

ФОТОТУБУС ДЛЯ СОЕДИНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ КАМЕР СО СВЕТООПТИЧЕСКИМИ МИКРОСКОПАМИ

© А. В. Натяганова, В. Д. Трифонов

*Лимнологический институт СО РАН и Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск;
электронный адрес: avn@lin.irk.ru*

Представлена модель фототубуса, обеспечивающая возможность соединения цифровой камеры со светооптическими микроскопами для получения изображений микрообъектов и их дальнейшей компьютерной обработки. Достоинствами предложенной модели являются простота технического исполнения и небольшие материальные затраты, а также повышение информативности при исследовании микрообъектов. На данный фототубус получен патент на полезную модель № 48228, зарегистрированный в Государственном реестре РФ 27 сентября 2005 г.

Ключевые слова: фототубус, светооптический микроскоп, цифровая камера, микрообъекты, компьютерный анализ.

Возможность одновременного наблюдения и получения фотоотпечатков изображений микрообъектов еще в прошлом веке реализована в различных специализированных моделях отечественных и зарубежных микроскопов. В помощь исследователям было также разработано несколько моделей микрофотонасадок (МФН-11 и МФН-12), которые обеспечивали такую возможность для некоторых отечественных и зарубежных микроскопов. Но несравнимо большие преимущества получила микроскопия с развитием компьютерных технологий. Значительные удобства появились у исследователей при использовании в своей работе цифровой фото- и видеотехники, когда микроизображение можно не только наблюдать непосредственно на мониторе компьютера, но и корректировать, сохранять и получать отпечатки. Однако современные микроскопы, оснащенные цифровой видеотехникой и компьютером, представляют собой довольно дорогое приобретение, которое зачастую не под силу многим учреждениям.

Более доступным способом получения оцифрованных микроскопических изображений для большинства исследователей в настоящее время может быть присоединение к уже имеющемуся микроскопу какой-либо модели цифровой камеры. Так, для отечественных микроскопов Микмед1 и 2 Биомед2 предлагаются системы фото- и видеозахвата на базе аналоговой камеры Sony с оцифровкой изображения, а также видеосистема на базе фотоаппарата Canon Power Shot A95 (<http://www.med-micro.ru>). Сигнал с видеокамеры можно передавать на экран телевизора, на видеомагнитофон или на плату оцифровки изображения компьютера (поставляется в комплекте). На компьютере можно записывать видеосигнал в формате Mpeg4 или получать высококачественные фотографии с возможностью последующей распечатки. Стоимость видеосистем находится в пределах от 27 000 до 35 000 руб. Наряду с ними на сайте компании «Мед-

микро» представлен универсальный цифровой видеоокуляр USB (4500 руб.), который совместим со многими микроскопами и устанавливается вместо обычного окуляра или в гнездо тринокулярной насадки. Этот видеоокуляр соединяет микроскоп с компьютером, который с помощью соответствующих прилагаемых программ производит цифровую обработку передаваемого микроизображения. Хотя максимальное разрешение видеоокуляра невысокое и составляет 640×480 пикселей, тем не менее и данное предложение может быть приемлемым для ряда исследователей.

Фирма «Микромед» предлагает видеокамеру Axio-Kam MRc (около 60 000 руб.) с разрешением 1600×1280 пикселей (<http://www.micromed.ru>). Камера укомплектована четырьмя различными адаптерами к окулярам, соединительным кабелем USB, программным обеспечением и может быть установлена как на фотовидеовыход, так и на окуляр любого микроскопа.

Фирмы, выпускающие микроскопы, изготавливают также и фотоадаптеры, соответствующие определенным микроскопам и цифровым аппаратам. Таким образом, модель цифровой камеры может быть выбрана по желанию и финансовым возможностям исследователя. Следует, однако, отметить, что стоимость предлагаемых фотоадаптеров довольно высока и находится в пределах от 300 до 400 у. е. (<http://zenit-npk.ru>).

