальной реализации разработанной оптической системы. Проведена экспериментальная оценка пространственного разрешения ТГц микроскопа и показана возможность его применения для неразрушающего контроля электронных плат и визуализации биологических тканей. Полученные результаты экспериментальных исследований подтвердили теоретические оценки.

Недостатком данной работы является то, что моделирование методом конечных разностей во временной области проведено для случая цилиндрических оптических компонент (двухмерного пространства), поэтому полученные теоретические оценки могут иметь незначительные отличия по сравнению с реальной трехмерной оптической системой. Тем не менее, данное замечание не снижает значимости результатов выпускной квалификационной работы. Считаю, что работа заслуживает оценки «ОТЛИЧНО», а сам В.А. Желнов – присвоения звания бакалавра.

15 Июня, 2020

Maksim Skorobogatiy / Максим Скоробогатый

Professor, / Профессор,

Canada Research Chair I, / Премиант Канадского исследовательского общества 1ой степени

Department of Engineering Physics, / Кафедра инженерной физики,

Polytechnique Montreal / Монреальский университет,

2500 Chemin de Polytechnique, Montréal, QC H3T 1J4, Canada

E-mail: [maksim.skorobogatiy@polymtl.ca](mailto:maksim.skorobogatiy@polymtl.ca),

URL: < <https://www.polymtl.ca/expertises/en/skorobogatiy-maksim> >

**Département de génie physique**

Pavillon principal  
Téléphone : 514-340-4787  
Télécopieur : 514-340-3218  
Courriel : [info@phys.polymtl.ca](mailto:info@phys.polymtl.ca)

**Adresse postale**

C.P. 6079, succ. Centre-ville  
Montréal (Québec) Canada H3C 3A7  
[www.polymtl.ca](http://www.polymtl.ca)

Campus de l'Université de Montréal  
2900, boul. Édouard-Montpetit  
2500, chemin de Polytechnique  
Montréal (Québec) Canada H3T 1J4