

Відгук
отриманий 08.12.21
Того спеціалізованої
вченої ради ДФ 64.051.036
Сергія Шукча

Голові спеціалізованої вченої ради
ДФ 64.051.036
Харківського національного
університету імені В. Н. Каразіна
майдан Свободи, 4, м. Харків

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Дубініна Миколи Миколайовича «Формування, діагностика та управління випромінюванням сфокусованих лазерних пучків терагерцового діапазону», представленої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 10 – Природничі науки за спеціальністю 105 – Прикладна фізика та наноматеріали

Актуальність дисертаційної роботи

Поляризація двовимірного когерентного світлового випромінювання в кожній точці простору представляє невидиме для ока, але інформативне польове «зображення». Векторні пучки з різною просторовою поляризацією випромінювання привертають велику увагу останнім часом через їх цікаві фізичні особливості і потенційні застосування. Відомі різні схеми генерації аксіально-поляризованих пучків, що використовують спеціальні пристрої як всередині резонаторів, так і зовні. Головною перевагою позарезонаторних методів є універсальність. Позарезонаторні методи, переважно, засновані на когерентній суперпозиції пари мод вільного простору, наприклад, за допомогою інтерферометра. При позарезонаторному формуванні вихідного випромінювання задача формування заданого поля зводиться лише до перерозподілу енергії випромінювання в площині об'єкта. Запропоновані пристрої дозволяють ефективно сформувати необхідний пучок випромінювання, але неминуче призводять до ускладнення лазерної системи, зменшення її надійності та додаткових втрат енергії. Вони розроблені для перетворення хвильових пучків, що мають заданий початковий профіль випромінювання. Коли умови опромінення зовнішніх пристроїв змінюються, ефективність формування необхідних пучків випромінювання такими елементами помітно погіршується. Для подолання цих недоліків в даний час активно розвиваються альтернативні внутрішньорезонаторні методи формування хвильових пучків із заданим профілем випромінювання. Внутрішньорезонаторна корекція випромінювання має більш широкі можливості. Внутрішньорезонаторне формування впливає на повну потужність лазерів і змінює їх як кореляційні характеристики, так і просторово-енергетичні, спектральні характеристики. З іншого боку, поява потужних джерел в терагерцовому діапазоні вимагає розвитку і вдосконалення відповідної елементної бази для управління пучками такого випромінювання.

В представленій до захисту дисертаційній роботі Дубініна М. М., виконанні теоретичні та експериментальні дослідження нових внутрішньорезонаторних методів генерації випромінювання з неоднорідною поляризаційною структурою поля, а також фокусуванню та управлінню параметрами випромінювання лазерних пучків. Робота є актуальною для лазерної фізики та радіофізики взагалі.

Про актуальність і практичну значимість теми дисертації також свідчить і те, що робота виконувалася на кафедрі квантової радіофізики Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна в рамках держбюджетної науково-дослідної теми “Формування, діагностика та управління випромінюванням сфокусованих лазерних пучків терагерцового і ІЧ діапазонів з неоднорідною просторовою поляризацією” (№ держреєстрації 0118U002035).

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій

Обґрунтованість і достовірність результатів, наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у даній дисертаційній роботі, не викликає сумнівів та визначається коректністю постановки завдань, а також тим, що при їх отриманні використовувалися добре відомі та апробовані методи сучасної радіофізики і математичної фізики, а результати чисельних розрахунків були порівняні з експериментальними даними. За змістом робота Дубініна М. М. складається із анотації, вступу, чотирьох розділів та висновків.

У першому розділі дисертаційної роботи проведено огляд літератури, в якій висвітлюється аналіз сучасних методів формування, фокусування та управління параметрами випромінювання лазерних пучків в оптичному та терагерцовому діапазонах.

У другому розділі наведено данні теоретичних та експериментальних досліджень закономірностей внутрішньорезонаторного формування поперечних мод з просторово-неоднорідною поляризацією в діелектричному резонаторі. Дубініним М. М. було запропоновано і теоретично обґрунтовано декілька методів формування окремих поперечних мод, а саме азимутально поляризованої TE_{01q} , радіально поляризованої TM_{01q} та лінійно поляризованої EH_{12q} -моди. Результати дослідження, представлені в даному розділі, опубліковано автором.

У третьому розділі представлені результати теоретичних та експериментальних досліджень помірного і сильного фокусування лазерних пучків. Теоретично просторово-енергетичні характеристики сфокусованих лазерних пучків були отримані Дубініним М. М. за допомогою торії Релея-Зоммерфельда. Експериментальні дослідження проводились на універсальній установці на основі терагерцового лазера з оптичним накачуванням. Отримані теоретичні результати повністю узгоджуються з експериментальними даними. Результати цієї роботи представлено в публікаціях.

