

## Мобильное устройство для фотоофтальмоскопии

*А.В.Гуцин*

*Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград*

**Аннотация:** Описаны особенности структуры, конструктивного и алгоритмического решения малогабаритного мобильного устройства для прямой офтальмоскопии с возможностью фотофиксации.

**Ключевые слова:** офтальмоскоп, офтальмоскопия, фотофиксация, глазное дно

**Актуальность разработки.** Разработка относится к области офтальмологии и к области медицинского приборостроения. Офтальмоскопия – наиболее распространенный метод исследования глаза, реализующий функции прямого осмотра внутренних структур глаза с использованием коаксиального освещения и с возможностью коррекции аномалий рефракции [1]. В силу этого, актуальной является задача облегчения документирования наблюдаемой исследователем при офтальмоскопии картины. Это важно для оценки степени прогрессирования патологии и для определения того, насколько эффективной является проводимая терапия. Кроме того, в связи с широким внедрением систем безбумажного электронного медицинского документооборота (электронных историй болезни) с особой остротой встала проблема интеграции медицинского оборудования в единую компьютерную сеть лечебно-профилактических учреждений. В настоящее время врачи-офтальмологи вынуждены ограничиваться словесным описанием видимой картины глазного дна и/или от руки зарисовывать ее.

В настоящее время на рынке представлен богатый выбор стационарных офтальмоскопов (ретинофотов), предназначенных для фотографирования картины глазного дна. С их помощью возможно получение изображений высокого качества. Однако такие устройства отличает высокая стоимость,

значительные габариты и вес. Эти особенности определяют довольно ограниченное распространение подобных систем на практике.

Описанные в литературе **прототипы** мобильных офтальмоскопов с возможностью фотографирования наблюдаемой картины глазного дна являются механическим объединением традиционного офтальмоскопа и отдельного цифрового фотоаппарата [2, 3]. В силу этого, в них нет возможности для исследователя напрямую осмотреть глазное дно. Исследователь может только видеть наблюдаемую картину на небольшом (диагональю 2-4 дюйма) экране фотокамеры. При этом теряется большой объем визуальной информации. Кроме того, за счет наличия в составе устройства жидкокристаллического экрана прототипы характеризуются достаточно большими габаритами и значительным энергопотреблением, что снижает удобство длительной работы с ними, а также влечет за собой снижение его надежности.

Исходя из изложенного, **целью разработки** является реализация возможности автоматической и полуавтоматической документальной фотофиксации результатов исследования внутренних структур глаза, выполняемого с помощью ручного мобильного офтальмоскопа с сохранением возможности прямого осмотра внутренних структур глаза.

Поставленная **цель достигается** добавлением в офтальмоскоп оптических, электромеханических и электронных узлов, которые позволяют осуществлять фотофиксацию наблюдаемой картины внутренних структур исследуемого глаза.

Данное устройство **отличается** от описанных выше прототипов тем, что в нем сохраняется возможность прямого осмотра исследователем обследуемого глаза с использованием коаксиального освещения и с возможностью подстройки под рефракцию обследуемого глаза. Также устройство отличается возможностью осуществления автоматической и

---

полуавтоматической фотографической фиксации наблюдаемой исследователем картины. Кроме того, габариты, энергопотребление предлагаемого устройства не превышают таковые у обычных (без возможности фотографирования) офтальмоскопов более чем на 10% [4].

Оптическая схема предлагаемого устройства отличается тем, что в режиме офтальмоскопии сдвижное зеркало (1) находится вне оптической оси прибора и свет от источника (6), минуя конденсор (5), зеркало осветителя (4) и отраженные от глазного дна, попадают непосредственно в глаз исследователя. Это обеспечивает наличие в приборе возможности непосредственного осмотра исследователем глазного дна и получение исследователем всей полноты визуальной информации о глазном дне.

Оптическая схема прибора в режиме фотофиксации представлена на рис. 1.

