



# МИКРОСФЕРНЫЙ ОБЪЕКТИВ – НОВОЕ СЛОВО В ОПТИЧЕСКОЙ НАНОСКОПИИ

## MICROSPHERIC LENS – NEW WORD IN OPTICAL NANOSCOPY

DOI: 10.22184/1993-8578.2018.83.3.202.204



Летом 2017 года в Манчестере (Великобритания) состоялась презентация оптического микроскопа с нанометровым разрешением (наноскопа) NANOPSIS M, разработанного компанией LIG Nanowise – стартапом, который основан сотрудниками Манчестерского университета. Осенью наноскоп демонстрировался на выставке SEMICON Europa 2017, где на вопросы нашего журнала любезно ответил коммерческий директор проекта Алекс Шеппард.

In the summer of 2017, in Manchester (Great Britain) a presentation of an optical microscope with a nanometer resolution (nanoscope) NANOPSIS M developed by LIG Nanowise – a start-up, which was founded by the staff of Manchester University, was held. In the autumn, the nanoscope was demonstrated at SEMICON Europa 2017, where the commercial director of the project, Alex Sheppard, kindly answered the questions of our magazine.

### Господин Шеппард, каковы причины и предпосылки разработки наноскопа NANOPSIS M?

Научным центрам и производственным компаниям, специализирующимся в области нанотехнологий, необходим инструмент, который бы обеспечивал разрешение менее 100–200 нм, был прост и дешев в эксплуатации, работал с высокой скоростью и не требовал высоких инвестиций. Ранее ни один из методов микроскопии не соответствовал всему комплексу перечисленных требований, поэтому появилась идея создать такой прибор, взяв за основу традиционный широкопольный оптический микроскоп. При этом ключевой задачей было решение проблемы дифракционного предела, ограничивающего разрешение. В 2011 году основатели LIG-Nanowise профессор Манчестерского университета Лин Ли и д-р Вэй Го разработали метод, положивший начало применению микросфер для повышения разрешения оптической микроскопии. В 2013 году они с соавторами опубликовали статью, в которой предложили метод оптической наноскопии с применением помещенных в воду

микросфер SMON (submerged microsphere optical nanoscope). В этом методе прозрачные микросферы, расположенные между образцом и объективом микроскопа, служат оптическим усилителем и позволяют преодолеть дифракционный предел объектива, увеличив разрешение в несколько раз. Метод SMON был реализован только в экспериментальных лабораторных исследованиях, но с использованием его принципов мы разработали оптический объектив SMAL (Super Resolution Microsphere Amplifying Lens), в котором применены микросферы диаметром 40–100 мкм. SMAL обеспечивает 400-кратное увеличение и имеет эквивалентную апертуру 5,49, поэтому разрешение изображений может достигать 50 нм. Расстояние от объектива до поверхности образца при измерениях составляет 1–2 мкм.

### Какие еще решения использованы в наноскопе NANOPSIS M?

Наноскоп предназначен для бесконтактных оптических измерений с получением цветного изобра-

жения исследуемого участка образца. Измерения выполняются в нейтральном белом свете от светодиодного источника. Фотоприемник – 8,8-мегапиксельная CMOS-камера с разрешением 4096×2160. Образец размещается на трехкоординатном предметном столике, который позиционируется с точностью 1 нм. Максимальный размер области сканирования составляет 200×200 мкм. Программное обеспечение выполняет автоматическую коррекцию аберраций и сшивку изображений. В зависимости от решаемых задач используется объектив SMAL или обычный оптический объектив.

#### На какие области применения ориентирована актуальная версия прибора?

NANOPSIS M – прибор для исследования образцов в материаловедении, микроэлектронике и других областях науки и отраслях промышленности, где необходим неразрушающий контроль микро- и наноразмерных структур. Ключевыми преимуществами наноскопа являются низкая стоимость по сравнению с другими приборами с подобным уровнем разрешения, простота использования и обслуживания, а также высокая скорость измерений.

#### Каковы перспективы развития наноскопа?

Пока мы делаем только первые шаги на пути коммерциализации технологии микросферной оптики. Уверен, что она имеет отличные перспективы, и мы сможем рассчитывать на поддержку инвесторов и сотрудничество с крупными производителями измерительной техники. В 2018 году будут выполнены первые установки приборов NANOPSIS M. В дальнейших планах – созда-



Оптический микроскоп NANOPSIS M  
NANOPSIS M optical microscope

ние наноскопа для работы с биологическими объектами. Также будем развивать работу с иностранными заказчиками, в частности, в России нас уже эксклюзивно представляет компания "Техноинфо".

