

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ

ЗВЕРЄВ ДЕНИС ВАЛЕРІЙОВИЧ

АВТОМАТИЗАЦІЯ МЕТРОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ
ОФТАЛЬМОЛОГІЧНИХ ЛАЗЕРНИХ ВИПРОМІНЮВАЧІВ
УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО ДІАПАЗОНУ

Спеціальність 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Автореферат

магістерської роботи

на здобуття кваліфікації магістра з автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Миколаїв – 2019

Робота виконана в Чорноморському національному університеті імені Петра Могили Міністерства освіти і науки України на кафедрі Автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Науковий керівник:

Беліков Олександр Євгенович,

ЧНУ ім. Петра Могили,

ст. викладач кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій

Рецензент:

кандидат фізико-математичних наук

Дворник Ольга Василівна,

ЧНУ ім. Петра Могили,

доцент кафедри комп'ютерної інженерії

Захист відбудеться «26» червня 2019 р. о 10 год. на засіданні екзаменаційної комісії (ауд. 2-403) у Чорноморському національному університеті імені Петра Могили за адресою: 54003, м. Миколаїв, вул. 68-ми Десантників, 10

З магістерською науковою роботою можна ознайомитися в бібліотеці Чорноморського національного університету імені Петра Могили за адресою: 54003, м. Миколаїв, вул. 68-ми Десантників, 10.

Автореферат оприлюднений «21» червня 2019 р.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. За останні десятиліття значно розширився парк оптико-електронних приладів і комплексів з лазерними діодами, які генерують випромінювання в безперервному режимі (далі - ЛД). Широке використання ЛД стало можливим завдяки проривним досягненням в технології виробництва приладів напівпровідникової квантової електроніки, які забезпечили не тільки істотне поліпшення характеристик і параметрів їх випромінювання, але і різке зниження собівартості.

Однак ефективне використання ЛД неможливо без проведення регулярних з високою точністю вимірювань таких параметрів їх випромінювання як потужність і просторовий розподіл потужності. Комплексні вимірювання цих параметрів дозволяють не тільки здійснювати поточний контроль стану ЛД, але і прогнозувати термін їх служби.

З іншого боку, регулярні високоточні вимірювання лазерних діодів ускладнюються часовими витратами на проведення рутинних дій під час досліджень. Таким чином, автоматизація дослідних стендів для вимірювання оптичних параметрів ЛД є актуальною в наш час.

Метою роботи є розробка автоматизованого стенду для вимірювання оптичних характеристик лазерних напівпровідникових випромінювачів, а саме потужності та просторового розподілу.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні **завдання**:

- Розглянути існуючі структурні засоби вимірювань, що забезпечують комплексні вимірювання енергетичних і просторово-енергетичних параметрів випромінювання ЛД.
- Розробити функціональну схему стенду для вимірювання означених характеристик ЛД.
- Розробити та дослідити роботу драйвера ЛД для забезпечення сталого живлення.
- Розробити автоматизовану систему для вимірювань, що забезпечує реалізацію методик контролю потужності генерації ЛД на основний моді та

контролю енергетичного розподілу випромінювання.

- Провести з використанням розробленої системи реальні вимірювання просторового розподілу випромінювання ЛД у вільний простір та коефіцієнту розподілу лазерного променя.

Об'єкт дослідження є засоби контролю просторово-енергетичних параметрів ЛД на базі фотоперетворювачів та планарних теплових перетворювачів.

Предмет дослідження автоматизована система метрологічного контролю параметрів лазерних випромінювачів.

Практичне значення Розроблена автоматизована система контролю режиму генерації ЛД на основний моді і вимірювань просторово-енергетичних характеристик лазерного випромінювання може бути використана для безперервного контролю стану структури одномодового лазерного діода шляхом вимірювань його випромінювання у вільний простір, за яким, можна судити про ступеня деградації лазера.

Розроблена система дозволяє здійснювати безперервний контроль параметрів ЛД без порушення нормального функціонування лазера в оптико-електронній системі.