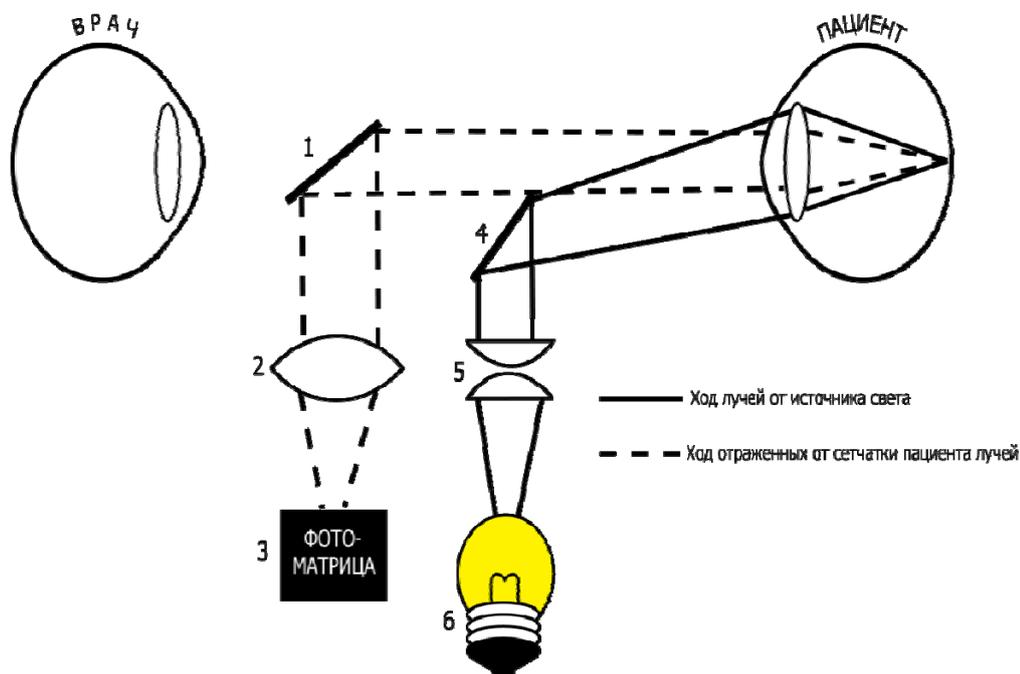


Рис. 1. Оптическая схема прибора в режиме фотофиксации.

Фотофиксация видимой картины глазного дна происходит автоматически через предварительно заданный интервал времени или по

нажатию исследователем кнопки «Спуск» на корпусе прибора (полуавтоматически). При этом подвижное зеркало фоторегистратора (1) кратковременно ( $< 1\text{с.}$ ) перекрывает оптическую ось прибора, направляя отраженный от исследуемого глазного дна свет через систему линз (2) на первый элемент фоторегистратора – фотографическую матрицу (3). Этим обеспечивается максимально точное соответствие фиксируемой в приборе и визуально наблюдаемой исследователем картины исследуемого объекта.

**Конструктивные особенности** прибора заключаются в том, что пользовательский интерфейс (интерфейсная часть) аппаратной части прототипа дополнен кнопками «Спуск», «Новый пациент» и «Новый глаз» (рис.2). Нажатия исследователем кнопок «Новый пациент» и «Новый глаз» соответственно перед исследованием нового пациента и нового глаза позволяет встроенному программному обеспечению устройства формировать для каждого файла изображения глазного дна уникальное имя и таким образом вести упорядоченный каталог уникальных файлов с результатами исследования [5, 6].

Каждый элемент пользовательского интерфейса аппаратной части (рис. 2) размещен на корпусе прибора с учетом принципов эргономики для обеспечения максимального удобства для оператора.

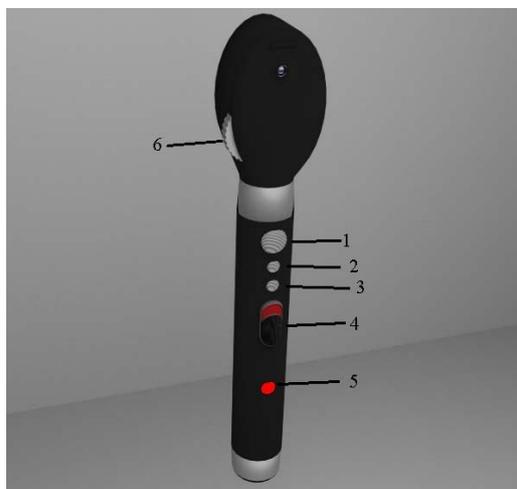


Рис. 2. Конструктивное решение фотоофтальмоскопа.

