

## Исследование срезов биоматериалов с помощью сканирующего электронного микроскопа TESCAN, оснащенного детектором «на просвет»

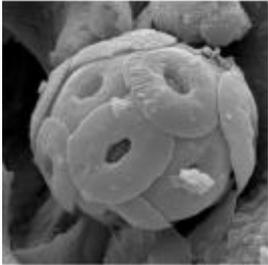
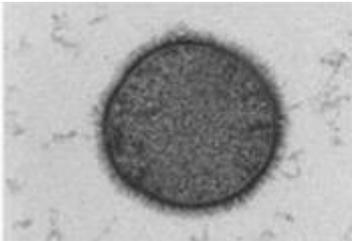
Методы электронной микроскопии имеют множество преимуществ по сравнению с оптической микроскопией, в числе которых превосходная разрешающая способность и универсальность методов. Под универсальностью понимается возможность получать изображения образцов с одновременным определением локального химического состава объектов, с установлением типа и ориентации кристаллической решетки, с получением ряда других свойств компонентов образцов.

Существуют два основных типа электронных микроскопов, различающихся характеристиками и ценой: *сканирующие* и *просвечивающие* микроскопы. В обоих типах микроскопов для получения изображений используется пучок электронов высокой энергии. В сканирующем электронном микроскопе регистрируется вторичное излучение, возникшее при взаимодействии тонко сфокусированного пучка электронов с образцом и рассеянное от поверхности образца, в то время как в просвечивающем электронном микроскопе для формирования изображения тонкопленочный объект просвечивается насквозь пучком электронов.



Сканирующий электронный микроскоп  
TESCAN Mira LMU

**Табл. 1: Сканирующая и просвечивающая электронная микроскопия. Краткая сравнительная таблица**

	<i>Сканирующий электр. микроскоп</i>	<i>Просвечивающий электр. микроскоп</i>
Разрешающая способность	<b>1 нм</b> (для микроскопа с катодом с полевой эмиссией)	<b>&lt; 1 нм</b>
Требования к пробоподготовке (для реализации разрешающей способности)	<b>требования минимальны.</b> Исследуются все твердые либо жидкие замороженные образцы линейными размерами вплоть до 30 см	<b>обязательно приготовление тонкого среза</b> толщиной 50-100 нм. Диаметр срезов обычно ~ 3 мм
Типичное изображение	изображение рельефной поверхности увеличением от 3х до 1 000 000х: 	«плоское» изображение поперечного среза 
Стоимость	бюджетный вариант	в 2–3 раза дороже, чем сканирующий микроскоп

Компания TESCAN разработала специальный **съёмный детектор «на просвет»**. Если оператор сканирующего электронного микроскопа TESCAN желает изучать тонкие срезы вместо рельефных объектов, то оператор монтирует на столик образ-

цов детектор «на просвет» вместе с тонким срезом. Таким образом, на одном оборудовании удастся реализовать преимущества как сканирующего, так и просвечивающего микроскопов.

