



Микроскопы сверхвысокого разрешения

# Микроскопы сверхвысокого разрешения



# Совершенно новая эра в СВЕРХВЫСОКОМ разрешении



## **N-SIM S**

---

Микроскопия структурированного освещения

Скорость получения изображения 15 кадр/с

Разрешение в плоскости XY ~ 115 нм

Разрешение по оси Z ~ 269 нм

В микроскопе сверхвысокого разрешения N-SIM S используется уникальная высокоскоростная структурированная система освещения для достижения скорости получения изображения до 15 кадр/с\*, позволяющей захватывать быстрые биологические процессы с пространственным разрешением, вдвое большим, чем у обычных оптических микроскопов (~ 115 нм\*\* в плоскости XY).

Микроскоп сверхвысокого разрешения N-STORM обладает в 10 раз более высоким разрешением по сравнению с обычными оптическими микроскопами (~ 20 нм в плоскости XY), обеспечивая наблюдение на молекулярном уровне. N-SIM S и N-STORM можно легко объединить в одной системе визуализации для большей гибкости в экспериментах, требующих получения наномасштабных изображений. N-SIM S и N-STORM можно объединить с системой конфокального микроскопа, например A1+, для создания единой универсальной платформы для мультимасштабной визуализации. Совместно с инвертированным микроскопом Ti2 с ультрагибкой конструкцией, сверхточным Z-приводом и системой Perfect Focus, возможности для планирования экспериментов становятся безграничными.

\* Режим 2D-SIM, 512 x 512 пикселей, время экспозиции 2 мс

\*\* FWHM изображения частиц размером 100 нм, полученные в режиме 3D-SIM с использованием возбуждающего лазера 488 нм.

В режиме TIRF-SIM при использовании частиц размером 40 нм, возбуждаемых лазером 488 нм, достигается разрешение в 86 нм.

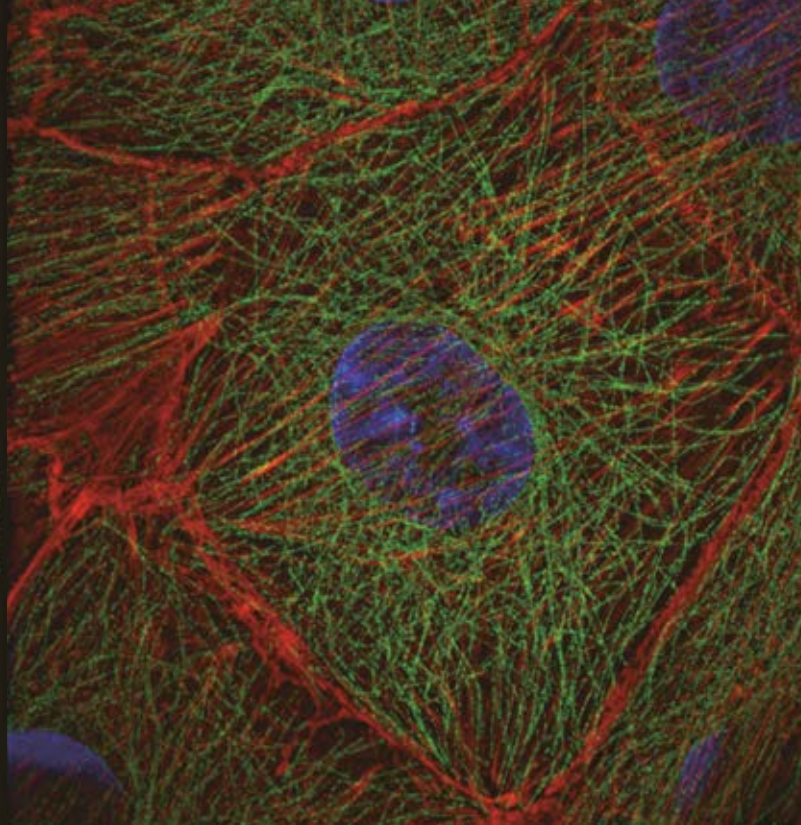
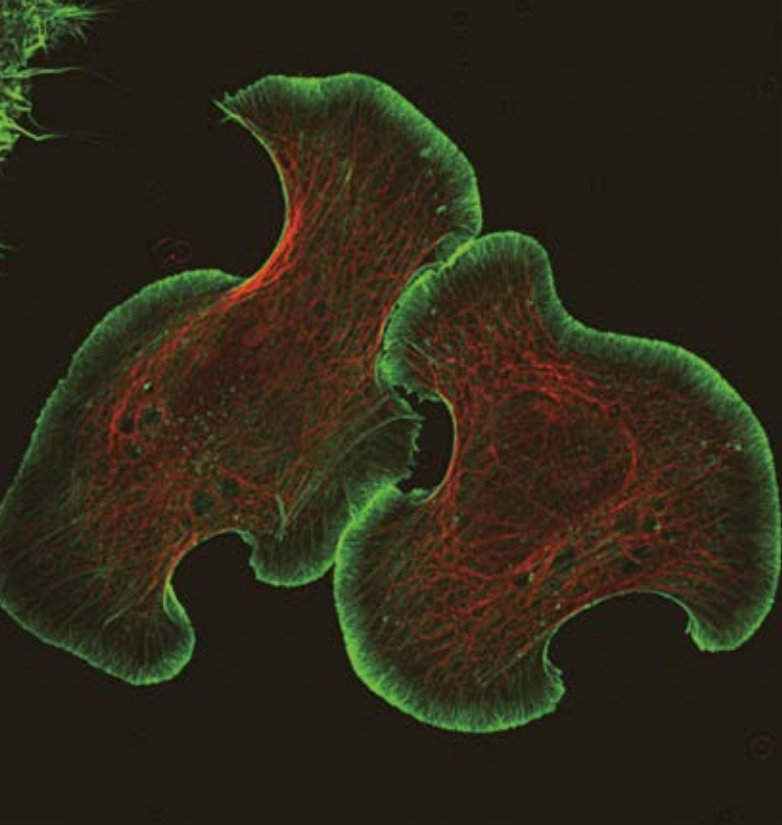


## N-STORM

Микроскопия стохастической оптической реконструкции

Разрешение в плоскости XY ~ 20 нм

Разрешение по оси Z ~ 50 нм



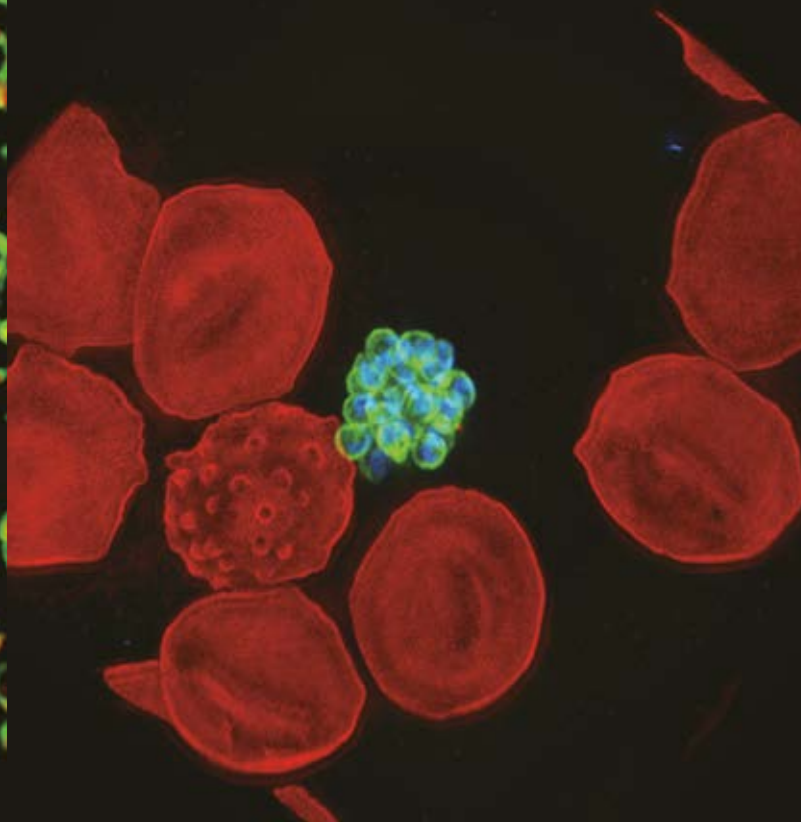
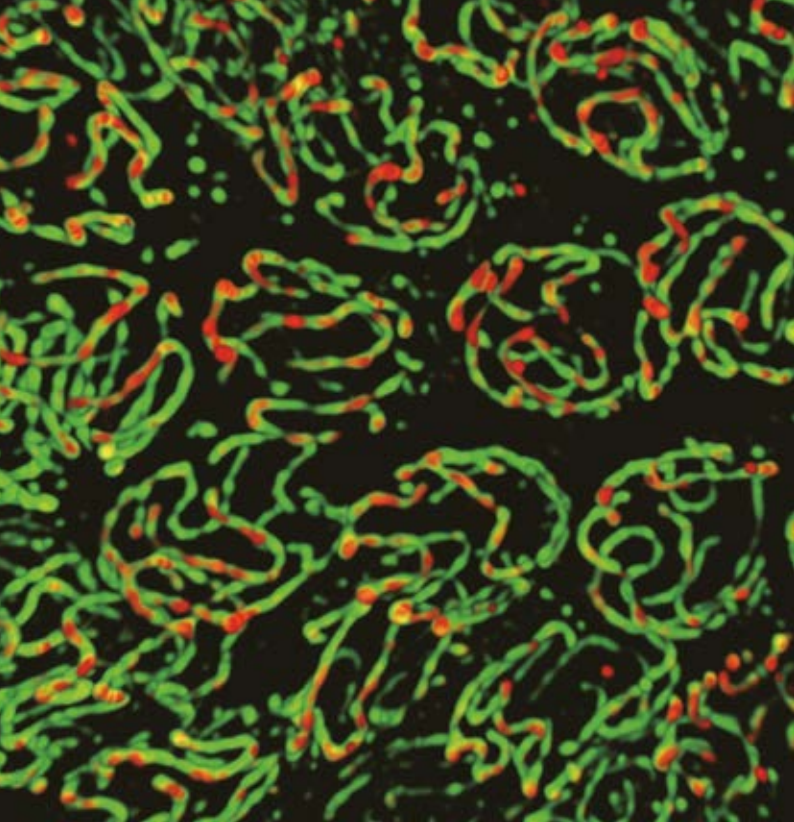
Ламеллоподии клетки NG108, маркированные красителем Alexa Fluor® 488 для актина (зеленый) и TRITC-Phalloidin для микротрубочек (красный).  
Изображение предоставлено: д-р Сизуха Исияма (Dr. Shizuha Ishiyama) и д-р Каору Като (Dr. Kaoru Katoh), Национальный Институт Передовых Промышленных Наук и Технологий (AIST)

Клетка LLC-PK1, маркированная красителем DAPI для ядра (синий), Alexa Fluor® 488 для микротрубочек (зеленый) и TRITC-Phalloidin для актина (красный).  
Изображение предоставлено: д-р Каору Като (Dr. Kaoru Katoh), Национальный Институт Передовых Промышленных Наук и Технологий (AIST)

# N-SIMS

Наблюдайте жизнь  
в сверхвысоком разрешении





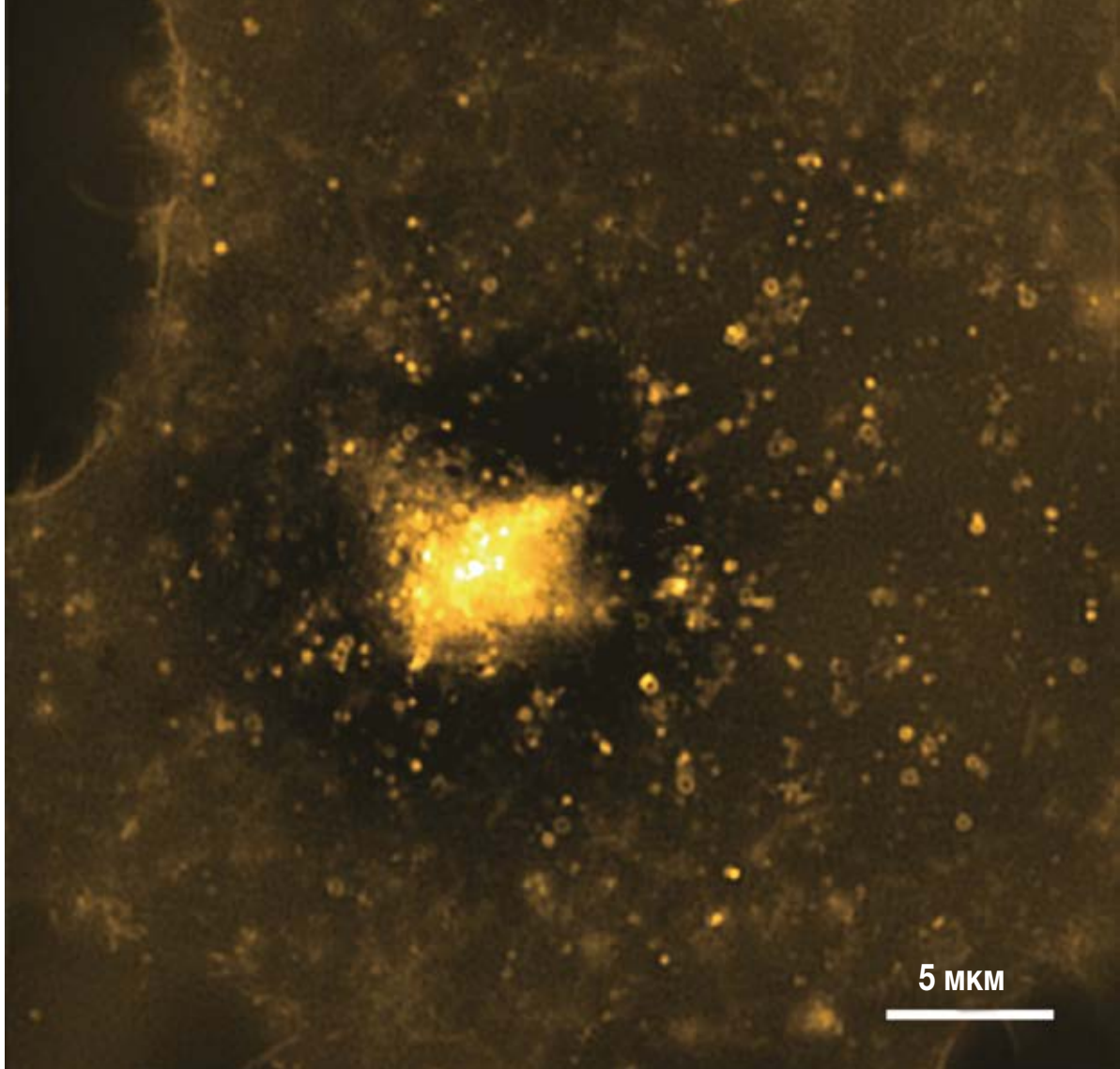
Синаптонемные комплексы пахитеновых клеток *C. elegans*, маркированные антителами anti-SYP-1.  
Изображение предоставлено: Тайлер Мачовина (Tyler Machovina) и д-р Джудит Яновиц (Judith Yanowitz), Научно-Исследовательский Институт Охраны Женского Здоровья - Маги.

