

Шакиров А.Л.

Казахский национальный университет им. аль-Фараби,
г. Алматы, Казахстан e-mail: iskander-bek56@mail.ru

УНИВЕРСАЛЬНАЯ ОПТИЧЕСКАЯ ФОТОПРИСТАВКА

Цель исследования – разработка универсального оптического устройства для увеличения возможностей современных компактных цифровых фото и видеокамер. Устройство позволит существенно повысить масштаб получаемого изображения, будет обладать высокими техническими и потребительскими характеристиками. Фотоприставка включает передний сменный объектив, задний сменный объектив, сменный окуляр, системы изменения расстояний между ними. Фотоприставка может служить также инструментом для визуального наблюдения за объектами. Был разработан и сконструирован рабочий макет, который предназначен для работы в микроскопном, телескопном и фотоснайперном режимах. В этих режимах были получены изображения как движущихся, так и статичных изображений хорошего качества. На макете была отработана методика работы. Методика работы включала мысленный эксперимент, физико-техническое моделирование, конструирование и натурные съемки. Устройство может быть использовано в научных, а также в бытовых целях. В том случае, если производители цифровой фототехники заинтересуются нашей работой, мы готовы к любой форме сотрудничества.

Ключевые слова: объектив, окуляр, микроскоп, телескоп, фотоснайпер.

Shakirov A.L.

Al Farabi Kazakh national university, Almaty, Kazakhstan,
e-mail: iskander-bek56@mail.ru

Universal optical camera adapter

The aim of the study is to develop a universal optical device to increase the capabilities of modern compact digital cameras and camcorders. The device, possessing high technical and consumer characteristics, will allow substantially improving the scale of the obtained images. Camera adapter includes front interchangeable lens, rear interchangeable lens, interchangeable eyepiece, the system for changing the distances between these. The camera adaptor may also serve as an instrument of visual examination of objects. A working dummy compatible with microscope, telescope and designed to operate as fotosniper was developed. These capabilities allowed obtaining high quality images of both moving and static objects. The methods of work were tested using the dummy. The method of work included mental experiment, physico-technical modeling, designing and outdoor shooting. The device can be used for scientific as well as for domestic purposes. In case the manufacturers of digital photo equipment get interested in our work we are eager to cooperate in any form.

Key words: lens, eyepiece, microscope, telescope, fotosniper.

Шакиров А.Л.

әл-Фараби ат. Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан,
e-mail: iskander-bek56@mail.ru

Әмбебап оптикалық фотоқосымша

Зерттеудің мақсаты – қазіргі заманғы шағын сандық фото және бейнекамералардың ұлғайту мүмкіндіктерін арттыру мақсатында әмбебап оптикалық құрылғыны әзірлеу. Құрылғы алынатын бейнелердің ауқымын арттыруға айтарлықтай мүмкіндік береді, сонымен қатар жоғары

техникалық және тұтынушылық сипаттамаларға ие. Фотоқосымша алдыңғы ауысымды объектив, артқы ауысымды объектив, ауысымды окуляр және олардың арасындағы арақашықтықты өзгерту жүйесінен тұрады. Сондай-ақ фотоқосымша нысанды көзбен бақылау құралы ретінде де қызмет атқарады. Олардың жұмысы микроскоптық, телескоптық және фотоснайперлік режимдерге арналған макет ретінде әзірленді және жасап шығарылды. Осы режимдерде алынған қозғалатын сурет ретінде, сондай-ақ статикалық суреттердің де сапасы жақсы. Осындай оптикалық аспаптар үй жағдайында қолдан жасалуы мүмкін. Жұмыстың әдістемесі ойлау экспериментін, физико-техникалық модельдеу, құрастыруға және табиғи кескіндер алуға негізделген. Құрылғы ғылыми, сондай-ақ тұрмыстық мақсатта пайдаланылуы мүмкін. Осыған байланысты, егер сандық фототехника өндірушілері біздің жұмысымызға қызығушылық танытып жатса, біз серіктестіктің кез келген түріне дайынбыз.

