

МИКРОСКОПЫ ЕВРОПЕЙСКОГО КАЧЕСТВА



micros

www.micros-russia.ru



Компания Micros является членом Британского Королевского общества, имеет сертификат TUV CERT Austria. Каждый микроскоп произведён в соответствии CE-нормам и проходит контроль качества.

127015, г. Москва, ул. Новодмитровская, 5А, стр. 1
Тел./факс: (495) 287-89-80
E-mail: micros@micros-russia.com

620146, г. Екатеринбург, ул. Ясная, 35
тел.: (343) 231-13-08
факс: (343) 231-80-10, 231-80-20
E-mail: micros@omt-ural.ru



М.Ю. Егоров



О.В. Егорова

Выбирая между простым и сложным

М. Ю. Егоров; О. В. Егорова, к.т. н.

ООО КФ «Микроскоп Плюс», г. Санкт-Петербург

Перевод названия

Расширение информационного поля происходит за счёт использования современных методов исследования. Для микроскопических методов такой границей является как собственно микроскоп, в котором реализуются современные технологии, так и применение систем анализа и документирования изображения. Мы уже обращались к теме систем анализа изображения в статье «Видеть прекрасное...» («Медицинский алфавит. Современная лаборатория», № 4/2013, стр. 69–72).

Система анализа изображения и документирования состоит из четырёх основных элементов: микроскопа; камеры (цифровой, аналоговой или фотоаппарата), компьютерной программы управления и анализа изображения и компьютера (системного блока, экрана монитора).

Давайте разберёмся в элементах, влияющих на стоимость камеры.

1. Сенсор

Основой любой цифровой камеры является кремниевый полупроводник, называемый сенсор (рис. 1). Он воспринимает информацию об освещённости с помощью матрицы фоточувствительных элементов, каждый из которых конвертирует свою часть освещённости в напряжение.

Единичный элемент принято называть пикселем (*pixel*, *picture element* или единичный элемент изображения).

По ГОСТ 27459–87 под термином «пиксель» понимают «наименьший элемент поверхности визуализации, которому может быть независимым образом заданы цвет, интенсивность и другие характеристики изображения».

Наиболее часто можно встретить пиксели следующего типоразмера: 1,86 × 1,86 мкм; 3,45 × 3,45 мкм; 6,45 × 6,45 мкм; 8,3 × 8,3 мкм.

Сегодня существуют два типа сенсоров *CCD* и *CMOS*.

CCD (Charged Coupling Device) — прибор с зарядовой связью — был разработан в 1969 году Уиллардом Бойлом (Willard Boyle) и Джорджем Смитом (George Smith) в лаборатории Bell.

Принцип работы *CCD*-сенсора можно представить в виде конвейера с ведрами, если принять падающий на сенсор свет, как дождь, каждая капля которого равна фотону. Количество фотонных «капель» в каждом пикселе-ведре пропорционально падающему на него свету.

CMOS (Complimentary Metal Oxide Semiconductor) — комплементарный металло-оксидный полупроводник.

В 1992–1995 годах доктор Эрик Фоссум (Eric Fossum) (лаборатория реактивного движения NASA) реализовал *Active Pixel Sensors (APS)*, добавив к каждому пикселю транзисторный усилитель для считывания, что даёт возможность преобразовывать заряд в напряжение прямо в пикселе.

В табл. 1 представлены отличительные особенности *CCD*-сенсора и *CMOS*-сенсора.

2. Разрешение камеры

Разрешение камеры определяется как произведение количества пикселей, расположенных по горизонтали матрицы (сенсора) на количество пикселей по вертикали. Наиболее распространённые типоразмеры:

640 × 480=0,3	MPx 2080 × 1 542=3,2 MPx
782 × 582=0,45	MPx 2 580 × 1 944=5 MPx
1280 × 1 024=1,3	MPx 3 072 × 2 304=7 MPx
1360 × 1 024=1,39	MPx 4080 × 3072=12,5 MPx

Чем больше пикселей, при условии, что геометрический размер матрицы не увеличивается, тем более детализированным мы получим изображение (рис. 2). Детализация важна, если вы будете печатать изо-

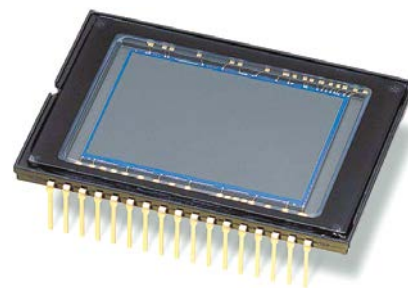


Рисунок 1. Сенсор.