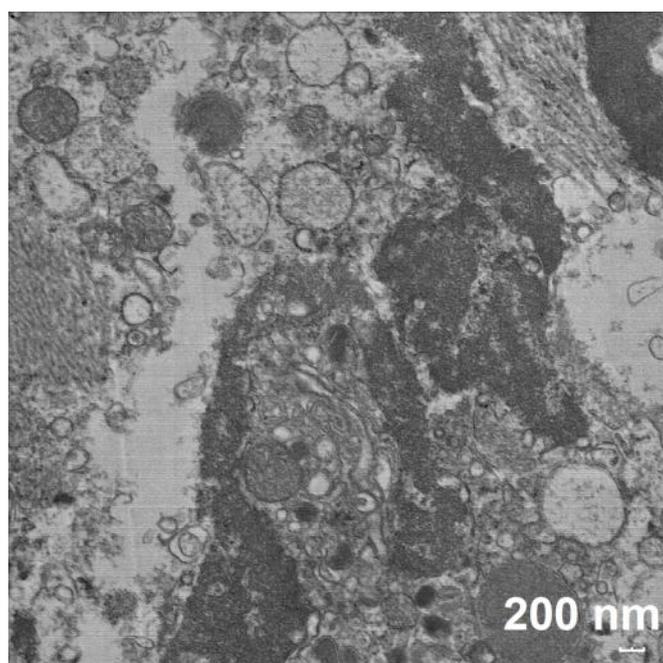
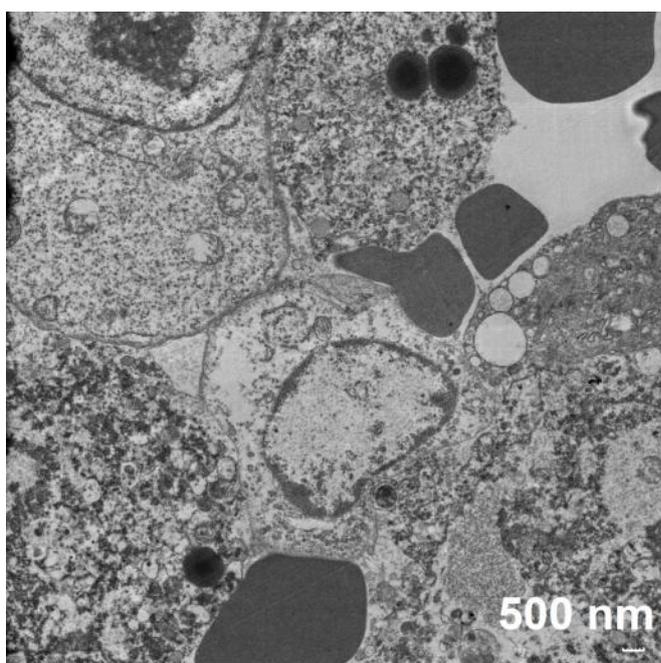
**Табл.2: Сравнение комплекса «сканирующий электронный микроскоп + детектор на просвет» с просвечивающим микроскопом**

	<i>Сканирующий электр. микроскоп + детектор «на просвет»</i>	<i>Просвечивающий электр. микроскоп</i>
Максимальная энергия электронов пучка	<b>30 кэВ</b>	<b>120 кэВ, 200 кэВ, 300 кэВ и более</b> (в зависимости от модели)
Пробивная способность электронов пучка	ниже (определяется максимальной энергией электронов пучка)	выше
Типы изучаемых образцов	тонкие пленки из легких материалов (биологические объекты, углеродные реплики)	более толстые пленки и фольги из более плотных материалов
Стоимость	бюджетный вариант	в 2–3 раза дороже

Как видно из сравнительной табл. 2, комплекс «сканирующий микроскоп + детектор на просвет» позволяет исследовать биологические объекты. Более того, в силу особенностей конструкции, при работе за сканирующим микроскопом удастся реализовать режимы, обычно неиспользуемые либо вовсе недоступные на просвечивающих микроскопах. Например, сканирующий микроскоп позволяет работать при малых энергиях электронов пучка (~10 кэВ), что невозможно в большинстве моделей просвечивающих микроскопов. В свою очередь, малая энергия электронов пучка дает возможность получать контрастные изображения тех срезов биоматериалов, которые *не обрабатывались методами химического контрастирования*. Снижение требований к пробоподготовке срезов биоматериалов объясняется тем, что тонкие элементы структуры образцов, прозрачные для высокоэнергетических электронов, становятся непрозрачными для низкоэнергетических электронов, что усиливает контраст изображений и делает необязательным дополнительное химическое контрастирование.



Съемный детектор «на просвет» монтируется на столик образцов сканирующего электронного микроскопа TESCAN



Срез биоматериала (фиксация с помощью  $O_2O_4$ ). В процессе пробоподготовки **не использовалось контрастирование** ни в уранилацетате, ни в цитрате свинца. Изображения получены на сканирующем электронном микроскопе TESCAN Mira LMU, оснащённом детектором «на просвет». Малая энергия пучка электронов (12 кэВ) позволяет получать контрастные изображения срезов без использования химического контрастирования