Например, кнопка «Спуск» (1), рассчитанная на наиболее частое использование, имеет больший диаметр, чем остальные две кнопки, имеет овальную форму для увеличения площади контакта с большим пальцем оператора и выпуклую поверхность с рифлениями. Подстройка под рефракцию исследуемого производится исследователем аналогично тому, как это в настоящее время обычно делается в ручных офтальмоскопах для прямой офтальмоскопии. Однако при этом может возникать расфокусировка на фотографической матрице в объеме аномалии рефракции глаза исследователя. В силу этого, в приборе предусмотрен механизм изменения расстояния между системой линз (2) и фотографической матрицей (3). Исследователю достаточно перед началом работы с прибором установить корректор собственной аномалии рефракции (поз. 7 на рис. 3) в положение, соответствующее его клинической рефракции, и в дальнейшем работать с прибором так же, как с обычным ручным офтальмоскопом для прямой офтальмоскопии.

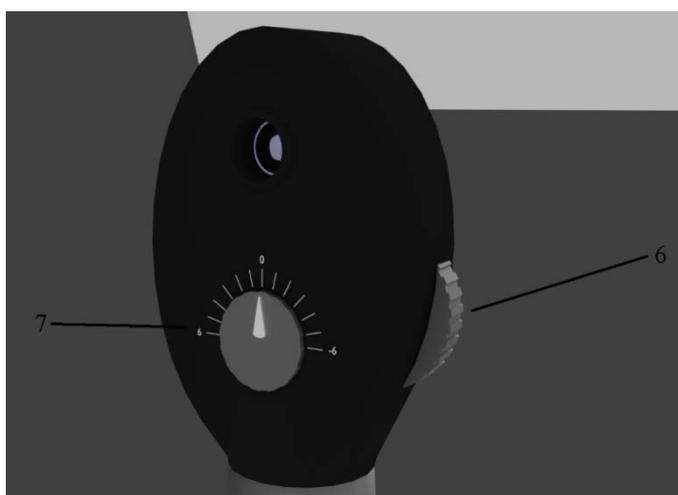
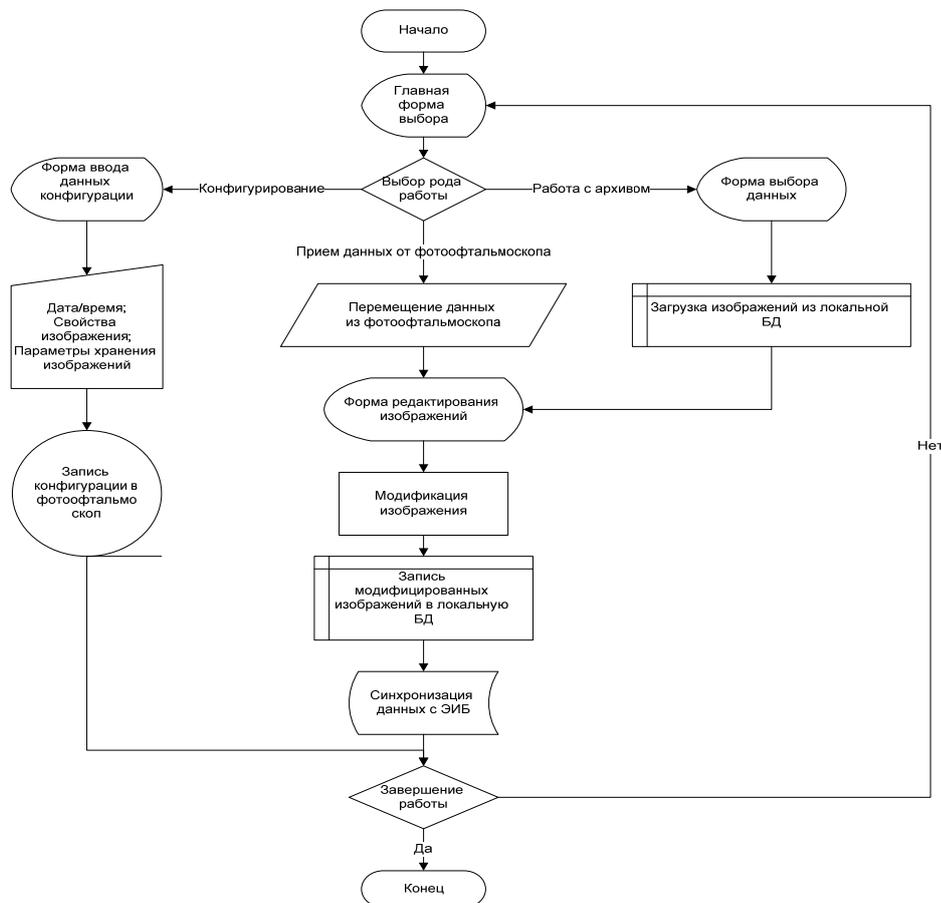