Поверхность малярийного плазмодия (MTIP), маркированная красителем Alexa Fluor® 488 (зеленый), мембрана эритроцита (полоса 3), маркированная красителем Alexa Fluor® 568 (красный), ДНК, маркированная красителем DAPI (синий).  
Научные отчеты DOI: 10.1038 / s41598-018-22026 -0  
Изображение предоставлено: д-р Масаюки Морита (Masayuki Morita), д-р Эйзо Такашима (Eizo Takashima), д-р Тадахиро Иимура (Tadahiro Iimura), д-р Такафуми Цубои (Takafumi Tsuboi), Протео-научный центр, Университет Эхимэ

**N-SIM S** сочетает в себе инновационную технологию микроскопии структурированного освещения с непревзойденной оптикой, что позволяет удвоить разрешение в сравнении с обычными оптическими микроскопами. При скорости получения изображений до 15 кадр/сек N-SIM S обеспечивает высокоскоростную визуализацию динамических событий в живых клетках в сверхвысоком разрешении.

- ❖ Захват быстрых изменений в живых клетках со скоростью 15 кадр/сек\*
- ❖ Разрешение в два раза превосходит разрешение обычных оптических микроскопов (прибл. 115 нм\*\*) с использованием микроскопии структурированного освещения
- ❖ Автоматическое переключение между различными режимами освещения
- ❖ Двухканальное получение изображений TIRF-SIM
- ❖ Захват большего поля зрения (66 мкм x 66 мкм\*\*\*)
- ❖ Совместим с простыми в использовании сухими объективами
- ❖ Одновременная двухканальная визуализация (опционально)

\* Режим 2D-SIM, 512 x 512 пикселей, время экспозиции 2 мс  
\*\* FWHM изображения частиц размером 100 нм, полученные в режиме 3D-SIM с использованием возбуждающего лазера 488 нм. В режиме TIRF-SIM при использовании частиц размером 40 нм, возбуждаемых лазером 488 нм, достигается результат в 86 нм.  
\*\*\* Поле зрения с использованием объектива 100x.



Эндосомы клетки COS7, меченные красителем YFP. Быстрое движение эндосом фиксируется в высоком разрешении.  
Скорость получения изображения: 6 кадр/сек  
Режим визуализации: 3D-SIM  
Изображение предоставлено: д-р медицины, канд. наук Ясуси Окада (Yasushi Okada), Отделение физики, Магистратура естественных наук, Токийский университет

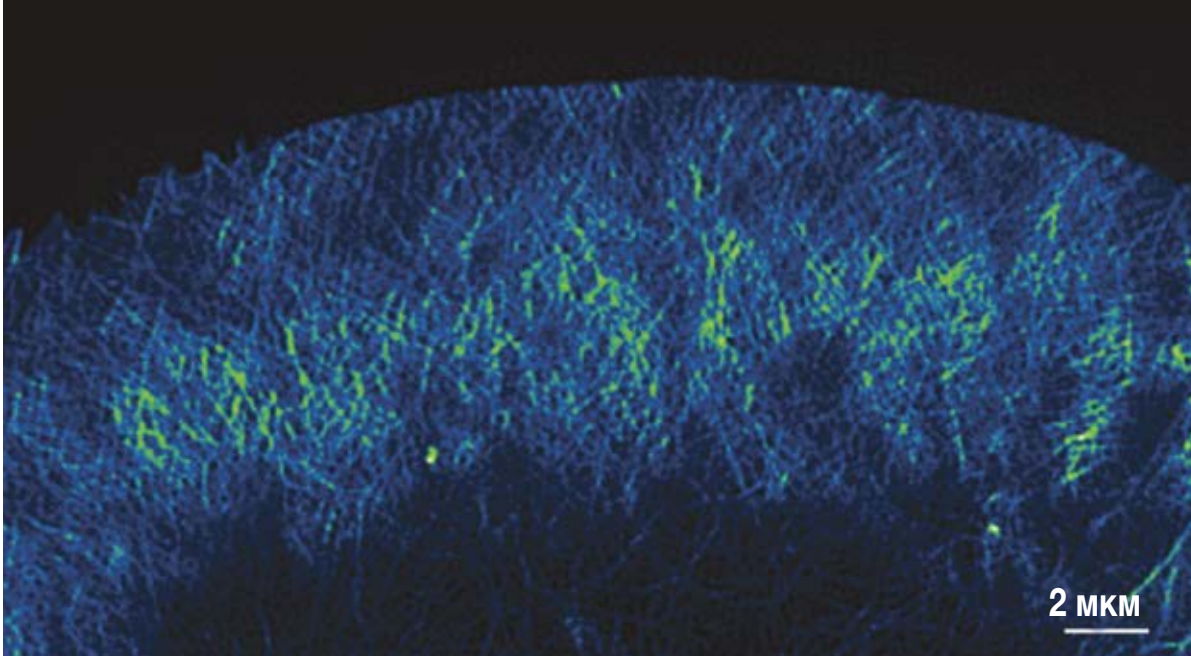
Отсканируйте QR-код, чтобы просмотреть видео, демонстрирующее изображение со сверхвысоким разрешением и широкопольное изображение.

## Захват быстрых изменений в ЖИВЫХ клетках

### Высокая скорость получения изображений в сверхвысоком разрешении 15 кадр/сек

В новой высокоскоростной системе структурированного освещения Nikon используется инновационная технология управления структурой освещения для быстрого и точного переключения режимов освещения. Микроскоп сверхвысокого разрешения N-SIM S достигает невероятных скоростей получения изображения (до 15 кадр/с\*), обеспечивая возможность проводить съемку живых клеток с временным разрешением и внутриклеточную динамику в сверхвысоком разрешении. Откройте новый уровень визуализации живых клеток с N-SIM S.

\* Режим 2D-SIM, 512 x 512 пикселей, время экспозиции 2 мс



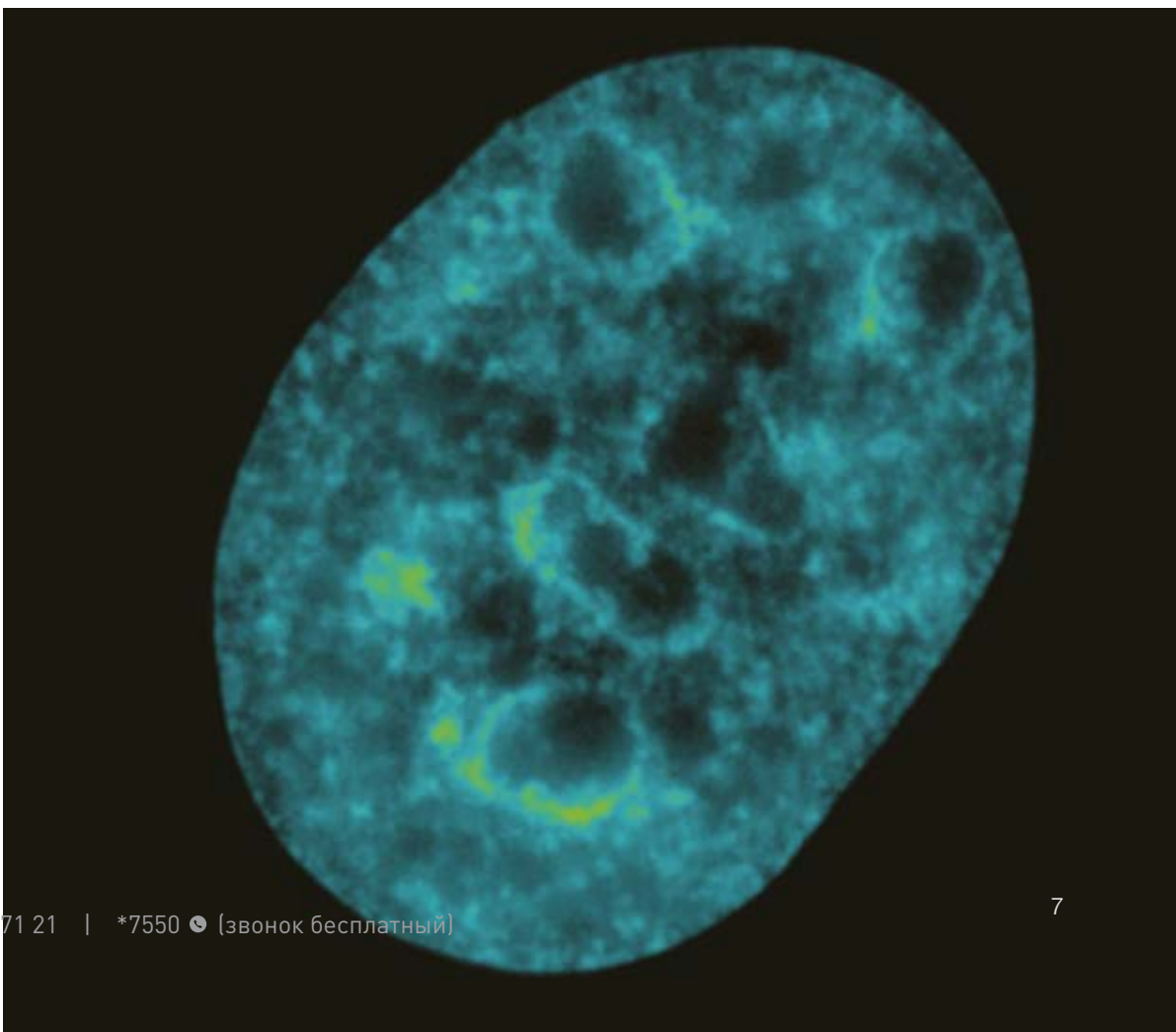
Конус роста клетки NG108, меченой красителем GFP-Lifeact (F-актин). Формирование актиновой сетки захватывается с высокой скоростью.  
Скорость получения изображения: 10 кадр/сек  
Режим визуализации: TIRF-SIM  
Изображение предоставлено: д-р Минами Танака (Minami Tanaka) и д-р Каору Като (Kaoru Katoh), Национальный Институт Передовых Промышленных Наук и Технологий (AIST)

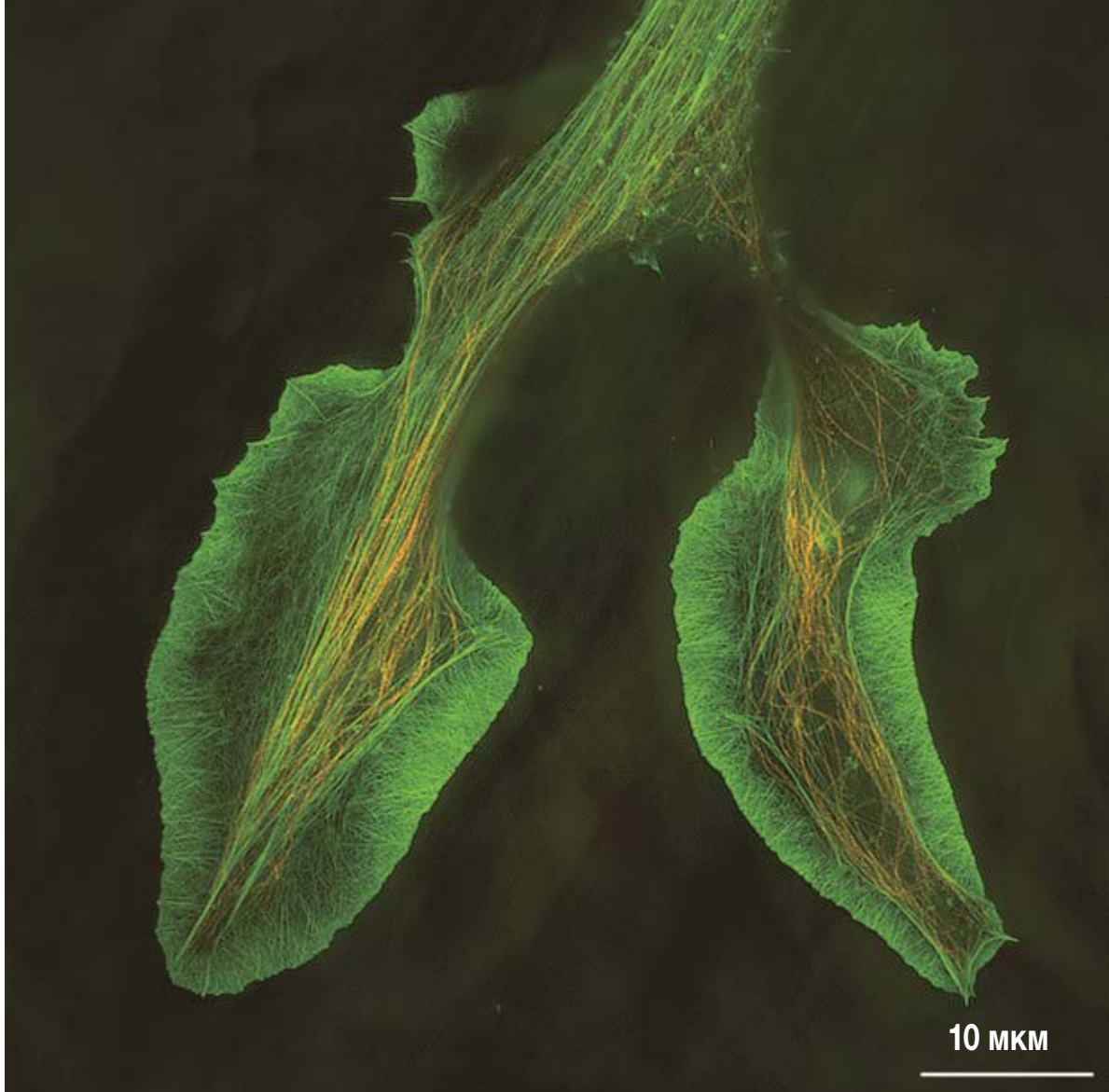
Отсканируйте QR-код, чтобы посмотреть видео, демонстрирующее изображение со сверхвысоким разрешением и широкопольное изображение.



Гистон H2B-GFP, экспрессирующийся в клетке HeLa. Визуализация малых перемещений хроматиновых доменов в разных зонах.  
Скорость получения изображения: 3,9 кадр/сек  
Режим визуализации: 3D-SIM  
Изображение предоставлено: канд. наук Юко Сато (Yuko Sato) и канд. наук Хироши Кимура (Hiroshi Kimura), Центр клеточной биологии, Институт инновационных исследований, Токийский Технологический Институт

Отсканируйте QR-код, чтобы посмотреть видео, демонстрирующее изображение со сверхвысоким разрешением и широкопольное изображение.