бражения на максимально возможном формате.

3. Глубина оцифровки

Серая шкала — это контрольное изображение равномерного ряда оптических плотностей нейтрально-серых полей. Значения яркости серой шкалы нередко выражают в процентах, при этом 0% представляет белый цвет (отсутствие чёрного пигмента на белом фоне), 100% — чёрный цвет (глубокий чисто-чёрный пигмент).

В компьютерном представлении широко распространённая серая шкала использует на каждый пиксель изображения один байт (8 бит) информации. Такая шкала передаёт 256 оттенков (градаций) серого цвета или яркости (значение «0» представляет чёрный цвет, а значение «255» — белый). Серая шкала отражает интенсивность света в каждом пикселе видимой части спектра (рис. 3).

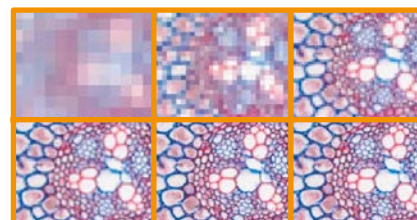


Рисунок 2. Примеры пикселизации изображения.

Таблица 1
Таблица сравнения двух типов сенсора цифровых камер

Параметр	CCD	CMOS
Сигнал на выходе пикселя	Пакет электронов	Напряжение
Сигнал на выходе сенсора	Аналоговое напряжение	Цифровой (биты)
Сигнал на выходе камеры	Цифровой (биты)	Цифровой (биты)
Коэффициент заполнения*	Высокий	Средний
Шум	Низкий	Средний
Сложность системы	Высокая	Низкая
Сложность сенсора	Низкая	Высокая
Динамический диапазон	Высокий	Средний
Единообразие изображения	Высокий	Средний
Скорость передачи	Средняя — высокая	Более высокая
Стоимость	Высокая	Низкая — средняя
Чувствительность	Высокий коэффициент заполнения — большая светочувствительность	Более низкий коэффициент заполнения — меньшая светочувствительность. Использование транзисторов в качестве общего затвора снижает апертуру
Качество изображений	Лучшее единообразие изображения — всё изображение образуется одними и теми же электронными элементами. В процессе преобразований используются всего несколько транзисторов, что обеспечивает низкий уровень шума. На качество изображения влияет качество элементов вспомогательной платы, так как оцифровка и обработка изображения происходят там	Каждый элемент имеет свою электрическую цепь, свои характеристики, которые образуют свой шум на результирующем изображении. Множество транзисторов вносят сильный шум. На качество изображения в основном влияет качество CMOS-сенсора, требования к дополнительным электронным компонентам более простое, так как оцифровка происходит непосредственно на сенсоре
Формирование кадра	Для получения части изображения необходимо считать информацию со всего сенсора	Можно считать информацию только с необходимого числа пикселей

Наиболее распространённое число оттенков серого, видимых на изображении:

- 8 бит — 256 уровней серого;
- 10 бит — 1024 уровней серого;
- 12 бит — 4096 уровней серого;
- 14 бит — 16384 уровней серого.

4. Размер сенсора (матрицы)

На практике встречаются следующие типоразмеры:

- 1/4" — сенсор с диагональю 4,1 мм;
- 1/3" — сенсор с диагональю 5,5 мм;
- 1/2.5" — сенсор с диагональю 7,1 мм (5,7 × 4,3 мм);
- 1/2" — сенсор с диагональю 8,19 мм (6,55 × 4,92 мм);
- 1/1.8" — сенсор с диагональю 8,933 мм (8,10 × 6,64 мм);
- 2/3" — сенсор с диагональю 11 мм (10,2 × 8,3 мм);
- 1" — сенсор с диагональю 16,4 мм.