Довольно простым устройством для соединений цифровых камер с микроскопами является линзовый универсальный адаптер LE-Adapter (\$ 125—126), предлагаемый частной компанией LensPlus (<http://www.lensadapter.com/products.htm>). Этот адаптер позволяет закрепить цифровую камеру непосредственно только на одном из окуляров микроскопа. Универсальность его состоит в том, что с помощью этого адаптера цифровые камеры могут быть прикреплены к окулярам и других оптических приборов: телескопа, подзорной трубы, бинокля и т. д.

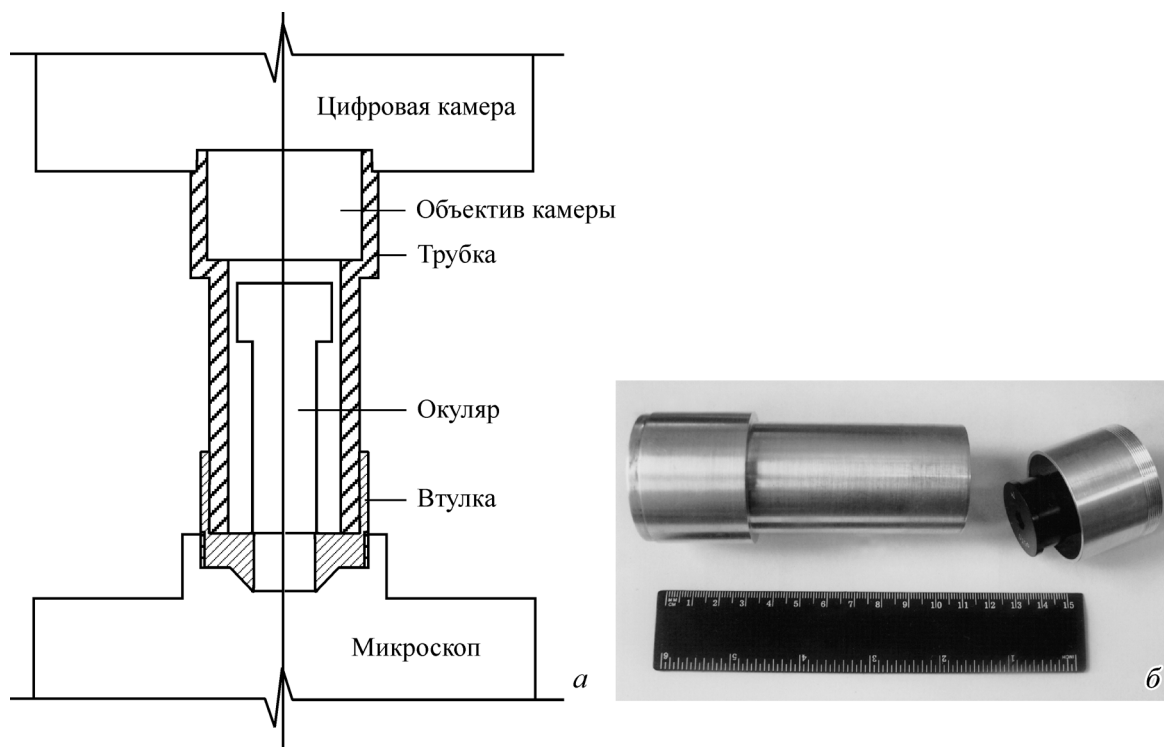


Рис. 1. Фототубус для соединения цифровых камер со светооптическими микроскопами.

a — принципиальная схема деталей фототубуса и их соединения с цифровой камерой и микроскопом; *б* — внешний вид трубки и втулки фототубуса, изготовленного для цифровой камеры модели Kodak Easy Share DX 6490 и исследовательских микроскопов Amplitval (Zeiss) и МБС-10.