Двухцветное изображение TIRF-SIM конуса роста клетки NG108, меченой красителем Alexa Fluor® 488 для F-актина (зеленый) и Alexa Fluor® 555 для микротрубочек (оранжевый)

Размер реконструированного изображения: 2048 x 2048 пикселей (66 x 66 мкм с объективом 100X)

Образец предоставлен: д-р Сизуха Исияма (Dr. Shizuha Ishiyama) и д-р Каору Като (Dr. Kaoru Kato), Национальный Институт Передовых Промышленных Наук и Технологий (AIST)

## Легко переключайтесь между режимами визуализации для достижения оптимальных результатов

### Автоматическое переключение между режимами освещения

Новейшая технология высокоскоростного структурированного освещения обеспечивает не только высокую скорость получения изображения, но и автоматическое переключение между режимами освещения и автоматическую оптимизацию структуры освещения для различных длин волн и увеличений. Более высокая автоматизация обеспечивает быструю 2-цветную визуализацию TIRF-SIM, а также комбинирование различных возможностей SIM. N-SIM S предоставляет простые в использовании, оптимизированные рабочие процессы для экспериментов с изображениями как в одном, так и в нескольких режимах.

### Захват большего поля зрения

N-SIM S может захватывать изображения сверхвысокого разрешения с большим полем зрения площадью 66 кв. мкм. Такая большая область визуализации обеспечивает очень высокую скорость обработки для приложений/образцов, которые легче изучать при большем поле зрения, таких как нейроны, сокращая количество времени и усилий, необходимых для получения данных.



## Одновременная двухканальная визуализация

Одновременная двухканальная визуализация возможна при использовании дополнительного адаптера для двух камер\* и двух камер sCMOS.

\* Andor Technology Ltd.

Конус роста клетки NG108, экспрессирующей GFP-LifeAct (F-актин, зеленый) и mCherry-тубулин (микротрубочки, красный)  
Изображение предоставлено: д-р Каору Като (Kaoru Kato), Национальный Институт Передовых Промышленных Наук и Технологий (AIST)



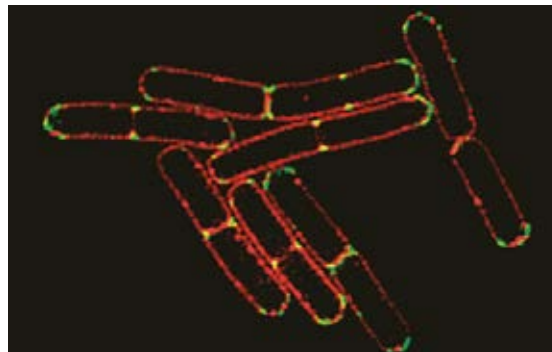
## Режим 2D-SIM / режим TIRF-SIM

В этом режиме происходит высокоскоростной захват 2D-изображений сверхвысокого разрешения с невероятной контрастностью. Режим TIRF-SIM позволяет наблюдать флуоресценцию полного внутреннего отражения с разрешением вдвое большим, чем у обычных TIRF микроскопов, что способствует более глубокому пониманию взаимодействия молекул на поверхности клетки.

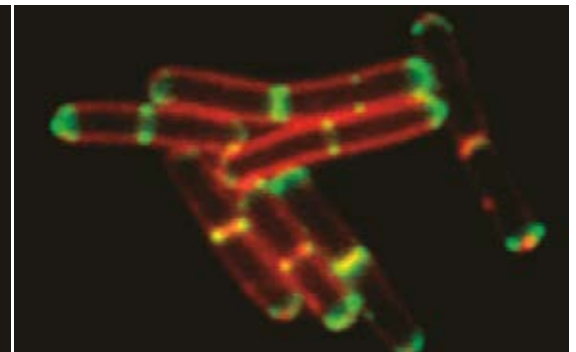
## Режим 3D-SIM

Режим 3D-SIM генерирует структурированные шаблоны освещения в трех измерениях, что обеспечивает двукратное улучшение разрешения в плоскости XY и по оси Z. Доступны два метода реконструкции («срез» и «стек») для оптимизации результатов в соответствии с требуемыми характеристиками (например, толщина образца, скорость и т. д.).

3D-SIM image



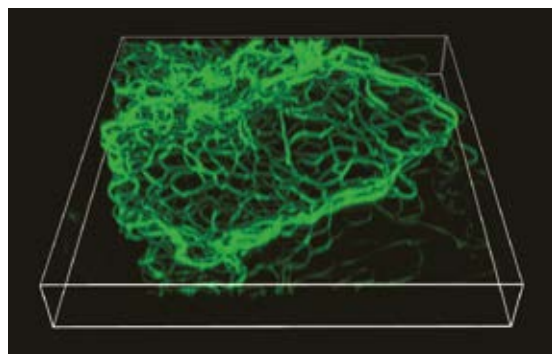
Обычное широкопольное изображение



Бактерия *Bacillus subtilis*, окрашена красителем Nile Red (красный), экспрессирует белок клеточного деления DivIVA, слитый с GFP (зеленый). Микроскоп сверхвысокого разрешения обеспечивает точную локализацию белка во время деления.

Метод реконструкции: Срез

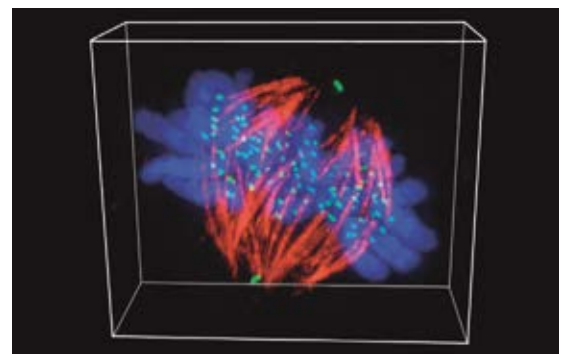
Изображения предоставлены: д-р Хенрик Штраль (Henrik Strahl) и д-р Леендерт Хамоен (Leendert Hamoen), Центр бактериальной клеточной биологии, Университет Ньюкасла



Ширина: 26,19 мкм, Высота: 27,11 мкм, Глубина: 3,36 мкм  
Кератиноцит мышцы опосредованно помечен антителами к кератиновым промежуточным филаментам и визуализирован с использованием вторичных антител, маркированных Alexa Fluor® 488.

Метод реконструкции: Стек

Изображение предоставлено: д-р Рейнхард Виндоффер (Reinhard Windoffer), Рейнско-Вестфальский технический университет г. Ахена



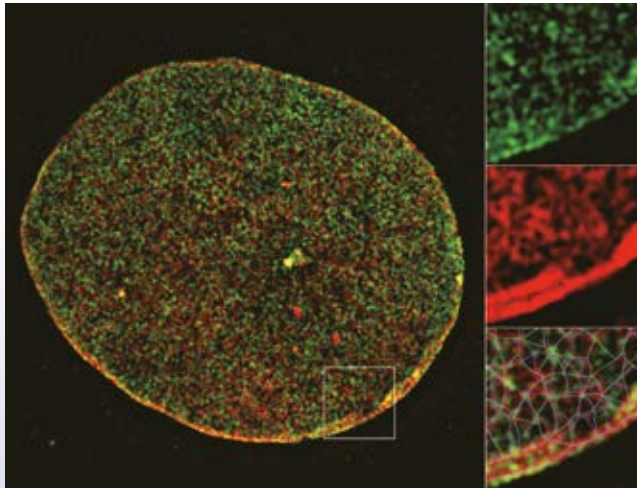
Ширина: 16,00 мкм, Высота: 13,36 мкм, Глубина: 6,00 мкм

Человеческая клетка U2OS в метафазе митоза

Клетка маркирована зеленым (белковый кинетохор CENP-B), красным (альфа-тубулин) и синим (ДНК) красителями.

Метод реконструкции: Стек

Изображение предоставлено: д-р Алексей Ходжаков (Alexey Khodjakov), Центр Уодсворта, Олбани, Нью-Йорк.



Ламин В1 (красный) и Ламин С (зеленый) образуют отдельные, но взаимодействующие между собой сетчатые структуры в мембране зародышевого ядра фибробласта мыши. Подготовлено для двойной непрямой иммунофлуоресценции и визуализируется с помощью 3D-SIM. Сетчатая структура была получена путем вычислений на основе данных флуоресценции 3D-SIM LB1 (голубой) и LC (пурпурный) с использованием поворотных фильтров.<sup>1</sup> Изображения предоставлены: д-р Такэши Шими (Takeshi Shim) и д-р Марк Киттисопикул (Mark Kittisopikul)

«N-SIM обеспечивает разрешение, необходимое для идентификации и оценки структурной организации ядерной пластинки<sup>1,2</sup>. Благодаря простоте использования и стабильной работе N-SIM стал неотъемлемым инструментом исследований в моей лаборатории».



<sup>1</sup> Mol Biol Cell, 2015 ноя 5; 26(22):4075-86.  
<sup>2</sup> Nature . 2017 мар 9; 543 (7644): 261-264.

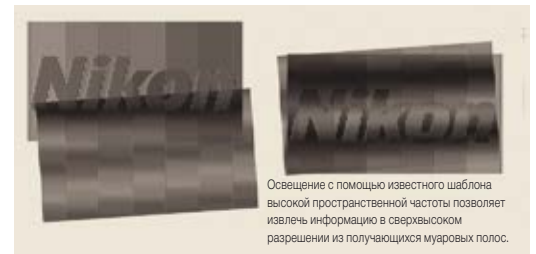
**Д-р Роберт Д. Голдман (Robert D. Goldman)**

Старший научный сотрудник Фонда Эллисона, профессор Стивен Уолтер Рэнсон (Stephen Walter Ranson), заведующий кафедрой клеточной и молекулярной биологии, Школа медицины им. Файнберга, Северо-Западный университет

**Принцип микроскопии структурированного освещения**

**Аналитическая обработка записанных муаровых рисунков, полученных путем наложения известного шаблона высокой пространственной частоты, математически восстанавливает структуру субразрешения образца.**

Использование интерференции лазерного излучения с высокой пространственной частотой для освещения структур субразрешения образце создает муаровые полосы, которые захватываются. Эти муаровые полосы включают в себя модулированную информацию о структуре образца. Посредством обработки изображений неизвестная информация об образце может быть восстановлена для достижения разрешения, превышающего пределы обычных оптических микроскопов.



Освещение с помощью известного шаблона высокой пространственной частоты позволяет извлечь информацию в сверхвысоком разрешении из получающихся муаровых полос.

**Создавайте изображения сверхвысокого разрешения, обрабатывая несколько изображений с муаровым рисунком.**

Изображение муаровых рисунков, полученное в ходе этого процесса, включает информацию о мельчайших структурах в образце. Захватывается множество фаз и ориентаций структурированного освещения, и смещенная информация в сверхвысоком разрешении извлекается из информации в муаровых полосах.

Эта информация математически объединяется в апертурное или так называемое «пространство Фурье», а затем преобразуется обратно в пространство изображения, создавая изображение с разрешением, в два раза превышающим предел разрешения обычного оптического микроскопа.



Создание изображения в сверхвысоком разрешении путем обработки нескольких изображений. Захватите несколько изображений со структурированным освещением, смещенным по фазе. Повторите процесс для трех разных углов. Затем эта серия изображений обрабатывается с использованием передовых алгоритмов для получения изображений со сверхвысоким разрешением.

**Использование высокочастотного освещения в виде полос для удвоения разрешения**

Захват информации с высоким разрешением и высокой пространственной частотой ограничивается числовой апертурой объективов, а пространственные частоты структуры за пределами апертуры оптической системы исключаются (рис. А). Освещение образца высокочастотным структурированным освещением, которое умножается на неизвестную структуру в образце за пределами классических границ разрешения, переносит смещенную информацию в сверхвысоком разрешении в апертуру оптической системы (рис. В).

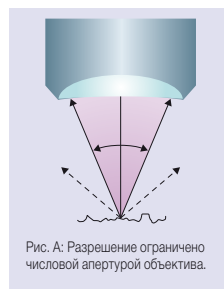


Рис. А: Разрешение ограничено числовой апертурой объектива.

В результате математического объединения этой информации в сверхвысоком разрешении со стандартной информацией, полученной объективом, получается разрешение, эквивалентное разрешению, полученному объективом с приблизительно вдвое большей числовой апертурой (рис. С).

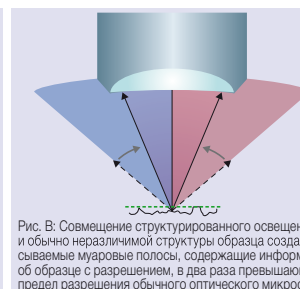


Рис. В: Совмещение структурированного освещения и обычно неразличимой структуры образца создает записываемые муаровые полосы, содержащие информацию об образце с разрешением, в два раза превышающим предел разрешения обычного оптического микроскопа.

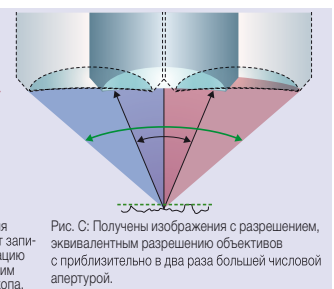
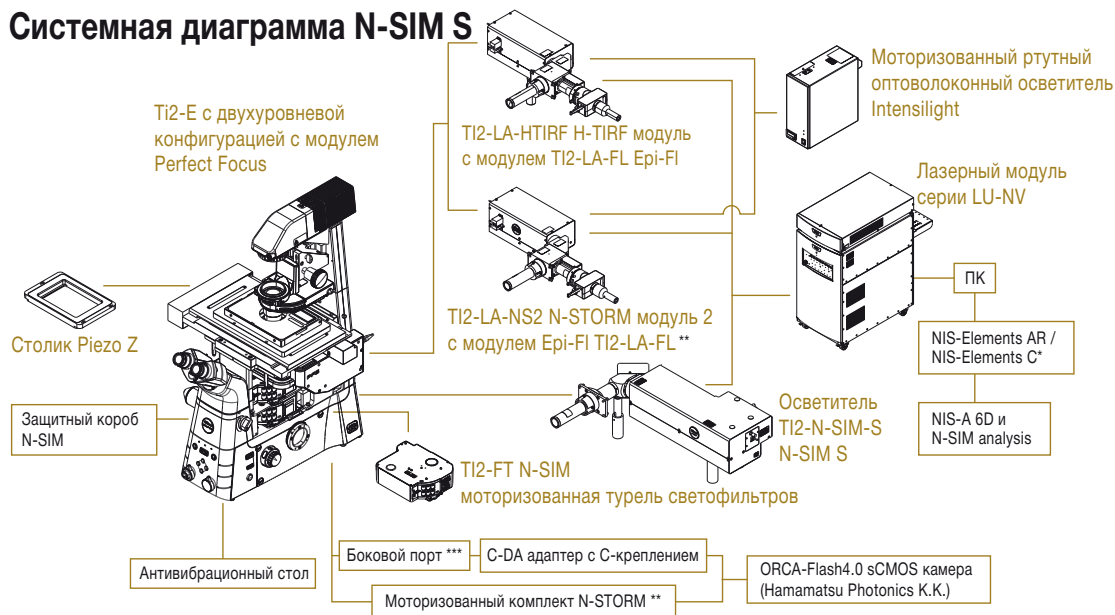


Рис. С: Получены изображения с разрешением, эквивалентным разрешению объективов с приблизительно в два раза большей числовой апертурой.