Структура та обсяг роботи. Магістерська робота складається з анотації на 2 сторінках, вступу, трьох розділів, одного спеціального розділу, висновків, переліку джерел посилання з 34 найменувань. В цілому, магістерська робота без додатків містить 83 сторінки (без спеціального розділу), 34 рисунки.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** подано обґрунтування актуальності теми магістерської роботи, зазначено її зв'язок із науковою програмою, планами і темами, сформульовано мету та завдання дослідження, відзначено практичну цінність отриманих результатів, подано інформацію про структуру та обсяг роботи.

У **першому розділі** магістерської роботи аналізуються існуючі класифікації лазерних діодів, проводиться детальний аналіз первинних вимірювальних перетворювачів, їх переваги та недоліки. На основі проведеного аналізу надаються рекомендації до вибору оптимальних вимірювальних елементів з огляду на поставлені завдання.

У **другому розділі** магістерської роботи виконується розробка автоматизованої системи для вимірювання просторово-енергетичних параметрів випромінювання ЛД, а саме, розробляється функціональна блок-схема та аналізуються існуючі конструктивні рішення електронних блоків та основних елементів установки.

Крім того, виконується розробка та дослідження драйверу лазерних діодів для забезпечення сталих параметрів живлення ЛД.

У **третьому розділі** магістерської роботи приводяться результати дослідження таких параметрів лазерного випромінювання як просторовий розподіл потужності випромінювання та коефіцієнт розподілу лазерного променя. Дослідження розповсюджених зразків ЛД виконуються на розробленій та виготовленій автоматизованій системі.

Розроблена система дозволяє здійснювати безперервний контроль параметрів ЛД без порушення нормального функціонування лазера в оптико-електронній системі.

У **висновках** наведено аналіз виконаної роботи та отриманих результатів дослідження автоматизації метрологічного контролю лазерних випромінювачів.

У спеціальному розділі «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях» проведений аналіз факторів пожежної небезпеки у медичних установах, а також розглянуті питання медичного захисту у надзвичайних ситуаціях та медичної служби цивільної оборони.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання кваліфікаційної роботи магістра були поставлені й успішно вирішені наступні завдання:

1. Розглянуті існуючі структурні засоби вимірювань, що забезпечують комплексні вимірювання енергетичних і просторово-енергетичних параметрів випромінювання ЛД.
2. Розроблена функціональна схема автоматизованої системи для вимірювання просторово-енергетичних характеристик ЛД.
3. Розроблений та виготовлений функціональний блок для живлення ЛД, досліджено роботу драйвера ЛД що забезпечує стале живлення.
4. Розроблена автоматизована система для вимірювань, що забезпечує реалізацію методик контролю потужності генерації ЛД на основний моді та контролю енергетичного розподілу випромінювання.
5. Проведені з використанням розробленої системи реальні вимірювання просторового розподілу випромінювання ЛД у вільний простір та коефіцієнту розподілу лазерного променю.

Доведено, що розроблена автоматизована система вимірювання дозволяє проводити дослідження параметрів ЛД у безперервному режимі та з мінімальною участю оператора.

АНОТАЦІЯ

магістерської роботи

«Автоматизація метрологічного контролю офтальмологічних лазерних випромінювачів ультрафіолетового діапазону»

Студент: Зверев Денис Валерійович

Керівник: ст. викладач Беліков Олександр Євгенович.

Магістерська робота спрямована на аналіз та розробку автоматизованої системи вимірювання просторово-енергетичних параметрів лазерних діодів. Розглянуто 5 існуючих типів структур напівпровідникових лазерних випромінювачів та 3 основних типу корпусу. Також розглянуті існуючі засоби вимірювання просторово-енергетичних параметрів лазерного випромінювання (теплові та фотонні). Практичне значення результатів дослідження та розробки полягає у автоматизації процесу контролю режиму генерації ЛД на основний моді і вимірювань просторово-енергетичних характеристик лазерного випромінювання. Така система може бути використана для безперервного контролю стану структури одномодового лазерного діода шляхом вимірювань його випромінювання у вільний простір, за яким, можна судити про ступеня деградації лазера. Розроблена система дозволяє здійснювати безперервний контроль параметрів ЛД без порушення нормального функціонування лазера в оптико-електронній системі.

