

накачкой изучена в работе [2]. Теоретическая модель данного лазера ограничена реализацией одночастотного режима генерации волны с произвольным состоянием поляризации и двухчастотного режима генерации волн с линейными ортогональными состояниями поляризации, интенсивности которых I_x , I_y и разность фаз Ψ . Сложные колебания в данном ТТЛ возникают в режиме двухчастотной генерации. Так, асимметричный хаос типа перемежаемости, обнаружен при изменении линейной фазовой анизотропии резонатора $\Delta\omega$. В силу симметрии модели имеет место бистабильность асимметричных аттракторов (рисунок 6).

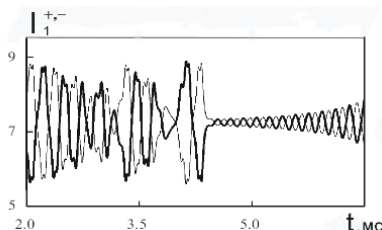


Рисунок 5 – симметричный хаос типа перемежаемости при $x = -51,4$ МГц

Влияние случайных флуктуаций обнаружено в припороговой области генерации. На рисунке 7 показаны фазовые проекции предельных циклов в отсутствие (а) и при наличии (б) случайных флуктуаций.

УДК 535.37: 537.533.35; 537.534.35

РАСШИРЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СПЕКТРАЛЬНО-ЛЮМИНЕСЦЕНТНОГО МИКРОСКОПА Жук Ю.А.^{1,2}, Фёдорцев Р.В.², Леванович А.М.¹, Масловский В.А.²

¹ООО «Регула»

²Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Рассмотрены возможности расширения функциональных возможностей спектрально-люминесцентного микроскопа для исследования различных объектов и их свойств. Представлен способ автоматизации процесса работы микроскопа посредством применения специализированного программного обеспечения для считывания и обработки изображения.

Ключевые слова: микроскоп, люминесценция, осветитель, цифровое изображение.

EXPANDING THE FUNCTIONAL CAPABILITIES OF A SPECTRAL-LUMINESCENCE MICROSCOPE

Zhuk Y., Feodortsau R., Levanovich A., Maslouski U.

¹LTC "Regula"

²Belarusian National Technical University
Minsk, Republic of Belarus

Abstract. The possibilities of expanding the functionality of a spectral-luminescence microscope for studying various objects and their properties are considered. A method for automating the microscope operation process through the use of specialized software for image reading and processing is presented.

Keywords: microscope, luminescence, illuminator, digital image.

Адрес для переписки: Жук Ю.А., ул. Налибокская 10, г. Минск, 220055, Республика Беларусь
e-mail: uakiav@gmail.com

В основу работы спектрально-люминесцентных микроскопов заложено оптическое свойство согласно которому при облучении различных объектов ультрафиолетовым светом они

начинают светиться в видимом диапазоне спектра. Флуоресценция характерна для витаминов, кристаллов, горных пород, масел и хлорофилла и пр. Применение флуоресценции позволило

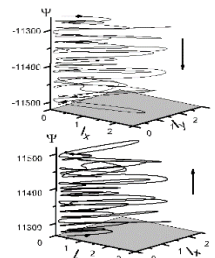


Рисунок 6 – бистабильность асимметричных хаотических аттракторов типа перемежаемости, локализованных в цилиндрическом фазовом пространстве

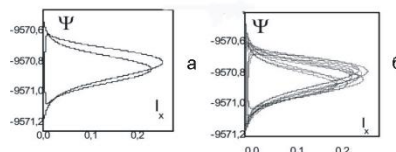


Рисунок 7 – фазовые проекции в отсутствие (а) и при наличии (б) δ -коррелированного белого шума

Литература

1. Свирина, Л.П. Фазовая неустойчивость в четырехчастотном кольцевом газовом лазере с анизотропным резонатором / Л.П. Свирина // Квантовая электроника. – 2008. – Т. 38, № 1. – С. 1–15.
2. Свирина, Л.П. Фазовая неустойчивость в одномодовом твердотельном лазере с анизотропным резонатором. / Л.П. Свирина // Оптика и спектроскопия. – 2009. – Т. 107, № 2. – С. 207–212.

изучать микрообъекты с разрешением от 1 до 10 нм. Наноскопия может раскладывать частицы на отдельные молекулы. При физическом процессе соединения поглощают фотоны. Одновременно у веществ появляется излучение с иной длиной волны. У получившихся фотонов она больше, но энергии при этом – меньше. Люминесцентные устройства функционируют в отраженном свете. Основной задачей при применении флуоресценции является отделение потока света объекта от сильного излучения подсветки. Чтобы увеличить наглядность изображения, используется темный или черный фон [1].