## Системная диаграмма N-SIM S



\* Требуется при использовании с конфокальной системой

\*\* Требуется при конфигурации с N-STORM

\*\*\* Поставляется со штативом микроскопа

## Технические характеристики N-SIM S

Разрешение в плоскости XY	115 нм <sup>*1</sup> в режиме 3D-SIM, 86 нм <sup>*2</sup> в режиме TIRF-SIM
Разрешение по оси Z	269 нм <sup>*1</sup> в режиме 3D-SIM
Время получения изображения	До 15 кадр/сек (TIRF-SIM / 2D-SIM, время экспозиции 2 мс)
Размер восстановленного изображения	1024 x 1024 пикселей, 2048 x 2048 пикселей
Режим визуализации	TIRF-SIM 2D-SIM 3D-SIM (Метод реконструкции: срез, стек)
Цветная визуализация	До 6 цветов
Одновременная цветная визуализация	Два цвета
Совместимый лазер	Лазерный модуль серии LU-NV Стандарт: 405 нм, 488 нм, 561 нм, 640 нм Опции: 445 нм, 514 нм Комбинация лазеров: 405 нм / 445 нм / 488 нм / 561 нм / 647 нм
Совместимый микроскоп	Моторизованный инвертированный микроскоп ECLIPSE Ti2-E Система Perfect Focus Моторизованный по осям ху столик с датчиками положения Столик Piezo Z
Объектив	CFI SR HP Plan Apochromat Lambda S 100XC Sil (NA1.35) CFI SR HP Apochromat TIRF 100XC Oil (NA 1.49) CFI SR HP Apochromat TIRF 100XC Oil (NA 1.49) CFI SR Plan Apochromat IR 60XC WI (NA 1.27) CFI SR Plan Apochromat IR 60XC WI (NA 1.27) CFI Plan Apochromat Lambda 60XC (NA 0.95) <sup>*3</sup> CFI Plan Apochromat Lambda 40XC (NA 0.95) <sup>*3</sup>
Камера	ORCA-Flash4.0 sCMOS (Hamamatsu Photonics K.K.)
Программное обеспечение	NIS-Elements Ar/NIS-Elements C (для конфокального микроскопа A1 + / A1R +) В обоих случаях требуются дополнительные программные модули NIS-A 6D и N-SIM Analysis
Условия эксплуатации	От 20 °C до 28 °C (± 1,5 °C)

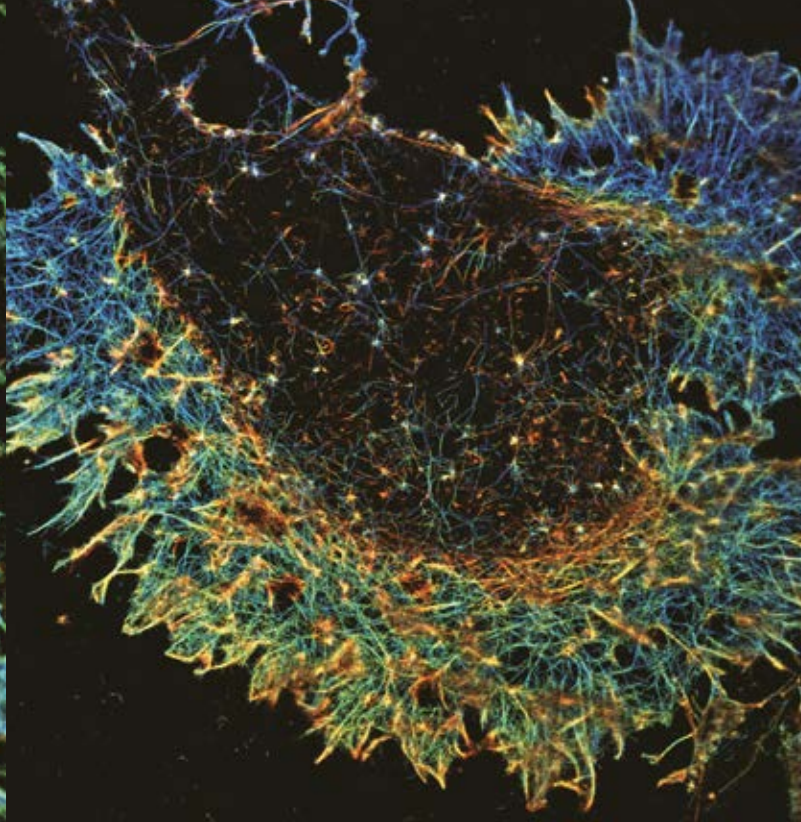
<sup>\*1</sup> Эти значения измеряются с использованием частиц диаметром 100 нм, возбуждаемых лазером 488 нм. Фактическое разрешение зависит от длины волны лазера и оптической конфигурации.

<sup>\*2</sup> Это значение измеряется с использованием частиц диаметром 40 нм, возбуждаемых лазером 488 нм. Фактическое разрешение зависит от длины волны лазера и оптической конфигурации.

<sup>\*3</sup> Поддерживает 2D-SIM и 3D-SIM (метод реконструкции "срез").



a: нейроны и нейроглия гиппокампа при культивировании

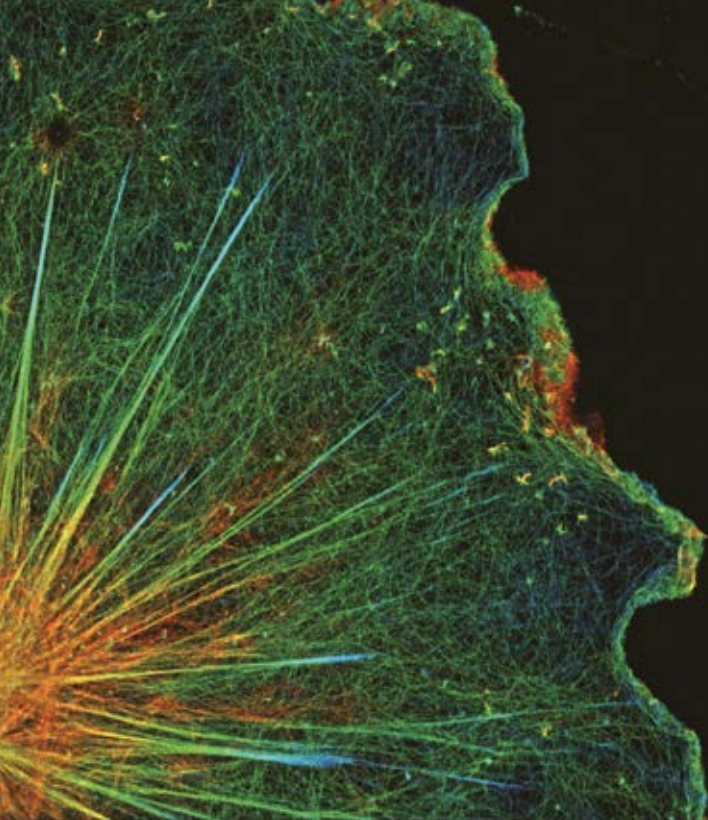


b: конус роста нейрона при культивировании

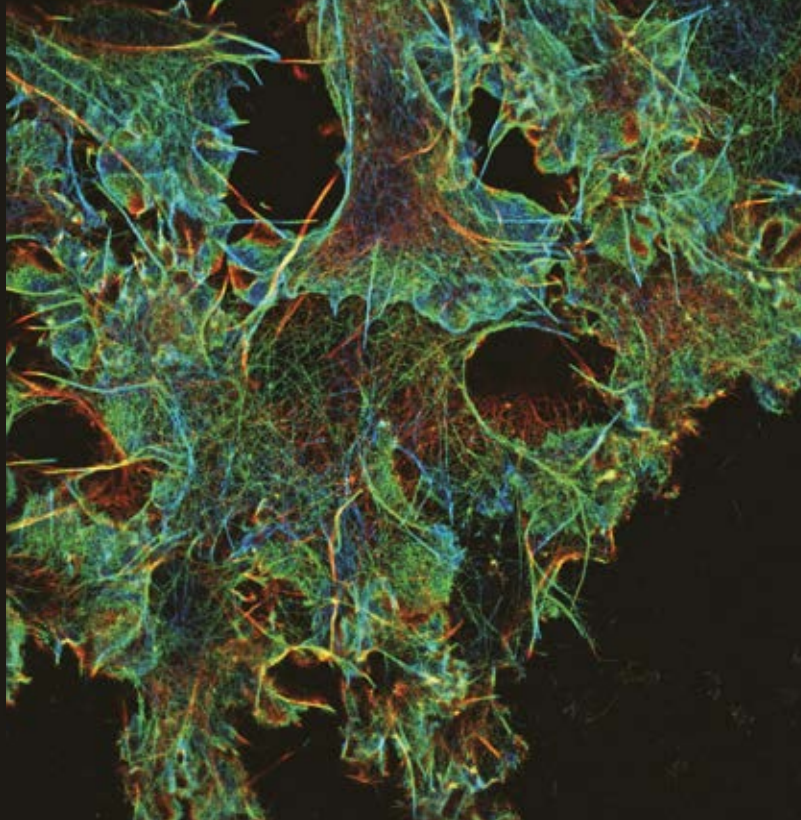
# N-STORM

Испытайте вселенную  
в наномасштабе

Nikon  
N-STORM



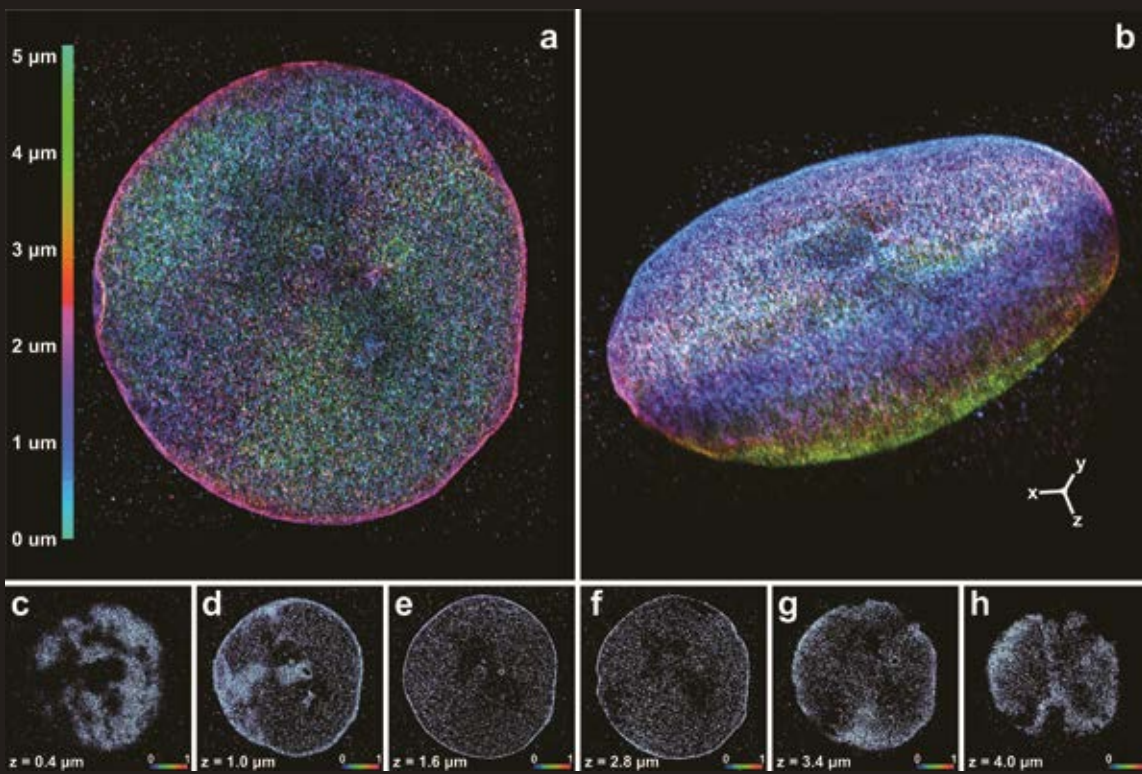
с: Нейроглия в нейрональной культуре



d: клетки COS  
3D-STORM визуализация актина, маркированного красителем Alexa Fluor® 647 Фаллоидин, с использованием псевдоцвета с кодом глубины. Изображение «а» демонстрирует четыре типа организации актина, с нижнего левого угла к верхнему правому: клеточное тело нейрона, нейроглиальная клетка со стрессорными волокнами, нейрональный дендрит с шипиками и аксон.  
Изображения предоставлены: д-р Кристоф Летерье (Christophe Lettier), команда NeuroCyto, NICN CNRS-AMU UMR7259, Марсель, Франция

**Микроскопия стохастической оптической реконструкции (STORM) восстанавливает изображение в сверхвысоком разрешении, комбинируя точную информацию о локализации для отдельных флуорофоров в сложных образцах, наблюдаемых с помощью флуоресцентного микроскопа. N-STORM использует преимущества мощного инвертированного микроскопа Ti2-E от Nikon и применяет высокоточную многоцветную локализацию и реконструкцию в трех измерениях (xyz), чтобы обеспечить получение изображений со сверхвысоким разрешением, в десять раз превышающим разрешение обычных оптических микроскопов (до 20 нм в плоскости xy). Эта мощная технология позволяет визуализировать молекулярные взаимодействия и организации в наноскопическом масштабе, открывая новые горизонты научного познания.**

- ❖ Разрешение в 10 раз превосходит разрешение обычных оптических микроскопов по осям x, y и z
- ❖ Динамическое изображение в сверхвысоком разрешении на молекулярном уровне
- ❖ Возможность цветной визуализации
- ❖ Изображения высокой четкости и насыщенности
- ❖ Большая область захвата изображений



N-STORM совместима с технологией DNAPaint, которая использует временное связывание и расщепление маркированных с помощью флуоресценции нитей ДНК с их комплементарными целевыми нитями, создавая мигающий сигнал для получения изображений со сверхвысоким разрешением.

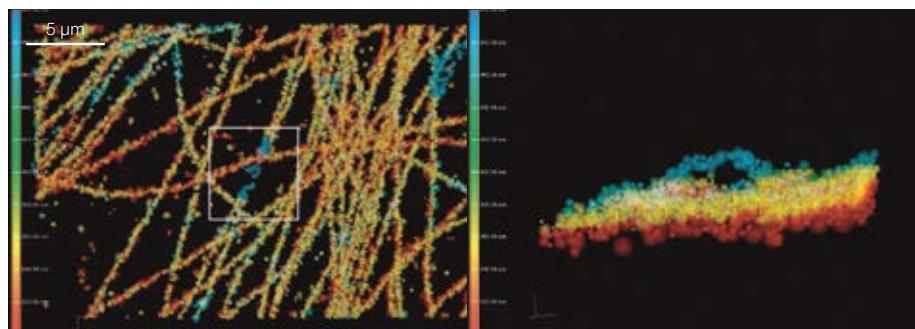
3D DNA-PAINT изображение белка ядерной пластинки Ламин A/C в фиксированной клетке CV-1  
 Глубина изображения: 5,1 мкм  
 Шаг: 100 нм  
 (a) 3D-изображение с цветовым кодом позиции z.  
 (b) 3D визуализация объема.  
 (c-h) Репрезентативные отдельные z-плоскости, глубина обозначена в левом нижнем углу

# Десятикратное увеличение разрешения по осям x, y и z

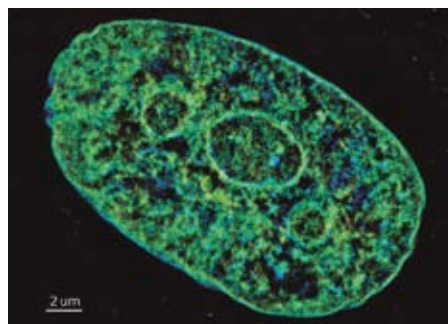
## Разрешение по оси Z до 50 нм

В дополнение к сверхвысокому разрешению в плоскости XY, в N-STORM используются собственные методы компании Nikon для достижения десятикратного улучшения разрешения по оси Z по сравнению с обычными оптическими микроскопами и предоставления 3D информации в наномасштабе.