Пояснювальна записка магістерської роботи складається зі вступу, трьох розділів та висновків. У вступі визначається актуальність теми, сформульована мета, об'єкт, предмет та завдання дослідження та розробки.

У першому розділі магістерської роботи аналізуються існуючі класифікації лазерних діодів, проводиться детальний аналіз первинних вимірювальних перетворювачів, їх переваги та недоліки.

У другому розділі магістерської роботи виконується розробка автоматизованої системи для вимірювання просторово-енергетичних параметрів випромінювання ЛД, а саме, розробляється функціональна блок-схема та аналізуються існуючі конструктивні рішення електронних блоків та основних елементів установки. Крім того, виконується розробка та

дослідження драйверу лазерних діодів для забезпечення сталих параметрів живлення ЛД.

У третьому розділі магістерської роботи приводяться результати дослідження таких параметрів лазерного випромінювання як просторовий розподіл потужності випромінювання та коефіцієнт розподілу лазерного променя. Дослідження розповсюджених зразків ЛД виконуються на розробленій та виготовленій автоматизованій системі. Розроблена система дозволяє здійснювати безперервний контроль параметрів ЛД без порушення нормального функціонування лазера в оптико-електронній системі.

В цілому, магістерська робота містить 99 сторінок, 32 рисунків, 34 джерела посилання.

Ключові слова: автоматизована система, напівпровідниковий лазер, фотодіод, тепловий первинний перетворювач, драйвер, мікроконтролер, кроковий двигун, датчик рівня, інтегральна сфера.

ABSTRACT

of the Master's Thesis «Automation of metrological control of ophthalmic laser emitters of the ultraviolet range»

Student: Zverev Denis

Master's work is aimed at the analysis and development of an automated system for measuring the space-energy parameters of laser diodes. 5 existing types of structures of semiconductor laser emitters and 3 main body types are considered. Existing tools for measuring the space-energy parameters of laser radiation (thermal and photon) are also considered. The practical significance of research and development results is to automate the process of controlling the mode of generation of LD in the main mode and measurements of the spatial and energy characteristics of laser radiation. Such a system can be used to continuously monitor the state of the structure of a single-mode laser diode by measuring its radiation in a free space, according to which one can judge the degree of degradation of the laser. The developed system allows to carry out continuous control of LD parameters without disturbing the normal functioning of the laser in the optoelectronic system.

The explanatory note of the master's thesis consists of an introduction, three chapters and conclusions. The introduction determines the relevance of the topic, formulated the purpose, object, subject and objectives of research and development.

The first section of the master's thesis analyzes the existing classifications of laser diodes, provides a detailed analysis of the primary measuring transducers, their advantages and disadvantages.

In the second section of the master's work, the development of an automated system for measuring the space-energy parameters of radiation of LD, is being developed, namely, a functional block diagram is developed and existing structural solutions of electronic blocks and main elements of the installation are analyzed. In addition, the development and research of a laser diode driver is being carried out to ensure consistent supply of LD.

The third section of the master's thesis presents the results of research on such parameters of laser radiation as the spatial distribution of radiation power and the coefficient of distribution of the laser beam. Research on commonly used LD samples is performed on a developed and manufactured automated system. The developed system

allows to carry out continuous control of LD parameters without disturbing the normal functioning of the laser in the optoelectronic system.

In general, the master's thesis contains 99 pages, 32 pictures, 34 sources of reference.

Key words: automated system, semiconductor laser, photodiode, thermal primary converter, driver, microcontroller, stepper motor, level sensor, integral sphere.