Рис. 3. Конструкция регулятора фокусного расстояния

Аппаратная часть устройства запитана от источника питания в виде аккумуляторной батареи, заряжаемой автоматически через интерфейс USB от зарядного устройства или от внешнего компьютера [7]. Контроль и индикацию процесса зарядки осуществляет микропроцессор устройства в соответствии со встроенной программой.

Частью программного обеспечения фотоофтальмоскопа является программное обеспечение для внешнего стационарного или мобильного компьютера, с помощью которого осуществляется прием данных с фотоофтальмоскопа, ведение локальной базы данных результатов осмотров и/или передача результатов исследования в централизованную базу данных лечебно-профилактического учреждения (электронную историю болезни) [8]. Кроме того, это ПО включает в себя функции по конфигурированию встроенного программного обеспечения прибора (рис. 4).



#### Рис. 4. Общая схема внешнего программного обеспечения фотоофтальмоскопа

В целом, алгоритм, иллюстрируемый рис. 4, описывает программу, предназначенную для получения информации с фотоофтальмоскопа, ее модификации (редактирования) и записи результатов в локальную и распределенную (сетевую) базу данных [9, 10]. Кроме того, данное ПО содержит блоки, позволяющие выполнять задание настроек фотоофтальмоскопа (конфигурирование).

**Порядок работы** оператора с мобильным фотоофтальмоскопом строится следующим образом. Перед началом работы исследователь проверяет, что в приборе имеется пригодная для записи информации флеш-карта или есть техническая возможность проводного или беспроводного подключения к ПК, а также что описанный выше регулятор фокуса оптической системы находится в положении, соответствующем текущей клинической рефракции исследователя. После этого он включает электропитание прибора и нажимает кнопку «Новый пациент». Если на корпусе прибора загорается индикатор готовности, то прибор готов к проведению офтальмоскопии правого глаза, которая осуществляется полностью аналогично тому, как это повсеместно делается в настоящее время с помощью обычных ручных офтальмоскопов для прямой офтальмоскопии.

Приняв решение о необходимости фотофиксации наблюдаемого в данный момент изображения объекта (глазного дна), исследователь нажимает кнопку «Спуск» на корпусе прибора.

Перед исследованием левого глаза, исследователь нажимает на корпусе прибора кнопку «Новый глаз». Эта кнопка может использоваться и сразу после нажатия кнопки «Новый пациент» в том случае, если исследование по

каким-либо причинам начинается с левого глаза. Далее повторяется процедура исследования, описанная выше для правого глаза.

Просмотр, анализ, обработка и дальнейшая передача полученных изображений внутренних структур глаза осуществляются с помощью специального программного обеспечения на внешнем стационарном или мобильном компьютере. Также с помощью этого программного обеспечения исследователем осуществляется задание параметров функционирования встроенного программного обеспечения фотоофтальмоскопа.

Из изложенного следуют **преимущества и положительный эффект** разрабатываемого комплекса:

1. Возможность автоматизированной фотофиксации наблюдаемого изображения глазного дна позволяет повысить качество диагностики патологии глаза за счет упрощения документирования его состояния и облегчения отслеживания динамики этого состояния.

2. Бесконтактный характер измерений определяет сниженные требования к дезинфекции прибора и к анестезии исследуемого глаза;

3. Автоматизация процесса фотофиксации позволяет уменьшить временные затраты на них и сократить время, необходимое для обучения персонала работе с комплексом;

4. Автономность устройства позволяет производить измерения в местах, не оборудованных источниками электропитания, что расширяет диапазон условий применения комплекса;

5. Минимальное количество дискретных органов управления определяет легкость дезинфекции измерительного модуля и повышает его надежность;

6. Связь фотоофтальмоскопа с ПК обеспечивает широкие возможности локального и централизованного хранения, обработки и систематизации результатов исследований.