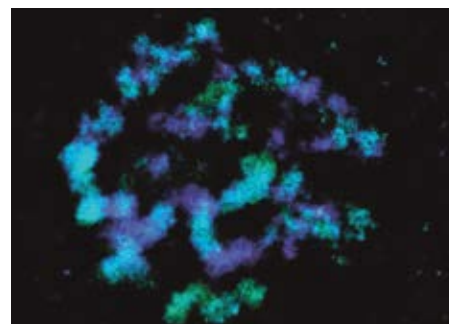
Функция 3D-Stack позволяет захватывать несколько изображений 3D-STORM из разных положений по оси Z и объединять их в одно изображение для создания более насыщенных изображений STORM.



Тубулин клетки BSC-1, маркированный красителем Alexa Fluor® 647



Человеческий фибробласт, маркированный красителем EdU-Alexa Fluor® 647 для визуализации ДНК с помощью 3D-STORM. Изображение предоставлено: канд. наук Джейсон Оттерстром (Jason Otterstrom), канд. наук Мелике Лакадамьяли (Melike Lakadamyali), Институт фотонных наук (ICFO), Кастельдефельс, Испания

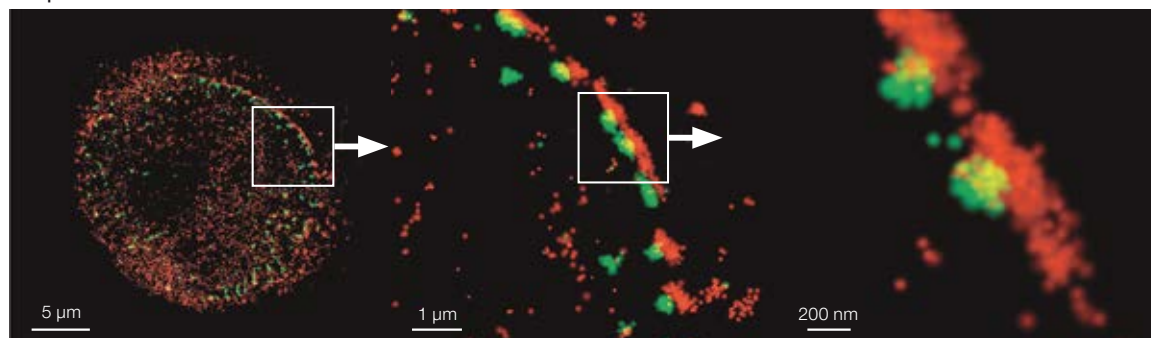


Первичная клеточная культура мозга дрозофилы. 3D-STORM изображение ДНК, маркированной красителем EdU в нейробласте дрозофилы обыкновенной. Изображение предоставлено: канд. наук Анна Оддоне (Anna Oddone), канд. наук Мелике Лакадамьяли (Melike Lakadamyali), группа, Институт Фотонных Наук (ICFO), Кастельдефельс, Испания

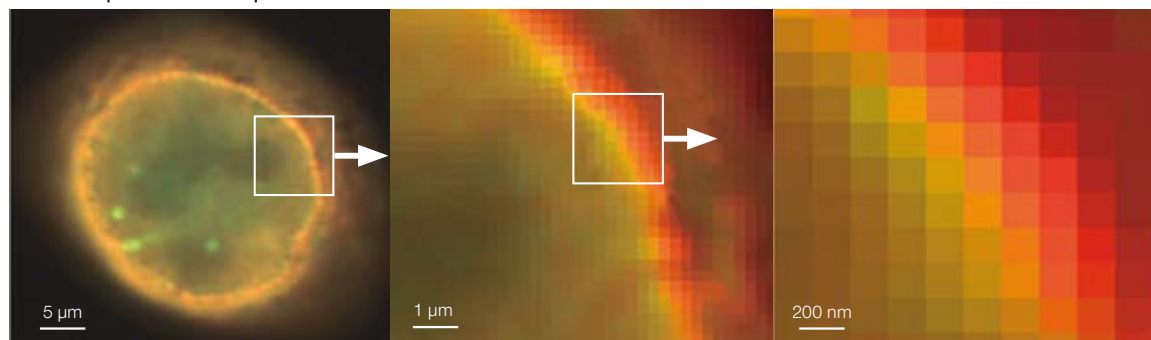
## Разрешение по оси Z до 20 нм

N-STORM использует высокоточную информацию о локализации тысяч отдельных флуорофоров, присутствующих в поле зрения, для создания захватывающих изображений в сверхвысоком разрешении, демонстрирующих пространственное разрешение в 10 раз больше, чем у обычных оптических микроскопов.

### Изображения N-STORM



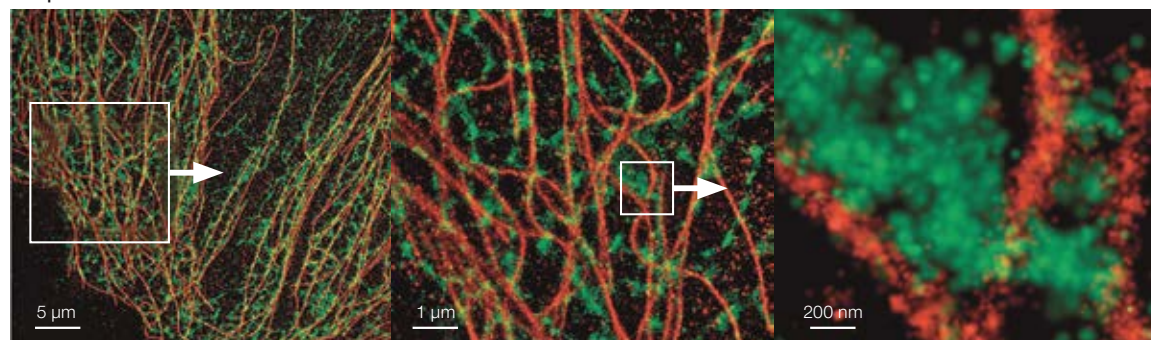
### Обычные широкопольные изображения



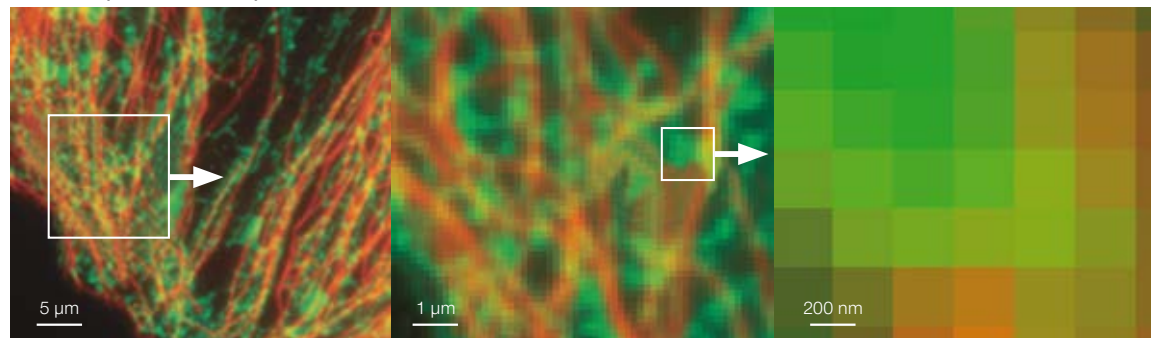
Раковые клетки шейки матки человека (HeLa S3), маркированные красителем Alexa Fluor® 647 (NUP153) и ATTO 488 (TPR)

Изображения предоставлены: д-р Майкл В. Дэвидсон (Michael W. Davidson), Национальная лаборатория сильного магнитного поля, Университет штата Флорида

### Изображения N-STORM



### Обычные широкопольные изображения



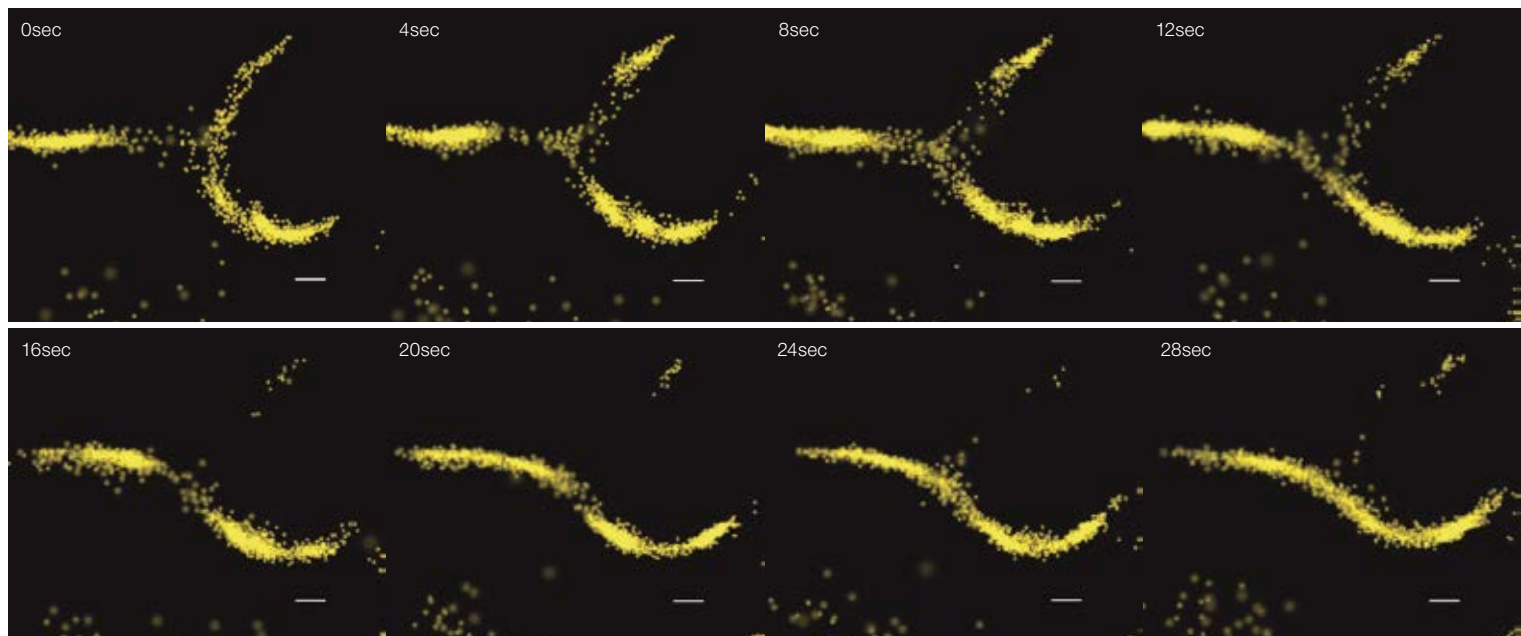
Клетки почки африканской зеленой мартышки (BSC-1), маркированные красителем Alexa Fluor® 647 (тубулин) и ATTO 488 (кальретикулин)

Изображения предоставлены: д-р Майкл В. Дэвидсон (Michael W. Davidson), Национальная лаборатория сильного магнитного поля, Университет штата Флорида

## Динамическое изображение в сверхвысоком разрешении

Новейшие системы освещения и оптика, оптимизированные для технологии sCMOS, увеличили скорость получения изображений до 10 раз. Благодаря уменьшению времени сбора данных с минут до секунд\* динамические события в живых образцах теперь можно регистрировать с разрешением на молекулярном уровне.

\* При использовании высокоскоростного режима (область захвата 20 x 20 мкм)



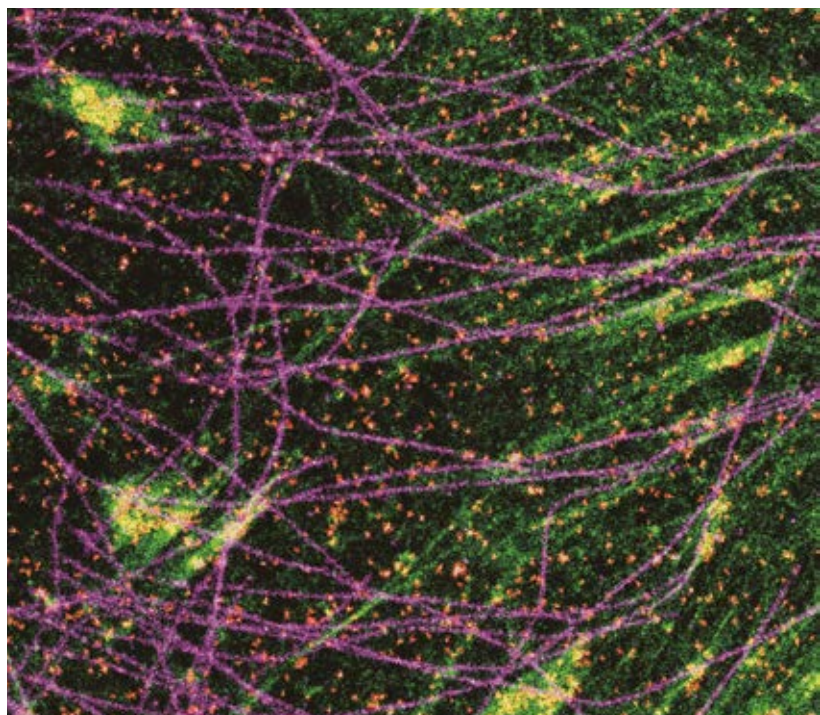
STORM изображения с временным разрешением клетки почки африканской зеленой мартышки (BSC-1), маркированной красителем Mito-Tracker Red (Митохондрия).  
Скорость захвата изображений: 500 кадров в секунду  
Съемка с временным разрешением в течение 28 секунд с интервалом 2 секунды  
Масштабная линейка: 0,2 мкм

## Возможность цветной визуализации

Цветное изображение в сверхвысоком разрешении можно получить с использованием как пар активатор-репортер для визуализации с последовательной активацией, так и меток без активатора для непрерывной визуализации с активацией.

Такая гибкость позволяет пользователям легко получать необходимые сведения о локализации и свойствах взаимодействия нескольких белков на молекулярном уровне.

Трехцветное изображение STORM клетки CV-1, окрашенной антителами против альфа-тубулина (Alexa Fluor® 647; пурпурный), кавеолина (Alexa Fluor® 555; красный) и Alexa Fluor® 488-фаллоидин (зеленый) для F-актина.

