

УДК 535.31, 681.72

ИССЛЕДОВАНИЕ УВЕЛИЧЕНИЯ РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ В ДВУХКАНАЛЬНОМ МИКРОСКОПЕ

Кожина А.Д. (Университет ИТМО), Цыганок Е.А. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к.т.н., Цыганок Е.А.
(Университет ИТМО)

Введение. Для корректного исследования биоматериала прибор должен иметь возможность наблюдать как можно больше объектов одновременно. В тоже время для точного анализа, он должен иметь высокое разрешение. Получить изображение высокого качества в широком поле зрения не позволяет инвариант Лагранжа [1], который связывает апертуру и размер предмета с апертурой и размером изображения, накладывая ограничения на преобразования пучков.

В современных микроскопах в процессе исследования вначале нужно рассмотреть образец в широком поле, затем поменять объектив в револьверной головке, перефокусироваться на исследуемую область препарата, чтобы получить более детальное изображение и снова вернуться в изначальное положение для определения другой исследуемой части образца. Это требует большого количества времени проведения исследования.

Разработанный авторами ранее двухканальный микроскоп [2] позволяет производить одновременные исследования в широком поле и с высоким разрешением участка этого поля без дополнительных пере фокусировок. Один канал передает информацию с широким полем, которое необходимо для наблюдения крупных объектов. Второй канал передает информацию с высоким разрешением, которое позволяет детально рассмотреть объект исследований. Однако его числовой апертуры в пространстве предметов, равной 0,5 не всегда достаточно для проведения исследований биоматериала. Поэтому целью данной работы является улучшение разрешающей способности двухканального микроскопа.

Основная часть. Главной частью оптической схемы двухканального микроскопа является его фронтальный объектив. Его основными особенностями является вынесенный выходной зрачок, а также обеспечение одновременного прохождения лучей с широким полем и с высоким разрешением, что не обеспечивают современные объективы микроскопов [3-5]. Текущий объектив двухканального микроскопа обеспечивает прохождение лучей с линейным полем зрения в пространстве предметов равным 4 мм и с числовой апертурой в пространстве предметов равно 0,5.

Первой решаемой задачей была разработка фронтального объектива с увеличенной числовой апертурой, с сохранением или увеличением размера выноса выходного зрачка и рабочего расстояния.

Вторая задача, заключалась в подборе необходимого светоделиителя, для нового фронтального объектива, так как размер выходного зрачка (расположенного на светоделителе) увеличился. Третья решаемая задача включала в себя разработку формирующего объектива широкопольного канала, так как изменение фронтального объектива, повлекли за собой изменение всей системы в целом. Основной упор в данном канале уделялся коррекции полевых аберраций (комы, астигматизма, кривизны) [6,7].

Четвертой задачей, решаемой в рамках работы, была разработка формирующего объектива высокоапертурного канала. Данный канал, по сравнению аналогичным каналом предыдущей версии двухканального микроскопа, имеет значительное усложнение в виду увеличенной числовой апертуры. Значительное повышение разрешающей способности вызвало большое увеличение таких аберраций как сферическая аберрация, кома и сферохроматизм [8], что потребовало увеличение числа компонентов оптической системы и использования дополнительных оптических материалов.

Выводы. Разработана оптическая система двухканального микроскопа с улучшенными оптическими характеристиками.

Список использованных источников:

1. В.А. Панов, Л.Н. Андреев, Оптика микроскопов. Расчет и проектирование. // Л.: Машиностроение, 1976, 432 с.
2. Kozhina A., Soshnicova E., Uvarova A. Optical Design of a Dual Channel Microscope // CEUR Workshop Proceedings - 2020, Vol. 2744, pp. 1-7
3. Frolov D. N. , Vinogradova O. A., Frolov V. N. Optical design and unification of objectives: CCF PlanApo for 28 mm observation in the microscope // Proc. SPIE 10679, Optics, Photonics, and Digital Technologies for Imaging Applications V, 106791G, 2018.
4. Frolov D. N., Vinogradova O. A., Wen L., Jing F. Optical design of budget objectives for mass production microscopes // Proc. SPIE 10814, Optoelectronic Devices and Integration VII, 1081415. 2018.
5. Frolov D. N., Vinogradova O. A., Frolov V. N., Vakulov P. S. Optical design and unification of optical systems of objectives formicroscopes // Proc. SPIE 10690, Optical Design and Engineering VII, 1069021. 2018.
6. Andreev L .N., Tsyganok H. A., Ezhova V. V., Kozhina A. D. Design of compensators for microscope lens//Proceedings of SPIE, 2020, Vol. 11548, pp. 115480C
7. Andreev L.N., Tsyganok H.A., Kozhina A.D., Soshnicova J.B. Microlens design to explore biological tissues for parasitic diseases identification // Proc. of SPIE 11548, Vol. 11548, 2020.
8. Andreev L. N., Ezhova V. V., Tsyganok E. A., Kozhina A. D. Compensators of Petzval field curvature and astigmatism // Journal of Optical Technology, 2021, Vol. 88, No. 4, pp. 175-177