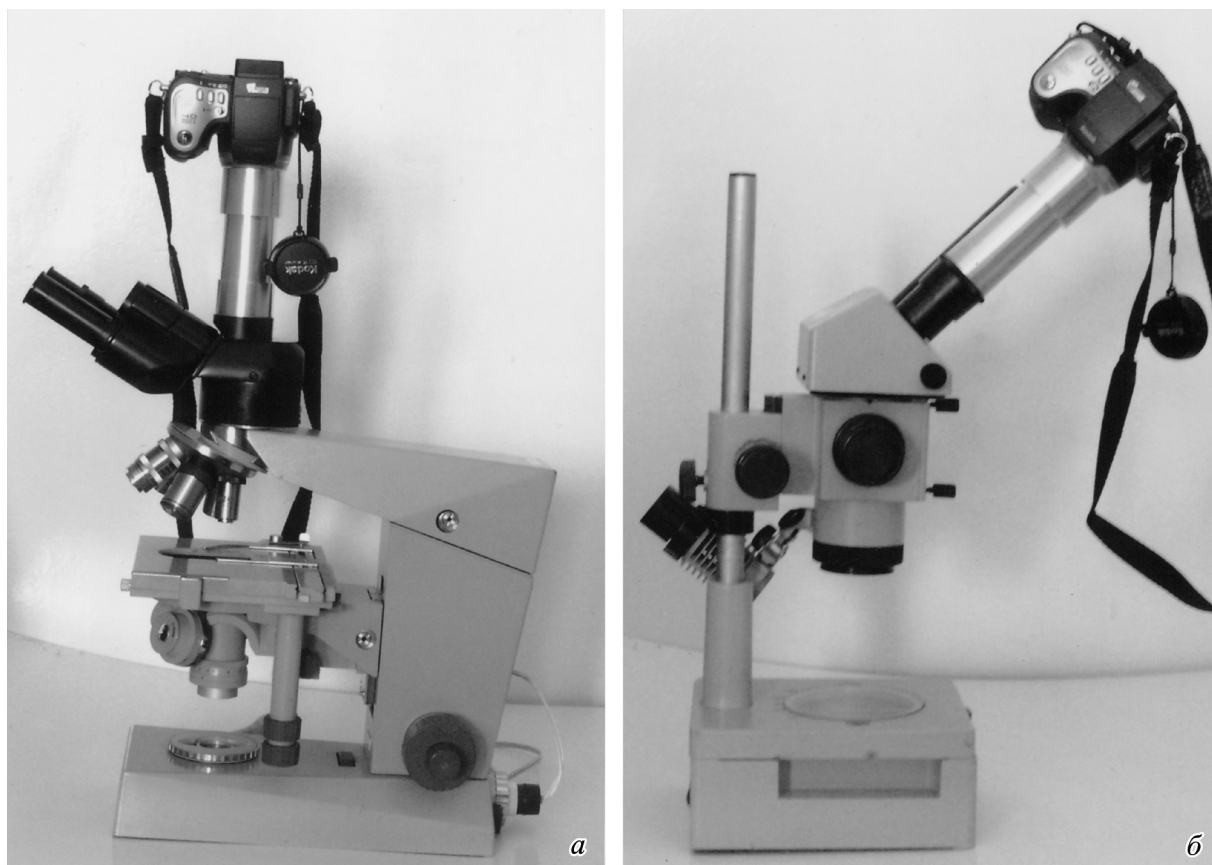


Рис. 2. Соединение цифровой камеры с микроскопами с помощью фототубуса.

a — через фотовыход тринокулярной насадки; *б* — через окуляр.