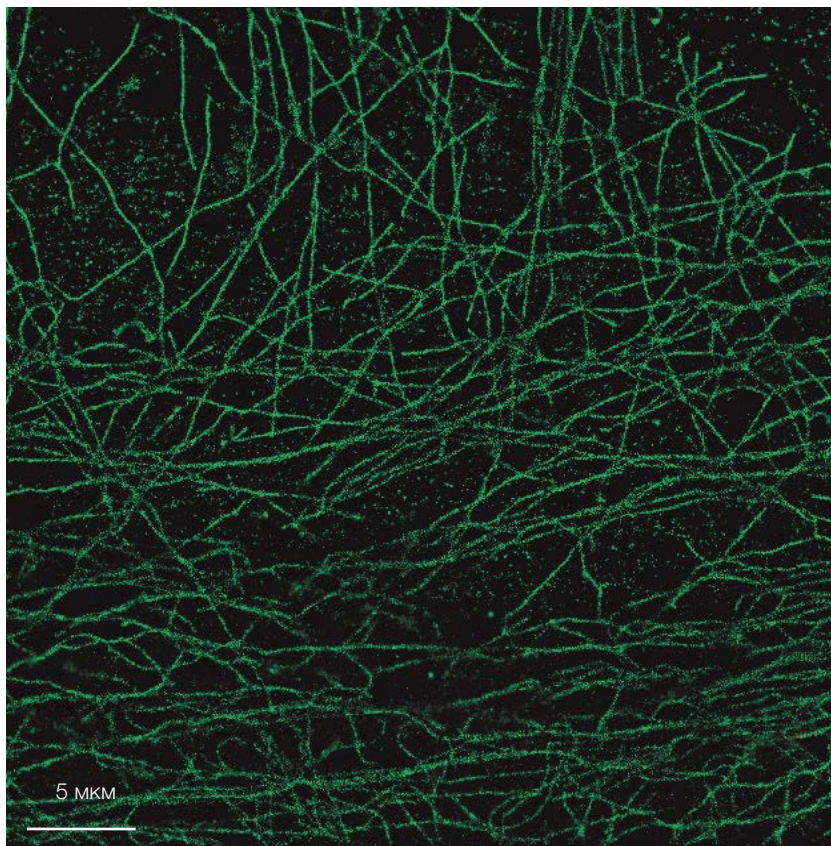




## Изображения высокой четкости и насыщенности

Новейшая оптика возбуждения и улучшенная скорость получения изображений обеспечивают повышенную насыщенность локализации молекул, благодаря чему возможно получить более четкие изображения макромолекулярных структур.

Тубулин клетки BSC-1, маркированный красителем Alexa Fluor® 647, время получения изображения: 20 секунд

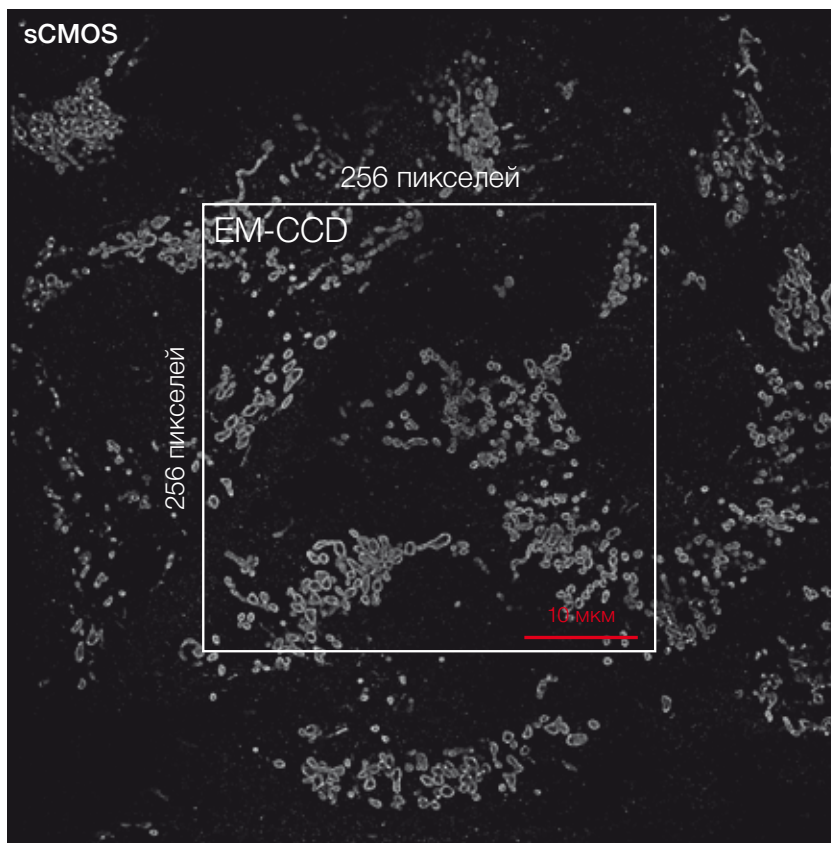


## Большая область захвата изображений

Были разработаны и оптимизированы для широкого поля зрения новые объективы со средним увеличением в системе визуализации. Режим широкого поля зрения обеспечивает поле зрения 80 x 80 мкм, что в 4 раза превышает поле зрения, доступное в предыдущих моделях.

Поле зрения в 4 раза больше, 80 мкм x 80 мкм (режим широкого поля зрения). Обычное поле зрения 40 мкм x 40 мкм также показано для сравнения. Образец: Митохондрия TOM20, конъюгированная с Alexa Fluor® 647

512 пикселей

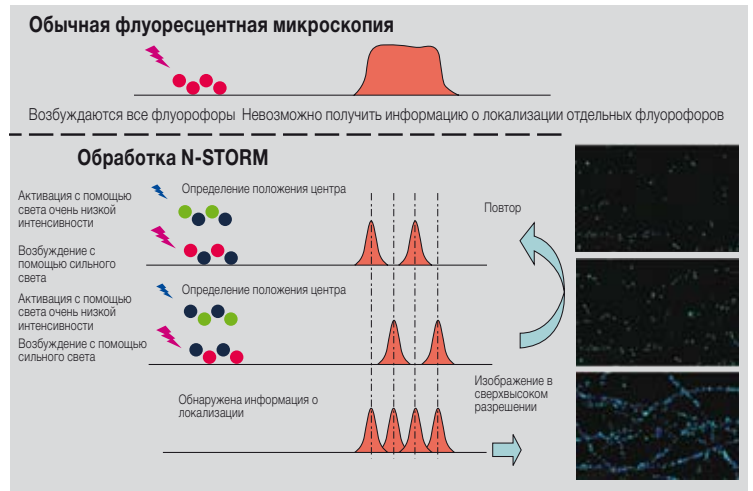


## Принцип микроскопии стохастической оптической реконструкции

**Микроскопия стохастической оптической реконструкции (STORM) восстанавливает изображение в сверхвысоком разрешении, комбинируя высокоточную информацию о локализации отдельных флуорофоров в трех измерениях и нескольких цветах.**

N-STORM использует стохастическую активацию относительно небольшого количества флуорофоров с использованием света очень низкой интенсивности. Эта случайная стохастическая "активация" флуорофоров позволяет временно выделить отдельные молекулы, что позволяет с высокой точностью осуществлять аппроксимацию Гаусса для изображения каждого флуорофора в плоскости XY. С использованием специальной оптики 3D-STORM, N-STORM может также локализовать отдельные молекулы по оси Z с высокой точностью. Комбинация молекулярных координат в трех измерениях позволяет получать 3D изображения наноскопического мира в сверхвысоком разрешении.

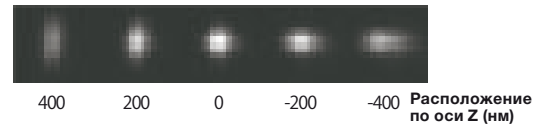
**Восстановление изображений N-STORM с использованием информации о локализации отдельных флуорофоров**



### Высокоточное определение положения по оси Z

С использованием цилиндрической линзы, которая асимметрично концентрирует световые лучи в направлении X или Y, положения молекул по оси Z можно определять с точностью около 50 нм. Положение по оси Z вычисляется путем определения ориентации растяжения, вызванного искажением изображения, в направлении X или Y и размера изображений вне точки фокусировки. Флуоресцентные 3D изображения могут быть реконструированы путем объединения определенной информации о местоположении по оси Z с информацией о местоположении по осям X и Y.

Изображение одного пятна



### Разнообразие фотопереключаемых зондов и подходов к маркировке для высокой точности локализации

Доступны различные типы пар активатор-репортер и метки без активатора. Подход с использованием пары красителей активатор-репортер обеспечивает постоянную точность локализации между каналами за счет использования одного и того же репортера для разных каналов. Каждая пара красителей состоит из активатора и репортера, причем активатор регулирует состояние активации репортера. Метки без активатора состоят только из визуализирующего красителя, что позволяет использовать простые методы маркировки и подготовки образца, такие как обычная непрямая иммунофлуоресценция с использованием обычных антител, конъюгированных с красителем.

**Пара активатор-репортер**

Краситель-активатор	Краситель-репортер
Alexa Fluor® 405	Alexa Fluor® 647
Cy2	Alexa Fluor® 647
Cy3	Alexa Fluor® 647

Пара активатор-репортер состоит из красителя с меньшей длиной волны для активации и красителя с большей длиной волны для обнаружения. Используя несколько пар красителей, можно получить трехцветные изображения со сверхвысоким разрешением.

**Последовательная активация с парой активатор-репортер**

ШАГ 1 Большинство пар красителей активатор-репортер переходят в неэмиссионное состояние при воздействии света высокой интенсивности и со специальными буферными добавками для визуализации.

ШАГ 2 Поглощение света активатором приводит к передаче энергии красителю-репортеру, ускоряя его переход из неэмиссионного состояния в основное. Использование спектрально отличных красителей-активаторов позволяет использовать один и тот же краситель-репортер для нескольких каналов визуализации.

ШАГ 3 Высокоинтенсивное освещение приводит к флуоресцентному излучению от активированного красителя-репортера.

Целевая молекула, Вторичное антитело, Первичное антитело.

**Метка без активатора**

Краситель для визуализации
Alexa Fluor® 647, CF™ 647, Cy5, ATTO 647N
CF™ 668, Cy3B, Alexa Fluor® 568, Alexa Fluor® 555
CF™ 488, ATTO 488, Alexa Fluor® 488

Для маркировки без активатора требуется только краситель-репортер. Создание трехцветных изображений со сверхвысоким разрешением возможно с использованием красителей с хорошо разделенными спектрами излучения.

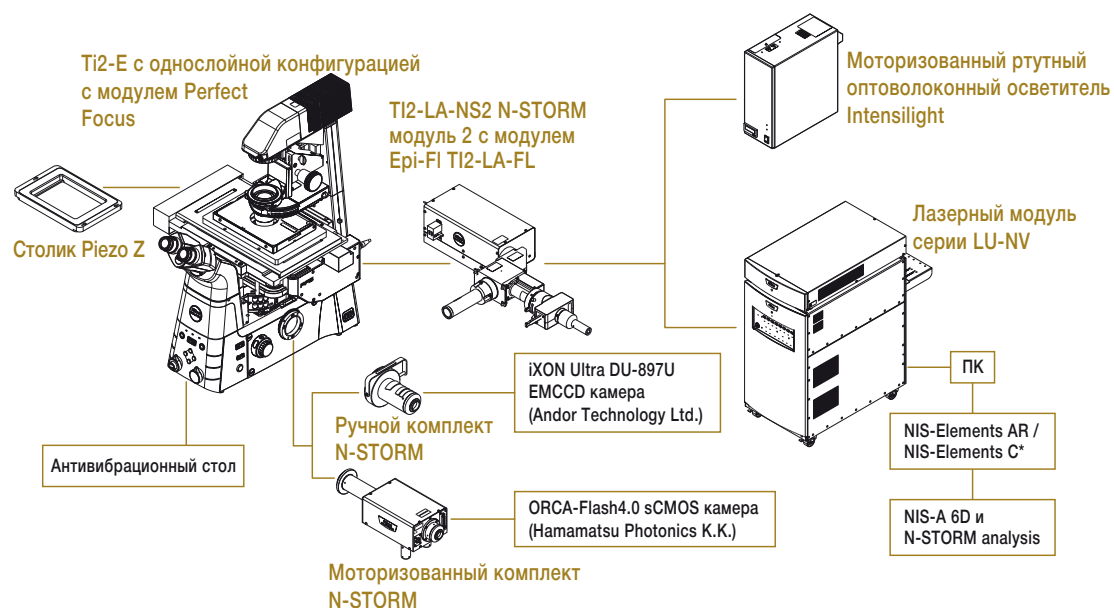
**Непрерывная активация с меткой без активатора**

ШАГ 1 Красители-репортеры без активаторов переходят в неэмиссионное состояние при воздействии света высокой интенсивности и со специальными буферными добавками для визуализации.

ШАГ 2 Репортер будет стохастически релаксировать до основного состояния, а затем переходить в флуоресцентное состояние за счет продолжительного воздействия света высокой интенсивности.

Целевая молекула, Вторичное антитело, Первичное антитело.

## Системная диаграмма N-STORM



\* Требуется при использовании с конфокальной системой

## Технические характеристики N-STORM

Разрешение XY	Примерно 20 нм
Разрешение по оси Z	Примерно 50 нм
Режим визуализации	2D-STORM (обычный режим, непрерывный режим) 3D-STORM (обычный режим, непрерывный режим), функция 3D-Stack
Макс. поле зрения	80 мкм x 80 мкм
Скорость получения изображения	До 500 Гц
Цветная визуализация	До 3 цветов
Совместимый лазер	Лазерный модуль серии LU-NV Стандарт: 405 нм, 488 нм, 561 нм, 647 нм Опции: 445 нм, 458 нм Комбинация лазеров: 405 нм / 445 нм / 488 нм / 561 нм / 647 нм, 405 нм / 458 нм / 488 нм / 561 нм / 647 нм
Совместимый микроскоп	Моторизованный инвертированный микроскоп ECLIPSE Ti2-E Система Perfect Focus Моторизованный по осям ху столик с датчиками положения Столик Piezo Z
Объектив	CFI SR HP Plan Apochromat Lambda S 100XC Sil (NA1.35) CFI SR HP Apochromat TIRF 100XC Oil (NA 1.49) CFI SR HP Apochromat TIRF 100XAC Oil (NA 1.49) CFI HP Plan Apochromat VC 100X Oil (NA 1.40)
Камера	Камера ORCA-Flash4.0 sCMOS (Hamamatsu Photonics K.K.) Камера iXON Ultra DU-897U EMCCD (Andor Technology Ltd.)
Программное обеспечение	NIS-Elements Ar/NIS-Elements C (для конфокального микроскопа A1 + / A1R +) В обоих случаях требуются дополнительные программные модули NIS-A 6D и N-STORM Analysis
Условия эксплуатации	От 20 °C до 25 °C (± 0,5 °C)

# Ультраустойчивые платформы для визуализации в сверхвысоком разрешении

Незначительные изменения температуры или вибрации в среде формирования изображения могут значительно повлиять на стабильность фокуса, что, в свою очередь, может отрицательно сказаться на изображении со сверхвысоким разрешением. Моторизованный инвертированный исследовательский микроскоп ECLIPSE Ti2-E был разработан со значительно улучшенной стабильностью фокуса и автоматической системой коррекции фокуса в реальном времени, чтобы устранить дрейф фокуса, обеспечивая точную визуализацию наноскопических деталей клеток.