Түйін сөздер: объектив, окуляр, микроскоп, телескоп, фотоснайпер.

Введение

Цель исследования – создание универсального оптического устройства для улучшения технических характеристик цифровой фототехники, которое позволит получать увеличенные изображения объектов.

В источнике [1] предлагается схема зрительной трубы с составным объективом, состоящем из двух короткофокусных объективов. Приводится теоретическая модель зрительной трубы, которая сравнивается с классической схемой. Предложенная модель имеет ряд существенных преимуществ – можно рассматривать прямое изображение, менять увеличение в широких пределах, рассматривать близкорасположенные предметы и существенно уменьшить ее габариты. В экспериментальной части приводятся фотографии действующих макетов зрительных труб с составными объективами.

В источниках [2] и [3] предлагается модель микроскопа с тремя ступенями увеличения, в которой устранены недостатки, присущие традиционной модели микроскопа – такие, как перевернутость изображения, невозможность плавного изменения степени увеличения, сложность конструкции. При реализации предложенной схемы появляются возможности формирования прямого изображения, плавного изменения рабочего отрезка вплоть до бесконечности и соответствующего изменения увеличения. В результате увеличиваются сфера применения и удобство использования, уменьшаются габариты и упрощается конструкция микроскопа. Приведены фотографии действующих макетов, изложена методика работы. Микроскоп может найти применение в научных исследованиях, в офтальмологии и микрохирургии.

Данное исследование является продолжением приведенных выше работ. Была разработана теоретическая схема фотоприставки, которая

включает передний сменный объектив, задний сменный объектив, сменный окуляр, системы изменения расстояний между ними. Был сконструирован рабочий макет фотоприставки, который был испробован на разных объектах и подтвердил все положительные качества теоретической модели. Устройство может быть использовано в научных и бытовых целях. Кроме того, подобные схемы могут использоваться в лабораторном практикуме. Устройство продемонстрировало свои высокие технические качества, невысокую себестоимость и может быть представлено вниманию специалистов – оптиков в целях дальнейшего совершенствования.

Оптическая схема

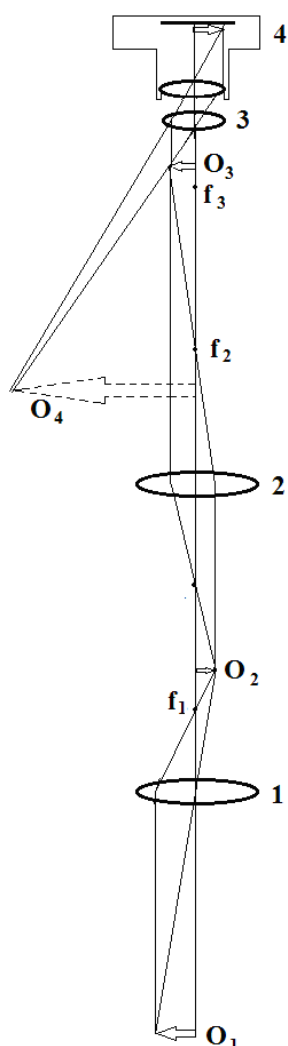
Приведем оптическую схему фотоприставки (рис.1). Здесь **1** – передний объектив, который образует O_2 – изображение объекта O_1 . Задний объектив **2** формирует O_3 – изображение O_2 . Окуляр **3** формирует мнимое изображение объекта. Цифровой фотоаппарат **4** служит для фиксации изображения объекта на матрице и его сохранения в цифровом виде.