Чем больше физический размер матрицы, тем больше ее площадь и тем больше света на нее попадает, в результате чего полезный сигнал



Рисунок 3. Шкала градации серого.

матрицы будет сильнее и соотношение сигнал/шум будет лучше. Это позволяет получать более яркую, качественную картинку с естественными цветами.

Итак, мы рассмотрели несколько параметров, которые обычно записываются в технические задания на закупку камер в лаборатории. На этом пока остановимся. По крайней мере, здесь дана информация, которая позволит выбрать камеру, удовлетворяющую требованиям для решения задачи на уровне документирования стандартного изображения и простейших измерений, а при необходимости, и решения сложных задач анализа изображения.

Для того чтобы цифровая камера функционировала, необходимо применение программного продукта (софта), который отвечает за работоспособность камеры (захват изображения, сохранение) и точность соответствия видимого в окуляр изображения и передаваемого на экран монитора (цветопередача, контраст). Обычно в таких программах присутствуют функции измерения. Кроме того, существуют специализированные программы.

В качестве примера рассмотрим цифровую камеру *Micros CAM 2800 Advanced* (усовершенствованная). Камера 3,2 MP (USB 2.0) имеет достаточно быструю смену кадров (12 кадров в секунду) при полном разрешении (2048 × 1536); максимальное время экспозиции 26 секунд. Камера предназначена для использования в светлопольной микроскопии.

Кроме того, камера имеет следующие технические характеристики:

- 10-битная оцифровка и обработка/8-битный RGB;
- сенсорные технологии CMOS;
- USB 2.0; 32 MB встроенной памяти;
- чувствительность 1,0 V/Lux при 550 нм;
- размер пикселя 3,2 × 3,2 мкм.

Камера управляется и контролируется программным обеспечением *Microvisible*. Обеспечивается совместимость с такими базовыми компьютерными программами, как Windows XP 32-bit; Windows Vista 32-bit; Windows 7 32-bit и 64-bit; Windows 8; Windows 8.1.

Вы можете сами сравнить параметры камеры с рассмотренными выше данными.

Для работы с рассмотренной камерой на микроскопе *Micros* для рутинных медико-биологических исследований предлагает две основные программы: *BioAnalyze Basic* (базовая) и *BioAnalyze Advanced* (расширенная) со встроенным таймер-модулем *Time-Lapse* (замедленная съёмка), а также модули *Focus PRO* (расширенный фокус), *Fluorescence PRO* (работа с наложением многоцветных изображений и получение одного цветного изображения) и *Record PRO* (видео).

Программа *BioAnalyze Basic* предназначена для получения изображений с широким диапазоном обработки изображений (живых камер, зеркальных камер, рабочих станций сканирования образца), включая большое количество функций редактирования изображений, указаний и аннотаций анализируемых областей изображения, описания изображения, сохранение и измерение полученных изображений. Измеренные значения отображаются в таблицы, которые

могут быть экспортированы в файл Microsoft Excel или простой текстовый файл.

Программа *BioAnalyze Basic* также обеспечивает функцию покадрового захвата изображения, которая в заранее определенном интервале времени фиксирует изображение, а затем с помощью функции *Time-Lapse Video* создает видео клип из этих снимков. Захват изображения в режиме *Time-Lapse* обеспечивается встроенным таймером. Этот модуль позволяет покадровый захват изображения (автоматический захват изображения в определенный промежуток времени). Модуль таймера с помощью программы способен контролировать также и управление осветителем. Таким образом, освещение может быть включено только в течение времени, необходимого для получения изображения, чтобы предотвратить отрицательное действие от долгосрочного эффекта освещения образца.

Модуль *Focus PRO* создает изображение, резкое по глубине, которое не может быть достигнуто с помощью стандартного оптического микроскопа. *Focus PRO* может использоваться со стереомикроскопами, с микроскопами для наблюдения в проходящем или падающем свете, а также подходит для работы с изображениями макрозум-систем.

Модуль *Fluorescence PRO* обеспечивает создание одного цифрового разноцветного изображения, полученного с помощью различных флуоресцентных светофильтров (до восьми).