Компания ООО «Регула» выпускает Микроскоп спектрально-люминесцентный «Регула» 5001МК (рисунок 1), предназначенный для проведения Экспертных исследований паспортов, идентификационных карт и прочих документов, удостоверяющих личность и дающих право на пересечение границы; визовых марок и отисков печати, в том числе для разрешения на въезд; водительских удостоверений, сертификатов на транспортные средства, иных документов, связанных с автотранспортом; банкнот; акцизных и специальных марок; ценных бумаг и иных документов со средствами защиты от подделки [2].

Стационарная модель микроскопа включает металлический корпус. Управление источниками света и видеокамерой для различных режимов исследования осуществляется с лицевой панели прибора либо через интерфейс программного обеспечения «Regula Forensic Studio». Микроскоп оборудован ЖК-дисплеем, на котором отображаются режимы исследования. Обладает набором источников излучения видимого, инфракрасного и ультрафиолетового диапазонов спектра для проведения криминалистических экспертиз, комплектом светофильтров. Позволяет получать, редактировать и сохранять цифровые изображения исследуемых объектов, осуществлять визуальный контроль с помощью бинокулярной насадки.



Рисунок 1 – Микроскоп спектрально-люминесцентный 5001МК

Микроскоп обеспечивает следующие возможности:

- наблюдение на экране монитора увеличенного изображения исследуемых объектов;
- дополнительный визуальный контроль при помощи бинокулярной насадки;
- пофрагментные наблюдения исследуемых объектов;

– дальнейшую обработку изображения на компьютере с помощью специализированного программного обеспечения *Regula Forensic Studio* (далее программы RFS или ПО RFS) с последующим хранением изображения.

В микроскопе присутствует покупная бинокулярная насадка для визуального контроля за исследуемым объектом и покупное микрофотографическое устройство (далее – МФУ), которое в последствии было доработано для внедрения в микроскоп ПО RFS и управлением микроскопа с помощью интерфейса [3].

Итогом этой доработки стала возможность получения цифрового действительного изображения.

Цветная камера КМОП с количеством активных 3,1 Мп, обеспечивает размер кадра:

- 2048×1536 (Full Frame);
- 1920×1080 (Full HD);
- 1280×720 (HD).

Перечень доработок МФУ:

- установка ШД, датчиков и ограничителей;
- механизм смены увеличений;
- привод светофильтров.

Оптическая схема микроскопа представлена на рисунке 2.

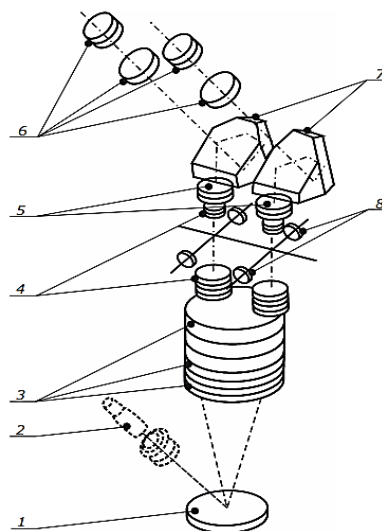


Рисунок 2 – Оптическая схема микроскопа спектрально-люминесцентного: 1 – стекло предметное, 2 – осветитель, 3 – объектив $f' = 90$ мм, 4 и 8 – система Галилея, 5 – объективов $f' = 90$ мм; 6 – окуляры 8× со шкалой и 14×, 7 – призма Шмидта

В микроскопе присутствуют следующие виды осветителей:

- белый верхний;
- УФ верхний (365 нм);
- синий верхний (455 нм);
- сине-голубой верхний (470 нм);
- сине-зеленый верхний (505 нм);
- зеленый верхний (530 нм);
- желто-оранжевый верхний (590 нм);
- красный верхний (627 нм);
- ИК верхний (870 нм и 940 нм);
- высокоинтенсивный ИК верхний (950 нм);