Для лучшего понимания работы оптической системы приведем уравнение тонкой линзы применительно к переднему объективу.

$$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} \quad (1)$$

Примем L_1 равным расстоянию от объекта O_1 до переднего объектива **1**, а расстояние L_2 равным расстоянию от переднего объектива **1** до изображения объекта O_2 . Из уравнения (1) следует, что при обращении L_2 к бесконечности $f_1 = L_1$, и фотоприставку можно использовать в качестве телескопа. При $L_1 = L_1$ расстояние от объекта до переднего объектива **1** равно удвоенному

фокусному, размер изображения равен размеру объекта, и в этом случае фотоприставку можно использовать в качестве микроскопа. При большем удалении переднего объектива появляется дополнительная возможность увеличения масштаба в микроскопном режиме. Таким образом, появляется возможность управления размером рабочего отрезка вплоть до бесконечности. В случае снятия переднего объектива мы имеем схему традиционного микроскопа с фотографической приставкой, которая также может быть использована.



1 – передний объектив; 2 – задний объектив; 3 – окуляр;
 f_1 – фокус переднего объектива; f_2 – фокус заднего объектива; f_3 – фокус окуляра; O_1 – объект;
 O_2 – изображение объекта, даваемое передним объективом;
 O_3 – изображение объекта, даваемое задним объективом;
 O_4 – мнимое изображение объекта, даваемое окуляром;
 4 – цифровой фотоаппарат, на матрицу которого проецируется действительное изображение объекта.

Рисунок 1 – Оптическая схема фотоприставки.

Блок – схема устройства

Для изготовления рабочего макета фотоприставки была разработана ее блок – схема, приведенная на рисунке 2.

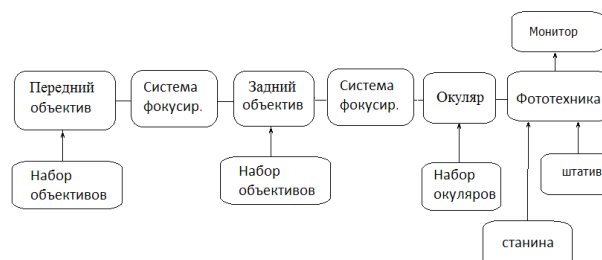


Рисунок 2 – Блок – схема фотоприставки

Необходимо обеспечить возможность значительного перемещения переднего объектива относительно заднего, а также перемещение заднего объектива относительно окуляра. Для этого должны быть осуществлены две системы фокусировки. Наборы сменных объективов и окуляров должны служить для увеличения возможностей фотоприставки в разных режимах работы. В качестве переднего сменного объектива может использоваться объектив с трансформатором. Желательно, чтобы в наборе окуляров имелись окуляры с индексом «К» (компенсационные) или «Ф» (фотографические), на оправе. Фотоаппарат или видеокамера должны крепиться сразу за окуляром и иметь систему крепления с возможностью регулировки. Целесообразно применять цифровые фотокамеры с оптическим и цифровым зумами типа Nikon серии Coolpix 950, 990, 4500, S10, некоторые модели Minolta, Sony, либо другие, желательно с неподвижной при зуммировании передней линзой объектива. В режимах большой степени увеличения или приближения необходимо обеспечить устойчивость фотоприставки во избежание смазывания. Для этого необходимы микроскопная станина со съёмным предметным столиком и осветителем для съемок в отраженном и проходящем свете для фотографирования мелких объектов при работе в режиме микросъемки. При работе в телескопном режиме необходим штатив. Для дальнейшего увеличения масштаба изображения и для удобства использования необходим монитор. Все соединения узлов должны иметь унифицированные крепления для удобства их оперативной смены. После снятия цифровой фо-