Съёмка производится в режиме чёрно-белого изображения. Цвет каждого из флуоресцентных изображений может быть определен самим пользователем. Гистограмму и интенсивность каждого из флуоресцентных изображений можно регулировать независимо друг от друга, при наложении каждого последующего снимка осуществляется коррекция сдвига по осям X и Y.

Настройки модуля могут быть сохранены в файле и загружаться в любое время.

Модуль *Record PRO* обеспечивает видеозапись в режиме реального вре-



Рисунок 4. Микроскоп модели MC 50 XP ECO с камерой *Micros CAM 2800*.

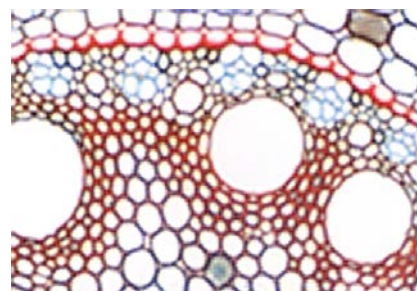


Рисунок 5. Изображение толстого препарата, объединяющего четыре плоскости фокусировки.

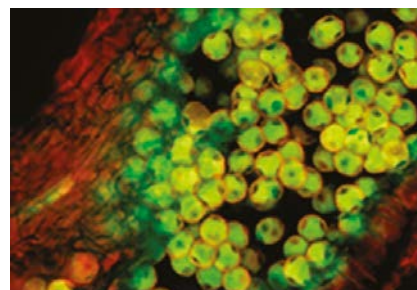


Рисунок 6. Цветное изображение препарата в свете люминесценции при наложении двух изображений (красная и зелёная люминесценция).

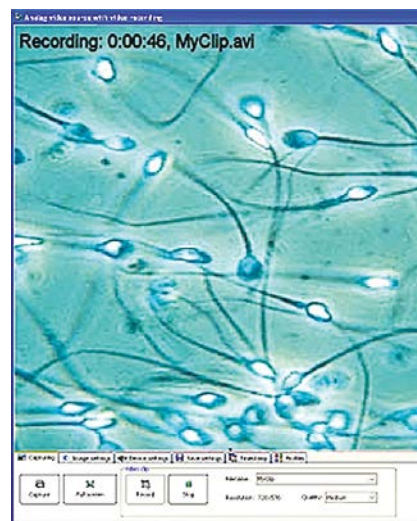


Рисунок 7. Кадр видеоролика.

Таблица 2
Основные требования к системе

Параметры	Минимальные требования	Рекомендуемые характеристики
Процессор	2,4 GHz	Мультиядерный процессор
Операционная память	1 GB	2–4 GB
USB порт	2 USB 2.0 и 3.0	2x USB 2.0/3.0
Операционная система	Microsoft Windows: XP (SP3), Vista, 7, 8	Microsoft Windows 7, 8
Разрешение монитора	1 024 × 768 pixels	1 920 × 1 080 pixels

мени из поддерживаемых устройств обработки изображений. Это могут быть микроскопические эксперименты, наблюдения за ростом клеток или колоний бактерий. Записанные видео сохраняются в видеоформате avi.

Видеофайлы сохраняются сразу на жесткий диск с заранее определенным именем. Система автоматически присоединяет текст (например, дата, номер или дату и номер) к имени файла, чтобы отличить видеофай-

лы. Имена файлов не должны быть названы вручную. Все это делается автоматически, и пользователь может продолжать запись другого видеоклипа сразу.

В заключение хотелось бы указать аппаратную часть для использования в системах анализа изображения, предлагаемых фирмой Micros:

а) Micros Live Cams (Веб-камеры Micros): Cam 2800 Advanced (усовершенствованная); Cam 5000

Premium (премиум); Cam 4500 Superior CCD (с улучшенным CCD); Cam 2800 FL—Fluorescence (флуоресценция); Cam 5000 M—Monochrome (монохромная);

б) Canon SLR Camera (зеркальные камеры): цифровые зеркальные камеры Canon EOS.

Основные требования к компьютеру представлены в табл. 2.