**Заключение.** Мобильный фотоофтальмоскоп позволяет производить документальную автоматическую и полуавтоматическую фотографическую фиксацию видимого исследователем изображения внутренних структур обследуемого глаза с возможностью последующего сохранения и передачи фотоматериалов при полном сохранении возможности прямого, непосредственного осмотра внутренних структур глаза исследователем, чем решается поставленная задача разработки.

### Литература

1. Офтальмология / под ред. Егорова Е.А. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. 240 с.
  2. Goldenholz, D. M. (2011). U.S. Patent Application No. 13/152,113.
  3. Goldfain, E., Lagerway, W., Roberts, C. R., Slawson, S. R., Krauter, A. I. (2000). U.S. Patent No. 6,065,837. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
  4. Gushchin A., Mukha Yu. Synthesis of the general structure and algorithm of controlling the functions of a mobile photoophthalmoscope // Optoelectronic equipment and devices in systems of pattern recognition, image and symbol information processing. Recognition - 2017 Selected papers. 2017. pp. 45-53.
  5. Муха Ю.П., Чернов А.В., Абидова Е.А., Хегай Л.С. Алгоритмизация процесса обработки диагностических сигналов электроприводной арматуры с учетом хаотических составляющих // Инженерный вестник Дона, 2017, №2 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2017/4253](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2017/4253).
  6. Шевчук В.П., Муха Ю.П., Авдеюк О.А., Королева И.Ю. Проблема определения погрешности визуализации обобщенных критериев управления // Инженерный вестник Дона, 2017, №4 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4390](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4390).
  7. Архангельский А.А. Подключение специализированных процессоров к персональному компьютеру с применением интерфейса
-

- USB/А.А.Архангельский, Е.И. Гурин, Б.А. Савельев // Технические науки. Информатика, вычислительная техника, 2011. № 4 (20).С. 35-41.
8. Яншин В. В. Анализ и обработка изображений: принципы и алгоритмы. — М.: Машиностроение, 1994. 112 с.
9. Ананий Левитин. Алгоритмы: введение в разработку и анализ. — М.: Вильямс, 2006.576 с.
10. Стивен Скиена. Алгоритмы. Руководство по разработке. — 2-е изд., — М.: Изд-во БХВ — Петербург, 2011. 682 с.

### References

1. Oftal'mologija [Ophthalmology]. Red. Egorova E.A. М.: GEOTAR-Media, 2008. 240 p.
2. Goldenholz, D. M. (2011). U.S. Patent Application No. 13/152,113.
3. Goldfain, E., Lagerway, W., Roberts, C. R., Slawson, S. R., & Krauter, A. I. (2000). U.S. Patent No. 6,065,837. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
4. Gushchin A., Mukha Yu. Synthesis of the general structure and algorithm of controlling the functions of amobile photoophthalmoscope. Optoelectronic equipment and devices in systems of pattern recognition, image and symbol information processing. Recognition - 2017 Selected papers. 2017. pp. 45-53.
5. Muha Yu.P., Chernov A.V., Abidova E.A., Hegaj L.S. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2017. №2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2017/4253](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2017/4253).
6. Shevchuk V.P., MuhaYu.P., Avdeyuk O.A., KorolevaI.Yu. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2017. №4 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4390](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4390).
7. Arhangel'skij A.A. Tekhnicheskie nauki. Informatika, vychislitel'nayatekhnika, 2011. № 4 (20). pp.35-41.



8. Janshin V. V. Analiz i obrabotka izobrazhenij: principy i algoritmy [Image analysis and processing: principles and algorithms]. M.: Mashinostroenie, 1994. 112 p.
9. Ananij Levitin. Algoritmy: vvedenie v razrabotku i analiz [Algorithms: an introduction into development and analysis]. M.: Williams, 2006. 576 p.
10. Stephen Skiena. Algoritmy. Rukovodstvoporazrabotke [Algorithms. Production Guide]. 2nded. M. BHV. Peterburg, 2011. 682 p.