Nikon  
ECLIPSE  
Ti2

DIC PFS ZE

20  
LIMIT

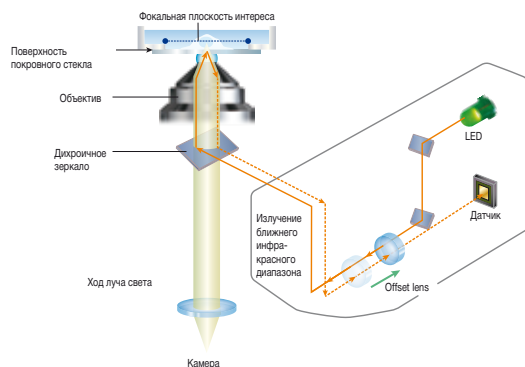
ESC

# N-SIMS / N-STORM



## Коррекция фокуса в реальном времени с PFS

Система Perfect Focus System (PFS) поддерживает фокусировку, автоматически отслеживая и поддерживая желаемое положение по оси Z. PFS корректирует смещение фокуса, вызванное незначительными изменениями температуры и вибрациями, в режиме реального времени. Детекторная часть PFS отделена от револьвера, чтобы минимизировать механическую нагрузку и теплопередачу, еще больше снижая вероятность дрейфа по оси Z.



## Механизм фокусировки по оси Z с высокой стабильностью

Прочный штатив T12-E обеспечивает стабильную платформу для микроскопов сверхвысокого разрешения. T12-E сводит к минимуму вибрации за счет уменьшения габаритов механизма фокусировки по оси Z и размещения его рядом с револьвером, обеспечивая превосходную точность и стабильность фокусировки по оси Z, необходимые для получения изображений со сверхвысоким разрешением.




## Автоматическое коррекционное кольцо

Визуализация со сверхвысоким разрешением очень чувствительна к сферическим aberrациям.

Автоматическое коррекционное кольцо позволяет легко и точно осуществлять настройку для компенсации сферических aberrаций, обеспечивая неизменно высокое качество изображений со сверхвысоким разрешением.





Оптика с наивысшей  
производительностью для получения  
изображений со сверхвысоким  
разрешением

Компания Nikon разработала специальные объективы для получения ярких и точных изображений со сверхвысоким разрешением в наномасштабе. Объективы SR настроены и проверены с использованием технологий измерения aberrации волнового фронта, чтобы обеспечить минимально возможную асимметричную aberrацию и превосходные оптические характеристики, необходимые для получения изображений со сверхвысоким разрешением.

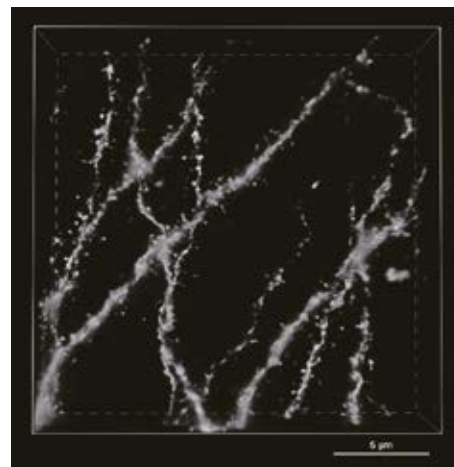
# N-SIMS / N-STORM

## Объективы с силиконовой иммерсией

Для объективов с силиконовой иммерсией используется силиконовое масло с высокой вязкостью и показателем преломления, близким к показателю преломления живых клеток. Из-за улучшенной совместимости показателей преломления эти объективы могут обеспечить лучшие показатели сбора фотонов и разрешение при осуществлении визуализации сверхвысокого разрешения глубоко внутри образца. Они демонстрируют превосходную коррекцию хроматической аберрации и высокий коэффициент пропускания в широком диапазоне длин волн.



CFI SR HP Plan Apochromat  
Lambda S 100XC Sil



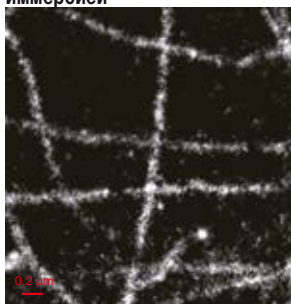
Изображение N-SIM

Образец: Срез мозга мыши, маркированный нейронами, экспрессирующими tdTomato



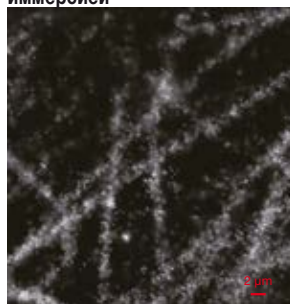
Отсканируйте QR-код  
для просмотра видео

## Объективы с силиконовой иммерсией



Изображения N-STORM (глубина около 6,5 мкм)

## Объективы с масляной иммерсией



Слева: CFI SR HP Plan Apochromat Lambda S 100XC Sil, Справа: CFI SR HP Apochromat TIRF 100XC Oil

## Объективы с масляной иммерсией

Эти объективы обеспечивают высокие числовые апертуры, необходимые для визуализации N-STORM. Объективы HP совместимы с лазерами сверхвысокой мощности, необходимыми для быстрого фотопереключения флуорофоров. Они обеспечивают улучшенную коррекцию осевой хроматической аберрации для достижения наивысшего уровня точности локализации и выравнивания изображения для получения цветных 3D STORM изображений.



CFI SR HP Apochromat  
TIRF 100XC Oil



CFI HP Plan Apochromat  
VC 100XC Oil



CFI SR HP Apochromat  
TIRF 100XC Oil

## Объективы с водной иммерсией

Эти объективы корректируют хроматическую аберрацию в широком диапазоне длин волн вплоть до ближнего ИК-диапазона, обеспечивая получение изображений живых клеток в сверхвысоком разрешении при визуализации глубоко внутри образца. Объективы типа AC, которые поддерживают автоматическое коррекционное кольцо микроскопа T12-E, позволяют точно и легко регулировать коррекционное кольцо.



CFI SR Plan Apochromat  
IR 60XC WI



CFI SR Plan Apochromat  
IR 60XC WI

## Сухие объективы

N-SIM S совместим с сухими объективами, что позволяет получать изображения со сверхвысоким разрешением и конфокальные изображения без смены объективов. Сухие объективы с широким полем зрения и малым увеличением обеспечивают наблюдение с высоким разрешением даже на периферии образца.

\* Сухие объективы поддерживают только 2D-SIM и 3D-SIM (тип реконструкции: срез)



CFI Plan Apochromat  
Lambda 60XC



CFI Plan Apochromat  
Lambda 40XC

Модель	Иммерсия	NA	W.D. (мм)	Коррекционное кольцо
CFI SR HP Plan Apochromat Lambda S 100XC Sil	Силиконовое масло	1.35	0.31-0.29 (0.30)*: 23°C, 0.30-0.28 (0.29)*: 37°C	Ручное
CFI SR HP Apochromat TIRF 100XC Oil	Масло	1.49	0.16-0.10 (0.12)*: 23°C, 0.15-0.09 (0.12)*: 37°C	Ручное
CFI SR HP Apochromat TIRF 100XC Oil	Масло	1.49	0.16-0.10 (0.12)*: 23°C, 0.15-0.09 (0.12)*: 37°C	Авто
CFI HP Plan Apochromat VC 100XC Oil	Масло	1.40	0.13	
CFI SR Plan Apochromat IR 60XC WI	Вода	1.27	0.18-0.16 (0.17)*	Ручное
CFI SR Plan Apochromat IR 60XC WI	Вода	1.27	0.18-0.16 (0.17)*	Авто
CFI Plan Apochromat Lambda 60XC	Сухой	0.95	0.21-0.11 (0.15)*	Ручное
CFI Plan Apochromat Lambda 40XC	Сухой	0.95	0.25-0.16 (0.21)*	Ручное

\* При толщине покровного стекла 0,17 мм

## Единая программная платформа для сбора и анализа данных

NIS-Elements, унифицированная программная платформа Nikon, обеспечивает интуитивно понятный рабочий процесс для получения изображений со сверхвысоким разрешением. В сочетании с инструментами графического программирования, такими как JOBS и различными методами освещения, а также мощными инструментами анализа и визуализации, NIS-Elements создает всеобъемлющую операционную среду, которая может быть полностью настроена в соответствии с различными требованиями.



# N-SIMS / N-STORM

## Получение изображений

### N-SIM S

#### Настройка получения изображения

N-SIM S может легко переключаться между режимами 2D-SIM, 3D-SIM и TIRF-SIM. Опция гибкой последовательности визуализации JOBS обеспечивает получение бесшовных изображений при переключении между режимами N-SIM S, N-STORM и конфокальными микроскопами.



### N-STORM

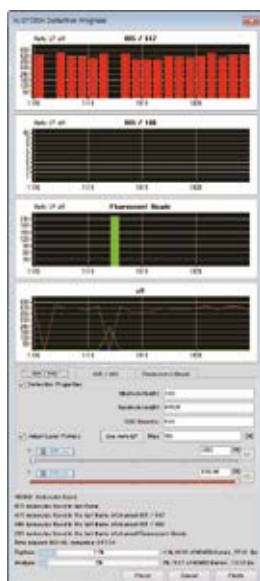
#### Настройка получения изображения

N-STORM позволяет легко переключаться между режимами получения изображений 2D-STORM и 3D-STORM.



#### Отображение локализаций в кадре в реальном времени

Во время получения изображений N-STORM количество локализованных флуоресцентных молекул отображается в режиме реального времени с использованием изображений и графиков. Нажатие на кнопку Auto LP (Auto Laser Power) автоматически настраивает мощность лазера в зависимости от количества локализованных флуоресцентных пятен.

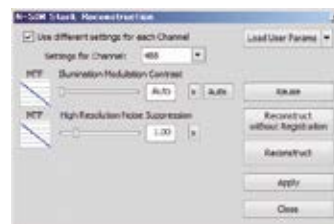


## Отображение и обработка

### N-SIM S

#### Реконструкция изображения

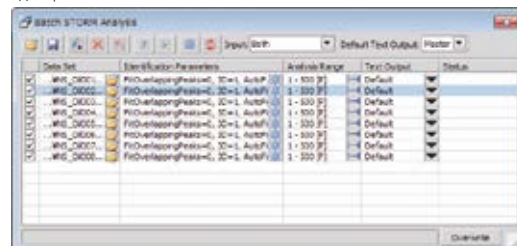
Автоматические настройки позволяют программному обеспечению автоматически выбирать наиболее подходящие параметры для реконструкции полученных изображений N-SIM S. Пользователи могут дополнительно оптимизировать реконструкцию, вручную настраивая эти параметры. Отображение реконструкции позволяет пользователям предварительно просматривать результаты выбранных параметров реконструкции в текущем / выбранном кадре, обеспечивая эффективное определение параметров реконструкции.



### N-STORM

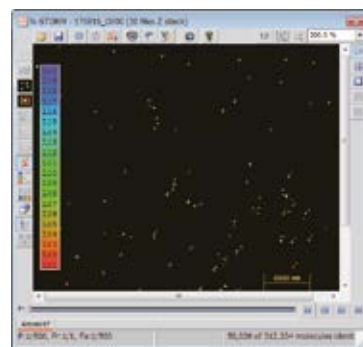
#### Пакетный анализ изображений

Несколько изображений N-STORM могут быть проанализированы одновременно.



#### 3D Отображение

Главной особенностью N-STORM является получение и анализ 3D изображений со сверхвысоким разрешением. Полученные изображения могут быть отображены под любым углом после анализа.

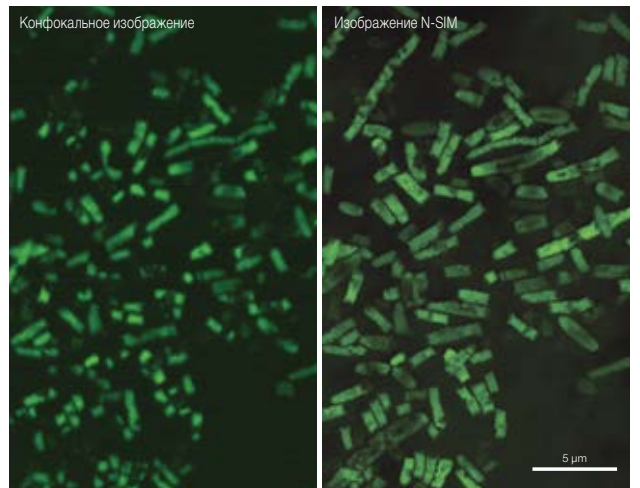


# Исследуйте нано-мир с N-SIM S / N-STORM

## Плавное переключение между способами визуализации для мультимасштабных экспериментов

Сочетание N-SIM S и N-STORM с одним инвертированным микроскопом Ti2-E расширяет функциональность каждой отдельной технологии. N-SIM S позволяет получать более насыщенные объемные изображения, тем самым обеспечивая более полный молекулярный ландшафт для интерпретации данных, полученных N-STORM, на уровне отдельных молекул. N-SIM S и/или N-STORM можно дополнительно комбинировать с конфокальным микроскопом, таким как A1+. Необходимую зону образца можно указать на конфокальном изображении с малым увеличением/большим полем зрения, а затем получить это изображение в сверхвысоком разрешении простым переключением метода визуализации. Объединение конфокального микроскопа с системой сверхвысокого разрешения может обеспечить способ проведения более исчерпывающего анализа информации в сверхвысоком разрешении.

E.coli (XL1-Синий), экспрессирующая SGFP2  
Изображения предоставлены:  
д-р Такахиса Сузуки (Takahisa Suzuki) и д-р Икюо Вада (Ikuro Wada), Медицинский университет Фукусимы, Медицинский факультет



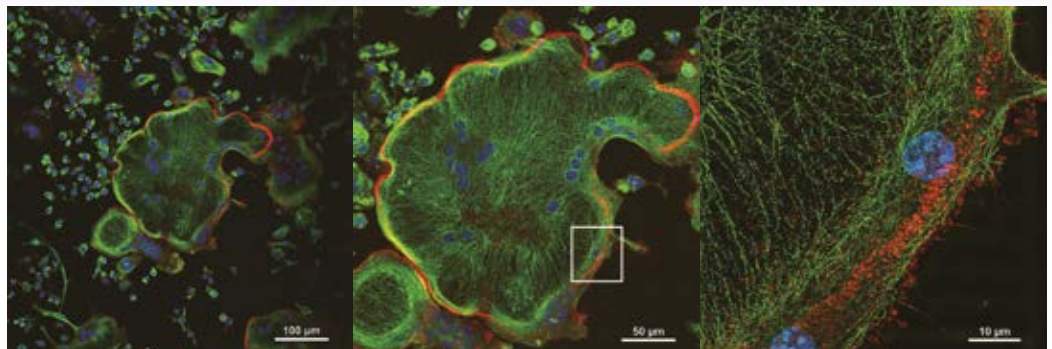
“Одновременное оснащение конфокального микроскопа A1+ и микроскопа сверхвысокого разрешения N-SIM одной системой визуализации позволяет выполнять многорежимный анализ. Такая многорежимная комбинация имеет преимущества в исследованиях, которые требуют получения масштабных и детальных изображений в последовательной форме. Чтобы проанализировать гигантские клетки, которые требуют получения остеокласты диаметром несколько сотен микрон, пользователь может получить изображение с широким полем зрения, используя A1+, выбрать область, которая будет наблюдаться на этом большом изображении, а затем переключиться на N-SIM для наблюдения в сверхвысоком разрешении. Электронная микроскопия обычно использовалась для наблюдения подозом, которые собирались с образованием кольцеобразных структур, называемых актиновыми кольцами, которые функционально связаны с клеточной адгезией и передвижением остеокластов. N-SIM обладает оптической разрешающей силой, которая позволяет наблюдать отдельные подозомы и количественно оценивать функции остеокластов путем анализа временной и пространственной динамики подозом”.