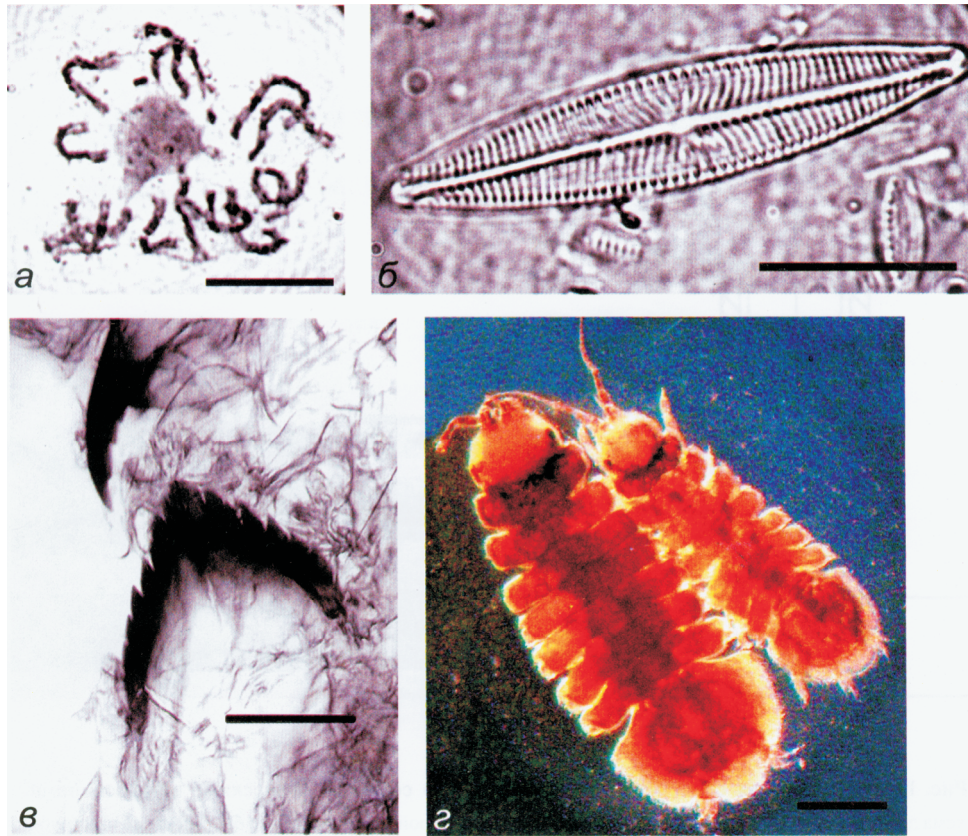


Рис. 3. Изображения микрообъектов, полученные с помощью цифровой видеокамеры Kodak Easy Share DX 6490, соединенной через фототубус с микроскопами Amplival (Zeiss) (а–в) и МБС-10 (г).

а — хромосомы гороха; об. Н1100×/1.25 (Planachromat); светлое поле; окраска — 1%-ный водный фуксин; масштаб — 10 мкм. б — клетка одного из видов диатомовой водоросли; об. 10×/1.25 (Planachromat); светлое поле; без окраски; фиксация — 4%-ный формалин; масштаб — 10 мкм. в — ротовой аппарат одного из видов хирономид; об. 10×/1.25 (Planachromat); светлое поле; без окраски; фиксация — 4%-ный формалин; масштаб — 10 мкм. г — байкальский равноногий рак *Baicalasellus angarensis*; ок. 6×; искусственное освещение в отраженном свете; фиксация — 10%-ный метиловый спирт; масштаб — 1 мм.

Мы не исключаем того, что некоторые из исследователей, работающие с микроскопами, нашли уже какие-то свои способы присоединения к ним цифровых камер. В то же время, судя по вопросам, задаваемым специалистам по микроскопии, видно, что много и тех, кто живо интересуется решением этой проблемы (<http://pathology.narod.ru>).

В настоящем сообщении мы представляем еще один простой способ объединения цифровых камер со светоптическими микроскопами, позволяющий получать достаточно качественные цифровые изображения микрообъектов без существенных материальных затрат.

В работе использованы цифровая камера модели Kodak Easy Share DX-6490 с 10-кратным оптическим зумом и диапазоном видеоразрешения от 1.1 до 4.0 мегапикселей, а также светоптические микроскопы Amplival (Zeiss) и МБС-10.