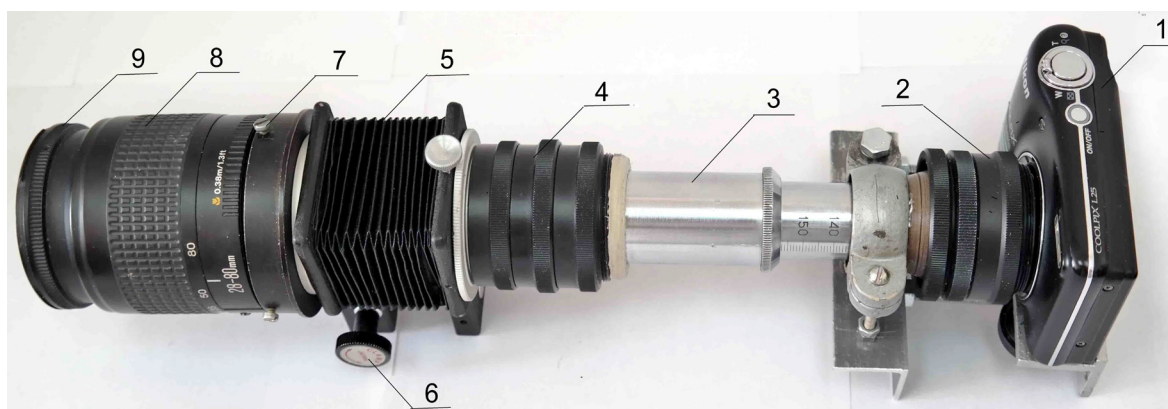
тотехники устройство должно служить в качестве инструмента для визуального наблюдения за объектами.

Описание макета

Для проверки практической возможности создания и работоспособности теоретической модели был изготовлен и испытан рабочий макет фотопроставки. На рисунке 3 дано его изображение.

Рассмотрим устройство макета, изображенного на рисунке 3. Здесь 1 – цифровой фотоаппарат NIKON COOLPIX L25. Видно, что объектив фотоаппарата примыкает практически вплотную к окуляру. Для правильной установки фотоаппарата служит система крепления, предусматривающая возможность его пере-

мещения с последующей фиксацией по трем координатам. Во избежание попадания постороннего света место примыкания объектива к окуляру прикрыто блендой 2. Посредством телескопической фокусировки 3 задний объектив соединен с окуляром. Телескопическая фокусировка состоит из двух тубусов – внутреннего и наружного, которые имеют возможность перемещаться относительно друг друга и фиксироваться при помощи силы трения. Передний зум – объектив соединен с задним объективом, расположенным внутри удлинительных колец 4 посредством фотографического меха 5. Мех может изменять свою длину и фиксироваться при помощи барашков 6. На фотографии приведен вариант с объективом CANON с адаптером 7, на котором имеются оправки зуммирования 8 и фокусировки 9.



1 – цифровой фотоаппарат; 2 – бленда; 3 – телескопическая фокусировка; 4 – удлинительные кольца; 5 – мех; 6 – барашек меха; 7 – объектив с трансфокатором; 8 – оправка зуммирования; 9 – оправка фокусировки.

Рисунок 3 – Фотография фотопроставки

Методика работы с фотопроставкой

При работе устройства в режиме телескопа используются большие увеличения, это представляет определенные трудности при поимке объекта съемки в поле зрения. Рекомендуется сначала использовать минимальные зумы фототехники, а после поимки объекта увеличивать зум до необходимого масштаба. При съемке Луны рекомендуется производить несколько пробных снимков с различной экспозицией. При съемке небесных объектов желательно использовать автоспуск для уменьшения вибраций.

Данное устройство позволяет производить макросъемку на значительно более далеком расстоянии от объекта, чем позволяет цифровой

фотоаппарат. При таком режиме необходимо задействовать систему фокусировки в виде меха. При съемке с близких и средних расстояний поле зрения и глубина резкости очень малы, поэтому трудно поймать объект съемки. Сначала используются минимальные зумы, а после поимки объекта зум увеличивается и производится окончательная подстройка резкости. Цифровая фототехника имеет систему автофокусировки, которая сама производит окончательную наводку на резкость. При съемке фотоизображений желательно использовать автоспуск для уменьшения вибраций.