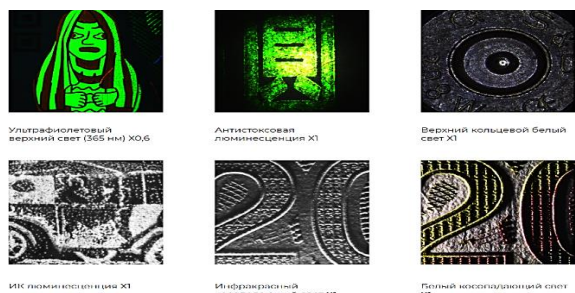


Рисунок 3 – Визуализация работы различных осветителей

- белый косопадающий, ИК косопадающий (870 нм);
- просветный (донный) белый;
- просветный (донный) ИК (870 нм);
- просветный (донный) УФ (365 нм);
- белый кольцевой;
- белый полукольцевой (2 режима);
- белый квадрант (4 режима);
- ИК кольцевой;
- ИК полукольцо (2 режима);
- ИК квадрант (4 режима) (870 нм).

В связи с тем, что прибор предназначен для проверки документов, получение цифрового изображения – неотъемлемая процедура, так как

при проверке действительное изображение нуждается в сверке с подлинным, которое в свое время хранится в базе данных.

Пример объектов исследований под разными видами осветителей представлен на рисунке 3.

Модель «Регула» 5001МК.01 комплектуется тисками криминалистическими для зажима объектов исследования: пуль, гильз и т. п.; их вращения в аксиальном, радиальном, тангенциальном направлении при снятой подвижной губе.

Ближайшими зарубежными аналогами рассматриваемой модели микроскопа являются: «МикМед-2» вариант 16; «Микмед 6» ЛОМО (Москва, РФ); «Альтами ЛЮМ 1» (С-Петербург, РФ); Evolution LUM LS-8530; SVX-M (ООО «ЕТГ»); «MSF-1» Carl Zeiss (Германия) и некоторые другие.

Литература

1. Как работает люминесцентная микроскопия. ООО «Биокоммерц» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://biocommerce.ru/spravochnik-po-tehnologiyam/kak-rabotaet-lyuminestsentnaya-mikroskopiya/>.
2. Regula [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://regula.by/ru/products/advanced_verification/5001/.
3. Программный продукт управления жизненным циклом продукта (PLM) Windchill [Электронный ресурс]. – Режим доступа: windchill.regulaforensics.net.

УДК 681.777.078

ШИРОКОПОЛЬНЫЙ АВТОКОЛЛИМАТОР ДЛЯ ПРИЦЕЛЬНО-ВИЗИРНОГО УСТРОЙСТВА Масловский В.А.^{1,2}, Жук Ю.А.², Побожный А.А.^{1,2}, Фёдорцев Р.В.², Савельева Е.В.¹

¹ОАО «Пеленг»

²Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В работе рассмотрены результаты модернизации конструкции цифрового автоколлиматора, используемого в качестве визирно-прицельного устройства. Произведена замена светоделиителя на блок призм включающую равнобедренную призму AR-90° и ромб-призму BS-0° с целью уменьшения вторичного переотражения лучей внутри оптической системы. Выбрана новая модель цифровой камеры (Basler ace 2 Basic) включающая фотоприемник с большей разрешающей способностью. В качестве осветителя выбран кластер светодиодов LUXEON Z, модель SZ-05-H5 и оптическая система фокусировки лучей, включающая двухлинзовый конденсор.

Ключевые слова: визирно-прицельное устройство, широкопольный, цифровой автоколлиматор.

WIDE-FIELD AUTOCOLLIMATOR FOR AIMING AND SIGHTING DEVICE Maslouski V.^{1,2}, Zhuk Y.², Pabozhny A.^{1,2}, Feodortsau R.², Savelyeva E.¹

¹JSC "Peleng"

²Belarusian National Technical University
Minsk, Republic of Belarus

Abstract. The work examines the results of modernizing the design of a digital autocollimator used as a sighting and sighting device. The beam splitter was replaced with a block of prisms including an isosceles prism AR-90° and a diamond prism BS-0° in order to reduce the secondary reflection of rays inside the optical system. Selected a new digital camera model (Basler ace 2 Basic) including a photodetector with higher resolution. LUXEON Z LEDs module of the model SZ-05-H5 were chosen as the illuminator. and an optical beam focusing system, including a two-lens condenser.

Keywords: sighting device, wide-field, digital autocollimator.

Адрес для переписки: Масловский В.А., Каховская, 39, Минск, 220268, Республика Беларусь
e-mail: night.clover@mail.ru

На сегодняшний день невозможно представить процесс юстировки оптического прибора без коллиматора. Коллиматор – универсальный

«инструмент», относящийся к приборам для контроля углов поля зрения телескопических систем, а также для контроля углов отклонения визирной