Интервью: Дмитрий Гудилин

#### Mr. Sheppard, what are the reasons and prerequisites for the development of the NANOPSIS M?

Scientific centers and manufacturing companies specializing in nanotechnology need a high-performance tool that would provide resolution of less than 100–200 nm, be simple and cheap in operation, and not require high investment. Previously, none of the methods of microscopy met the entire set of requirements listed above, so the idea arose to create such a device, taking as a basis a traditional

wide-field optical microscope. At the same time, the key task was to solve the problem of the diffraction limit, which limits the resolution. In 2011, the founders of LIG Nanowise Professor of Manchester University Lin Li and Dr. Wei Guo developed a method that initiated the use of microspheres to increase the resolution of optical microscopy. In 2013, they co-published an article in which proposed a method of optical nanoscopy using SMON (submerged microsphere optical nanoscope) microspheres placed

into the water. In this method, the transparent microspheres located between the sample and the microscope objective serve as an optical amplifier and allow us to surpass the diffraction limit of the lens, increasing the resolution several times. The SMON method was implemented only in experimental laboratory studies, but using its principles, we developed a SMAL (Super Resolution Microsphere Amplifying Lens) optical lens, in which microspheres sized between 30–100 μm are used. SMAL provides a 400x

magnification and has an equivalent aperture of 5.49, so the resolution of images can reach 50 nm. The distance from the lens to the surface of the sample during measurements is 1–2  $\mu\text{m}$ .

#### What other solutions are used in the nanoscope?

The nanoscope is designed for non-contact optical measurements to obtain a color image of the sample. Measurements are performed in neutral white light from an LED source. The photodetector is an 8.8-megapixel CMOS camera with a resolution of 4096×2160. The sample is placed on a three-coordinate stage, which is positioned with an accuracy of 1 nm. The maximum size of the scanning area

is 200×200  $\mu\text{m}$ . The software performs automatic correction of aberrations and image stitching. Depending on the tasks to be solved, a SMAL lens or a conventional optical lens is used.

#### What are the application areas for the current version of the tool?

NANOPSIS M is a tool for the study of samples in materials science, microelectronics and other fields of science and industries where non-destructive measuring of micro- and nanoscale structures is necessary. The key advantages of the nanoscope are low cost compared to other devices with a similar resolution level, ease of use and maintenance, and high measurement speed.

#### What are the prospects for the development of the nanoscope?

So far we are only taking the first steps towards commercializing the technology of microscope optics. I am sure that it has excellent prospects, and we can count on the support of investors and cooperation with major manufacturers of measuring equipment. In 2018, the first installations of NANOPSIS M will be performed. The future plans include the creation of a nanoscope for working with biological objects. We will also develop work with foreign customers, in particular, in Russia we are exclusively represented by the TechnoInfo Ltd.

*Interview: Dmitry Gudilin*

## КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА "ТЕХНОСФЕРА"



Цена 610 руб.

### НАНОСТРУКТУРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Под ред. Р.Ханнинка, А.Хилл

М.: ТЕХНОСФЕРА,  
2009. – 488 с.  
ISBN 978-5-94836-221-2

В книге обобщаются ключевые наработки в области нанотехнологий и рассматривается их влияние на обработку металлов, полимеров, композитных и керамических материалов. Обсуждаются практические вопросы, связанные с промышленным производством и использованием наноматериалов, методы наноинженерии в создании сплавов на основе стали, алюминия и титана, рассматриваются нанотехнологии, позволяющие использовать гидриды металлов для хранения водорода как источника энергии, а также методики синтеза нанополимеров для батарей аккумуляторов.

Данная – введение в нанотехнологии, а также достаточно широкий обзор их применения при создании новых промышленных материалов.

Она будет полезна для инженерных и научных работников, которые в своей практической деятельности связаны с проблемами создания и применения наноматериалов и нанотехнологий. Благодаря этой книге отечественные специалисты смогут найти решения многих междисциплинарных проблем в области наноматериалов и нанотехнологий.

#### КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

✉ 125319, Москва, а/я 91; ☎ +7 495 234-0110; ☎ +7 495 956-3346; ✉ [knigi@technosphaera.ru](mailto:knigi@technosphaera.ru), [sales@technosphaera.ru](mailto:sales@technosphaera.ru)