У четвертому розділі «Управління гостро сфокусованими лазерними

пучками» показана можливість управління параметрами фокальної області гостро сфокусованих лазерних пучків випромінювання різної поляризації. Дубініним М. М. була запропонована фокусувальна система, що складалася з короткофокусної лінзи, центральна область якої перекривалася масками різної конфігурації. Результати цього розділу також представлено в публікаціях.

Наукова новизна

Наукова новизна результатів дослідження полягає у наступному:

1. На основі запропонованої методики розрахунків енергетичних характеристик створено дифракційні дзеркала з діафрагмами. Розроблені дзеркала дозволяють формувати в хвилевідних квазіоптичних резонаторах моди с необхідним станом поляризації.

2. Теоретично та експериментально встановлені просторово-енергетичні характеристики гостро та помірно сфокусованих лазерних пучків випромінювання, що збуджувались модами резонатора лазера на основі діелектричного та металевих хвилеводів.

3. Теоретично та експериментально досліджено метод управління параметрами фокальної області гостро сфокусованих лазерних пучків випромінювання с різним типом поляризації. Запропонований метод полягає у встановленні перед короткофокусною лінзою поглинаючих масок різного діаметру.

Повнота публікацій в наукових працях

За темою дисертаційної роботи зроблено 7 наукових публікацій, одна стаття опублікована в фаховому виданні України, 6 у закордонних фахових виданнях (United States), проіндексованих в міжнародних наукометричних базах Scopus та Web of Science. Матеріали дисертаційної роботи було апробовано на 9 міжнародних конференціях. Зазначені публікації повністю висвітлюють результати дисертаційної роботи.

Перевірка академічної доброчесності

При аналізі дисертаційної роботи, неправомірних запозичень на ознак порушення академічної доброчесності не виявлено.

Зауваження

Поряд з високим рівнем проведених експериментальних і теоретичних досліджень та цінністю отриманих результатів, треба зазначити деякі недоліки і зауваження щодо дисертаційної роботи, що розглядається:

1. Для підтвердження достовірності розрахунків при вивченні фізичних особливостей фокусування хвильових пучків у 3 розділі роботи слід було би використовувати й інші методи, наприклад, метод FDTD.

2. В другому розділі було зазначено, що матричний метод використовувався для розрахунку модових характеристик хвилевідних

лазерних резонаторів з неоднорідним дзеркалом, коли довжина хвилі була менша радіуса хвилеводу. На Рис. 2.33. залежності повних втрат енергії за круговий обхід мод досліджуваного резонатора від ширини канавки дифракційного дзеркала були розраховані матричним методом. Однак ширина канавки на Рис. 2.33. змінюється від 0 до 2,2 мм, коли, в свою чергу, довжина хвилі дорівнює 0,4326 мм. Бажано було б пояснити це в тексті дисертаційної роботи.

3. В четвертому розділі дисертаційної роботи досліджено можливість управління параметрами фокальної області сфокусованих лазерних пучків, використовуючи поглинаючи маски. Вважаю, що потрібно було провести дослідження не тільки з масками різного діаметру, а й іншої конфігурації.

Загальні висновки

Дисертаційна робота Дубініни Миколи Миколайовича «Формування, діагностика та управління випромінюванням сфокусованих лазерних пучків терагерцового діапазону» є завершеним науковим дослідженням, є актуальною та має науковому новизну та практичну значимість. Тема і зміст даної роботи відповідають спеціальності 105 – Прикладна фізика та нанометеріали галузі знань 10 – Природничі науки та відповідають вимогам передбаченим наказом Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 р. № 40 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» та «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії» (постанова Кабінету Міністрів України від 06 березня 2019 р. № 167 зі змінами, внесеними згідно з постановою Кабінету Міністрів України від 21 жовтня 2020 р. № 979).

Враховуючи актуальність, обґрунтованість наукових положень і висновків, наукову новизну дисертаційної роботи та дотримання академічної доброчесності, вважаю, що Дубінін Микола Миколайович заслуговує на присудження йому ступеня доктора філософії з галузі знань 10 – Природничі науки за спеціальністю 105 – Прикладна фізика та нанометеріали.

Офіційний опонент
головний науковий співробітник
відділу теоретичної радіофізики
Радіоастрономічного інституту
Національної академії наук України,
доктор фізико-математичних наук,
професор



Сергій ПРОСВІРНІН

Підпис доктора фіз.-мат. наук,
проф. С. Л. Просвірніна засвідчую
Учений секретар
Радіоастрономічного інституту НАН України



Юлія АНТОНЕНКО