При работе в режиме макросъемки исследуемый препарат на предметном стекле помещают на рабочий столик микроскопа и включают ос-

ветитель на просвет. После наводки на резкость корректируют положение объекта, выбирая наиболее интересные детали, и добиваются желаемого увеличения при помощи зума фототехники. В данном случае также желательно пользоваться автоспуском. При съемке непрозрачных объектов они освещаются осветителем на отражение.

Во всех режимах предусмотрены следующие возможности изменения масштаба изображения:

1. Изменением расстояния между передним и задним объективами.

2. Изменением расстояния между задним объективом и окуляром.

3. Сменой объективов и окуляров с различными кратностями.

4. Изменением фокусного расстояния переднего зум – объектива.

5. Использованием собственной системы фокусировки переднего объектива.

6. Зуммированием фотоаппарата.

7. Применением монитора или телевизора.

Это обеспечивает большую гибкость и удобство обращения с фотоприставкой.

Режим визуального наблюдения может широко использоваться в научных целях после снятия фотоаппарата. Например, биологи могут производить наблюдения за поведением групповых насекомых – пчел, ос, муравьев, а также птиц, животных, пресмыкающихся и др. с удаленного расстояния. Химики смогут производить наблюдения за экспериментами с безопасного расстояния, тогда, когда имеется опасность возгорания, взрыва или выделения ядовитых веществ. Специалисты – ядерщики смогут производить наблюдения за экспериментами с радиоактивными веществами. В общем случае фото-

приставка позволяет производить наблюдения и съемку тогда, когда нежелательно тревожить объект наблюдения, который к тому же может представлять опасность.

Фотоприставка была испытана в микроскопном, телескопном и фотоснайперном режимах. В этих режимах были получены изображения как движущихся, так и статичных изображений хорошего качества.

Заключение

В результате проделанной работы была разработана физическая модель фотоприставки, был сконструирован рабочий макет устройства, на котором были опробованы основные свойства теоретической модели. После отработки методики работы с макетом в различных режимах была получена коллекция качественных фотоизображений. Предложенная фотоприставка продемонстрировала свои высокие потребительские качества, высокую степень технологичности, низкую себестоимость. После дополнительных доработок устройство может быть рекомендовано к промышленному производству на оптико-механический заводах. Поскольку фотоприставка фактически заменяет собой несколько приборов, она может стать атрибутом практически любой научно-исследовательской экспедиции, например, археологической или геологической. Энтузиасты могут попробовать свои силы в конструировании подобных фотоприставок. Пути повышения качества изображений прослеживаются в повышении качества как создаваемых оптических систем, так и качества цифровых фотоаппаратов – их разрешения, быстродействия, цветопередачи и др.

Литература

- 1 Шакиров А.Л. Модель зрительной трубы со составным объективом // Вестник КазНУ, серия физическая. – 2014. – №2(49). – С. 77-82.
- 2 Шакиров А.Л. Модель оптического микроскопа со составным объективом // Вестник КазНУ, серия физическая. – 2015. – №3(57). – С. 80-87.
- 3 Шакиров А.Л., Дьячков В.В. Оптический микроскоп с тремя ступенями увеличения // 9-ая Межд. конф. «Современные достижения физики и фонд-мант. физ. образование». Сборник трудов, 12-14 октября, 2016. – С. 203-204.

References

- 1 A.L. Shakirov, Vestnik KazNU, seriya fizicheskaya, №2(49), 77-82, (2014) (in russ.).
- 2 A.L. Shakirov, Vestnik KazNU, seriya fizicheskaya, №3(57), 80-87, (2015) (in russ.).
- 3 A.L. Shakirov, V.V. Dyachkov, 9-ya Mejdunarodnaya konferenciya «Sovremennye dostizheniya fiziki I fundamentalnoe fizicheskoe obrazovanie» Sbornik tezisov I dokladov, 12-14 oktyabrya, 2016, 203-204. (in russ.).