### Д-р Тадахиро Иимура (Tadahi Iimura)

Отдел био-визуализации, Протео-научный центр (PROS),  
Отдел аналитической биомедицины, Центр поддержки передовых исследований (ADRES), Университет Эхимэ

“Мы обнаружили, что CCR5, целевая молекула для лечения ВИЧ-инфекций, существует в остеокластах и что функциональная потеря CCR5 ухудшает активность остеокластов по резорбции кости, что приводит к снижению частоты остеопороза.” Эти данные свидетельствуют о том, что лечение антагонистами CCR5 может предотвратить заболевания, разрушающие кости, такие как остеопороз, а также передачу ВИЧ”.

\*Nature Communications DOI: 10.1038/s41467-017-02368-5



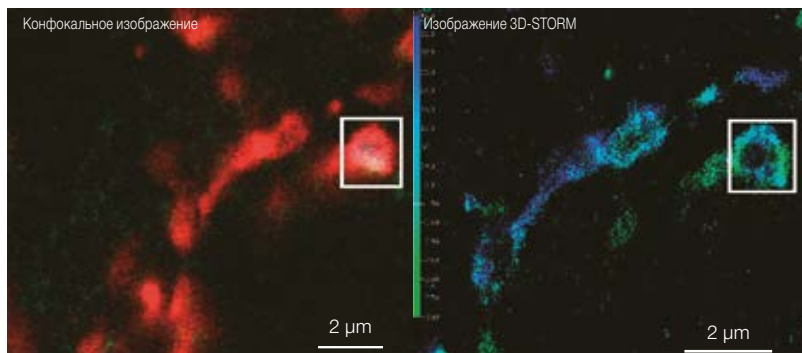
Подозома (актин), маркированная красителем Alexa Fluor® 568 (красный), тубулин, маркированных красителем Alexa Fluor® 488 (зеленый), и ядро, маркированное красителем DAPI (синий)  
Слева: конфокальное изображение с широким полем зрения, полученное с помощью A1+, Посередине: Проекция срезов конфокальных изображений по оси Z, Справа: Изображение в сверхвысоком разрешении, полученное с помощью N-SIM

Изображения предоставлены: д-р Джи-Вон Ли (Ji-Won Lee) и д-р Тадахиро Иимура (Tadahi Iimura), Отдел биовизуализации, Протео-научный центр (PROS), Университет Эхимэ

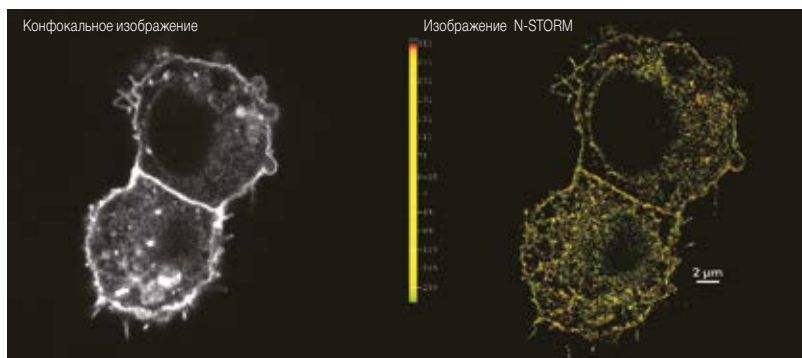
# N-SIMS / N-STORM

Часть мозга мыши (область CA1 гиппокампа) с иммунным окрашиванием против каннабиноидных рецепторов CB1 с использованием Alexa Fluor® 647. При визуализации STORM мембраны полых терминалей аксона можно наблюдать с большей резкостью.

Изображения предоставлены: канд. наук Барна Дудок (Barna Dudok), канд. наук Ласло Барна (Laszlo Barna) и канд. наук Иштван Катона (Istvan Katona), лаборатория молекулярной нейробиологии, Институт экспериментальной медицины Академии Наук Венгрии.



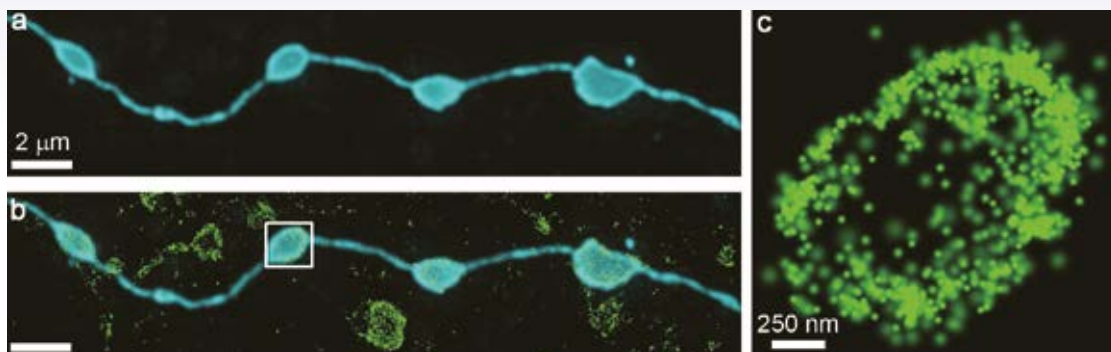
Клетки HEK, экспрессирующие конструкцию слияния eGFP-CB1, визуализированы с использованием конфокального и 3D-STORM модулей на одной и той же платформе визуализации. CB1 с окрашиванием вторичными антителами, маркированы парой красителей Cy3-Alexa Fluor® 647 для визуализации STORM. Флуоресценция GFP была визуализирована с использованием конфокального модуля. Мембранные структуры видны с более высоким разрешением на изображении STORM, чем на конфокальном изображении. Кроме того, внутриклеточные мембранные структуры, которые не видны на конфокальном изображении из-за ограничений динамического диапазона и разрешения, видны на изображении STORM. Изображения предоставлены: канд. наук Барна Дудок (Barna Dudok), канд. наук Ласло Барна (Laszlo Barna) и канд. наук Иштван Катона (Istvan Katona), лаборатория молекулярной нейробиологии, Институт экспериментальной медицины Академии Наук Венгрии.



“Визуализация STORM является наиболее важным инструментом для наших исследований, поскольку это единственный метод, который позволяет нам измерять точное положение и распределение важных сигнальных молекул в химическом синапсе на нануровне. Но одни только эти данные подобны взгляду на звезды в темном небе. Нам нужна конфокальная микроскопия, чтобы показать, в каком контексте происходят эти молекулярные изменения. После физиологических экспериментов мы используем конфокальные изображения для морфологической характеристики типа клеток и синапса. Затем мы переключаемся в режим STORM для сбора информации о сигнальных молекулах, ответственных за физиологические сигналы. Таким образом, мы можем сопоставить молекулярные, анатомические и физиологические данные из одного и того же синапса. И это потрясающе!”

**Д-р Иштван Катона (Istvan Katona)**

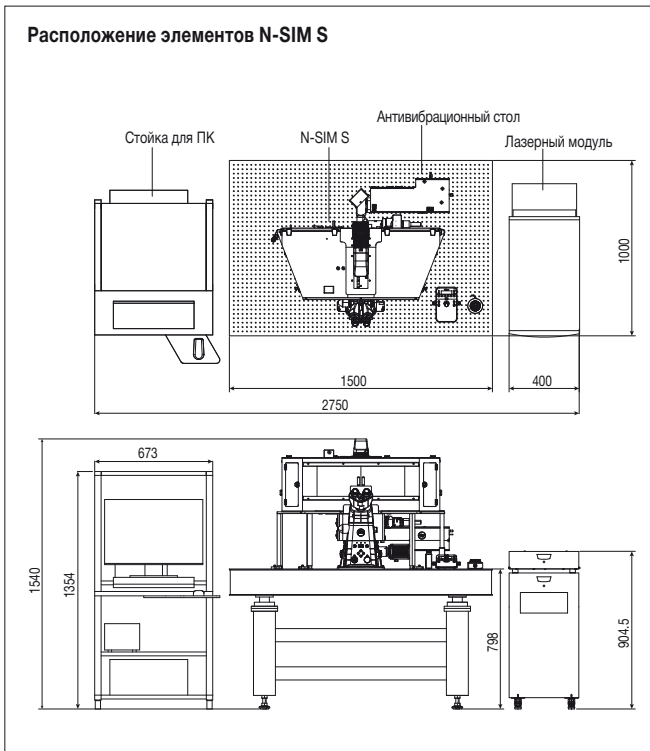
Лаборатория молекулярной нейробиологии, Институт экспериментальной медицины, Академия наук Венгрии



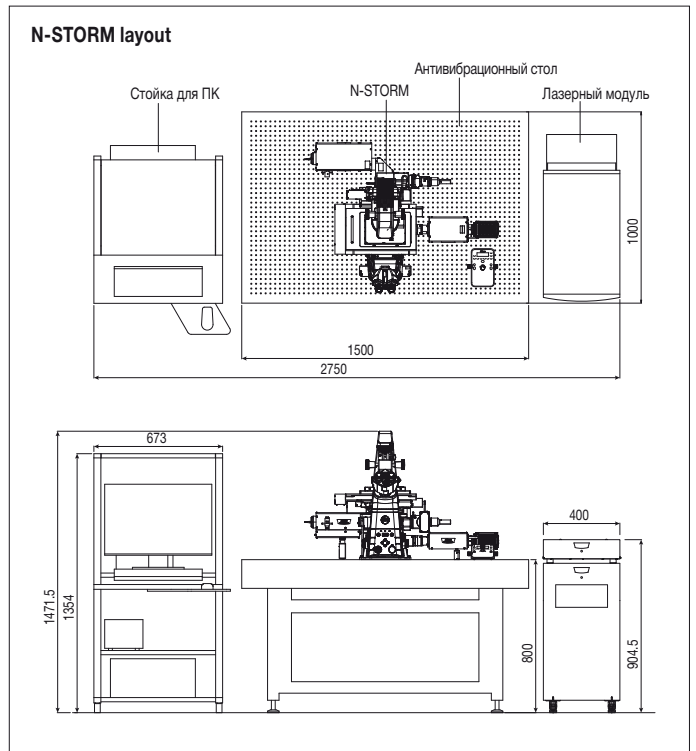
Сопоставленные изображения, полученные с помощью конфокальной и STORM микроскопии, демонстрирующие локализацию каннабиноидного рецептора (зеленый) на терминалях аксона гиппокампального ГАМК-эргического промежуточного нейрона (голубой). Изображения были сделаны на комбинированной конфокальной C2/N-STORM системе визуализации.

Изображения предоставлены: д-р Барна Дудок (Barna Dudok), Лаборатория молекулярной нейробиологии, Институт экспериментальной медицины Академии наук Венгрии.

### Расположение элементов N-SIM S



### N-STORM layout



Единица измерения: мм

Технические характеристики и оборудование могут быть изменены без предварительного уведомления или каких-либо обязательств со стороны производителя. Июнь 2018 © 2010-18 NIKON CORPORATION

	<b>ВНИМАНИЕ</b>	ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОРРЕКТНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВНИМАТЕЛЬНО ПРОЧИТАЙТЕ СООТВЕТСТВУЮЩИЕ РУКОВОДСТВА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ПЕРЕД ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБОРУДОВАНИЯ.
--	-----------------	--

Изображения на мониторе смоделированы.  
 Alexa Fluor® и Cy являются зарегистрированными товарными знаками Thermo Fisher Scientific, Inc. Названия компаний и продуктов, представленные в этой брошюре, являются зарегистрированными товарными знаками. NB. Экспорт продукции, представленной в этой брошюре, контролируется в соответствии с Законом Японии об иностранной валюте и внешней торговле. В случае экспорта из Японии требуется соблюдать соответствующую процедуру экспорта.  
 \*Продукция: Аппаратное обеспечение и его техническая информация (включая программное обеспечение)

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ - ВИДИМОЕ И НЕВИДИМОЕ ЛАЗЕРНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ ИЗБЕГАЙТЕ ОБЛУЧЕНИЯ**  
 ЛАЗЕРНОЕ УСТРОЙСТВО КЛАССА 3B  
 Общая мощность 500 мВт МАКС.  
 НЕПРЕРЫВНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ 370 ~ 780 нм  
 IEC 60825-1:2007, 2014

Соответствует стандартам провозможности FDA для лазерных изделий, кроме отмеченных согласно применению для лазерных устройств No. 50 от 24 июня 2007 г.

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ - ВИДИМОЕ И НЕВИДИМОЕ ЛАЗЕРНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ ИЗБЕГАЙТЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ГЛАЗА И КОЖУ ПРЯМОГО ИЛИ РАССЕЯННОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ЛАЗЕРНОЕ ИЗДЕЛИЕ КЛАССА 4**  
 Общая мощность 1500 мВт МАКС.  
 НЕПРЕРЫВНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ 370 ~ 780 нм  
 IEC 60825-1:2007, 2014

Соответствует стандартам провозможности FDA для лазерных изделий, кроме отмеченных согласно применению для лазерных устройств No. 50 от 24 июня 2007 г.



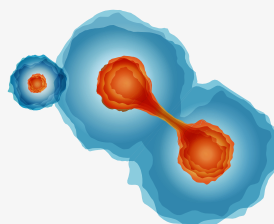
КОМПЛЕКСНОЕ ОСНАЩЕНИЕ  
 ЛАБОРАТОРИЙ

**ООО «КОМПАНИЯ ХЕЛИКОН»**  
 121374, г. Москва Кутузовский проспект, д. 88  
 Тел.: +7 (499) 705-50-50  
 mail@helicon.ru



звонок бесплатный  
 Номер подключен на сетях операторов  
 МТС, Билайн, Мегафон и Теле2

**8 800 770 71 21**  
 бесплатный звонок по России  
[www.helicon.ru](http://www.helicon.ru)



### ФИЛИАЛЫ:

**ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВО В СИБИРСКОМ РЕГИОНЕ:**  
 630090 г. Новосибирск,  
 ул. Инженерная, д. 28  
 Тел.: +7 (383) 207-84-85  
 novosibirsk@helicon.ru

**ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВО В СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ РЕГИОНЕ:**  
 195220 г. Санкт-Петербург,  
 ул. Гжатская, д. 22, корп. 1  
 Тел.: +7 (812) 244-85-52  
 spb@helicon.ru

**ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВО В ПРИВОЛЖСКОМ РЕГИОНЕ:**  
 420021 г. Казань,  
 ул. Татарстан, д. 14/59, оф. 201  
 Тел.: +7 (843) 202-33-37  
 volga@helicon.ru

**ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВО В ЮЖНОМ РЕГИОНЕ:**  
 344116 г. Ростов-на-Дону,  
 ул. 2-ая Володарская, д. 76/23а  
 Тел.: +7 (863) 209-88-89  
 rostov@helicon.ru