Первым шагом был поиск плоскости выходного зрачка, формируемого световыми лучами, выходящими из окуляра микроскопа. Для этого объектив цифровой камеры, включенной для съемки, приближали к окуляру микроскопа. Та область пространства перед окуляром микроскопа, где при перемещении объектива камеры на ее мониторе демонстрируется изображение микрообъекта, является искомой плоскостью выходного зрачка. По расстоянию от опорной плоскости окуляров до плоскости выходного зрачка была определена длина трубки фо-

тотубуса. На следующем этапе были произведены соответствующие измерения диаметров фотовыхода, окуляров и фотообъектива и построены схемы планируемых деталей (рис. 1, а). Затем были изготовлены трубка и втулка фототубуса из алюминия марки Д16Т (рис. 1, б), позволяющие устанавливать и надежно закреплять цифровую камеру на микроскопах в двух положениях. В первом положении аппарат посредством трубки фототубуса устанавливается на один из окуляров микроскопов (рис. 1, а; 2, а), во втором положении, более удобном, — на фотовыход тринокулярной насадки (рис. 1, а; 2, б).

Закрепление камеры с фототубусом на фотовыходе осуществляется с помощью втулки, имеющей гнездо для фотоокуляра. Порядок соединения деталей следующий: 1) втулка вворачивается в фотовыход; 2) в гнездо втулки вставляется выбранный фотоокуляр (можно использовать также стандартные окуляры, выбирая необходимое увеличение); 3) внутрь втулки вставляется трубка фототубуса с закрепленной камерой.

Как видно из приведенного описания, способ соединения цифровой камеры с микроскопами основан на уже используемом в микрофототехнике принципе, т. е. плоскость выходного зрачка микроскопа совмещается с плоскостью входного зрачка объектива камеры посредством фототубуса (трубки соответствующего размера). Фототубус представляет собой монолитную цилиндрическую полую трубку, снабженную втулкой с гнездом для фото-

окуляра. Некоторые его параметры практически совпадают с таковыми у фототубусов от микрофотонасадок МФН-11 и МФН-12. Однако представленный в работе фототубус не имеет оптических элементов. Их роль выполняют объективы микроскопов и цифровой камеры.

Конструкция фототубуса обеспечивает установку цифровых камер на один из окуляров микроскопов или на фотовыходы тринокулярных насадок микроскопов. Данная технология, так же как и существующие другие, позволяет получить оцифрованные изображения микрообъектов с целью их дальнейшего документирования или компьютерного анализа. Полезность нашего предложения состоит в создании несколько другой, более удобной, по нашему мнению, конструкции фототубуса, которая позволяет соединять цифровую камеру с микроскопами в двух положениях. Предлагаемая модель отличается простотой изготовления и в связи с этим невысокими материальными затратами.

На рис. 3 приведены изображения микрообъектов, полученные с помощью цифровой видеокамеры Kodak Easy Share DX 6490, которую соединяли через описанный в работе фототубус с микроскопами Amplival (Zeiss) (рис. 3, *a–в*) и МБС-10 (рис. 3, *г*).

На данный фототубус получен патент на полезную модель № 48228, зарегистрированный в Государственном реестре РФ 27 сентября 2005 г. Патентообладатель — Лимнологический институт СО РАН — готов оказать помощь в приобретении данной конструкции фототубуса или лицензии на его изготовление.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 04-04-48945).

Список интернет-ресурсов

<http://www.medmicro.ru> — сайт официальных дилеров производителей медтехники «Медмикро».

<http://www.micromed.ru> — сайт фирмы «Микромед» (Новосибирск).

<http://pathology.narod.ru> — сайт «Патологическая анатомия».

<http://www.lensadapter.com/products.htm> — сайт частной компании LensPlus (США).

Поступила 12 I 2006

A PHOTOTUBE CONNECTING DIGITAL CAMERAS WITH LIGHT OPTIC MICROSCOPES

A. V. Natyaganova, V. D. Trifonov

Limnological Institute, Siberian Branch of RAS, Irkutsk; e-mail:avn@lin.irk.ru

We present here a phototube model making possible connection of a digital camera with light optic microscopes in order to obtain images of microobjects and for their further computer treatment. The advantage of this model is simplicity of its manufacturing and small required expenses as well as an increase in information density for microobject studies. This phototube has been covered by a patent for a useful model № 48228 registered in the Public Register of RF on September 27, 2005.