

Шибeko Роман Владимирович, Панова Полина Олеговна

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА В УСТРОЙСТВЕ ДИАГНОСТИКИ КРОВотоКА**

Статья посвящена использованию оптических датчиков в медицинском устройстве по диагностике состояния кровеносной системы организма человека. Кровь – одна из основных жидкостей в организме. Многие соматические заболевания диагностируются по её состоянию, к тому же имеются системные заболевания крови. Исходя из этого, проблема диагностики кровотока достаточно актуальна. В статье описывается устройство, измеряющее насыщенность крови кислородом и скорость кровотока. В качестве датчика и информационной линии выступает опико-волоконная линия. Для повышения точности измерения используется метод двух длин волн.

Адрес статьи: [www.gramota.net/materials/1/2013/10/57.html](http://www.gramota.net/materials/1/2013/10/57.html)

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

**Альманах современной науки и образования**

Тамбов: Грамота, 2013. № 10 (77). С. 183-186. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: [www.gramota.net/editions/1.html](http://www.gramota.net/editions/1.html)

Содержание данного номера журнала: [www.gramota.net/materials/1/2013/10/](http://www.gramota.net/materials/1/2013/10/)

**© Издательство "Грамота"**

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: [www.gramota.net](http://www.gramota.net)

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: [almanac@gramota.net](mailto:almanac@gramota.net)

## POSSIBILITIES OF STUDENTS' COGNITIVE COMPETENCE FORMATION WHILE TEACHING MATHEMATICS

**Sharmina Tamara Nikolaevna**, Ph. D. in Physical-Mathematical Sciences, Associate Professor  
**Sharmin Dmitrii Valentinovich**, Ph. D. in Pedagogy, Associate Professor  
*Tyumen State University*  
*dsharmin@mail.ru*

The article is devoted to the problem of non-mathematical specialties students' cognitive competence formation while teaching mathematics. The definition of the notion "cognitive competence" is given, the main cognitive competence components are considered, some conditions and peculiarities of this competence formation in the institution of higher education are shown. Special attention is paid to the possibilities of the formation of students' general and specific cognitive activity techniques while teaching mathematical subjects.

*Key words and phrases:* cognitive competence; educational activity; research activity; cognitive activity techniques; mathematics; mathematics language.

УДК 616-71

**Технические науки**

*Статья посвящена использованию оптических датчиков в медицинском устройстве по диагностике состояния кровеносной системы организма человека. Кровь – одна из основных жидкостей в организме. Многие соматические заболевания диагностируются по её состоянию, к тому же имеются системные заболевания крови. Исходя из этого, проблема диагностики кровотока достаточно актуальна. В статье описывается устройство, измеряющее насыщенность крови кислородом и скорость кровотока. В качестве датчика и информационной линии выступает оптико-волоконная линия. Для повышения точности измерения используется метод двух длин волн.*

*Ключевые слова и фразы:* кровеносная система; оптическое волокно; метод двух длин волн; эффект Доплера; насыщение крови кислородом; скорость кровотока; микроконтроллер.

**Шибeko Роман Владимирович**

**Панова Полина Олеговна**

*Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет*  
*shibeko70@mail.ru*

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА В УСТРОЙСТВЕ ДИАГНОСТИКИ КРОВОТОКА<sup>©</sup>

В современных условиях наблюдается тенденция внедрения электронных систем во все области жизнедеятельности человека. Медицина не является исключением. Современные медицинские приборы вобрала в себя достижения всех разделов электроники, радиотехники и электротехники. Это позволяет облегчить работу и интеллектуализировать процесс «общения» человека с устройством. К тому же наблюдается переход от химических методов исследования состояния человека (лабораторный анализ) к физическим.

Данность такова, что человек состоит из определенного набора взаимодействующих систем с четкими и локальными функциями. Неисправность одной системы (болезнь) влияет на другие системы. Степень влияния различна. Кровеносная система принадлежит к наиболее влиятельным системам (большая чувствительность ее состояния для других систем). Исходя из этого, знание состояния кровеносной системы является достаточно важной частью медицинских обследований.

Кровь осуществляет транспортировку газов и питательных веществ к органам и обратно. Однако, кроме этой основной функции, она регулирует водно-солевой обмен в организме, кислотно-щелочное равновесие и принимает участие в поддержании постоянной температуры тела. Кроме того, не стоит забывать, что кровь является очень важной составляющей иммунной системы.

В устройстве, описанном ниже, производится измерение насыщения крови кислородом, а также скорости кровотока. Для измерения насыщения крови кислородом используется метод двух длин волн. Этот метод основан на том явлении, что коэффициент отражения света от красных кровяных телец различен на разных длинах волн. Данную зависимость характеризует Рисунок 1 (на рисунке *Hb* – гемоглобин).

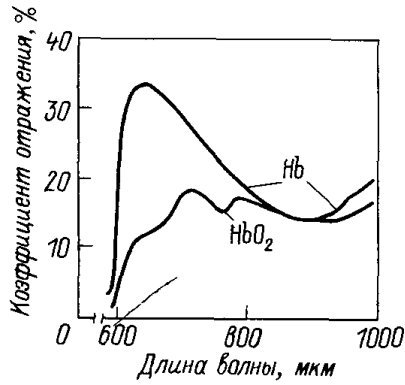


Рис. 1. Зависимость отражения света от красных кровяных телец при различных длинах волн

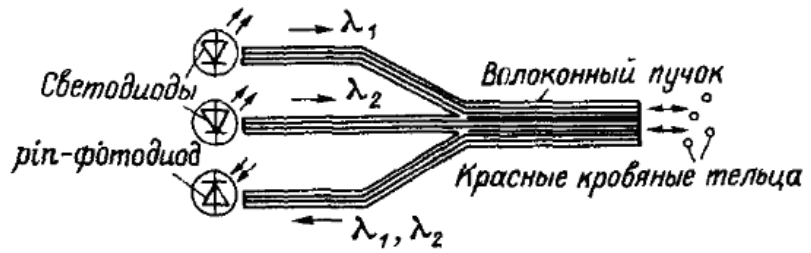


Рис. 2. Датчик насыщенности крови кислородом

Следовательно, применяя два источника света с разными длинами волн, можно более точно анализировать степень насыщения крови кислородом. В устройстве используется опико-волоконный пучок. Поскольку диаметр пучка очень мал, это позволяет разместить данный датчик внутри медицинской иглы и свести степень инвазивного воздействия на человека к минимуму (см. Рисунок 2).

Для измерения скорости кровотока используется эффект Доплера, при этом игла должна войти в артерию (вену) под некоторым углом (Рисунок 3).



Рис. 3. Наконечник оптического катетера для измерения скорости потока крови

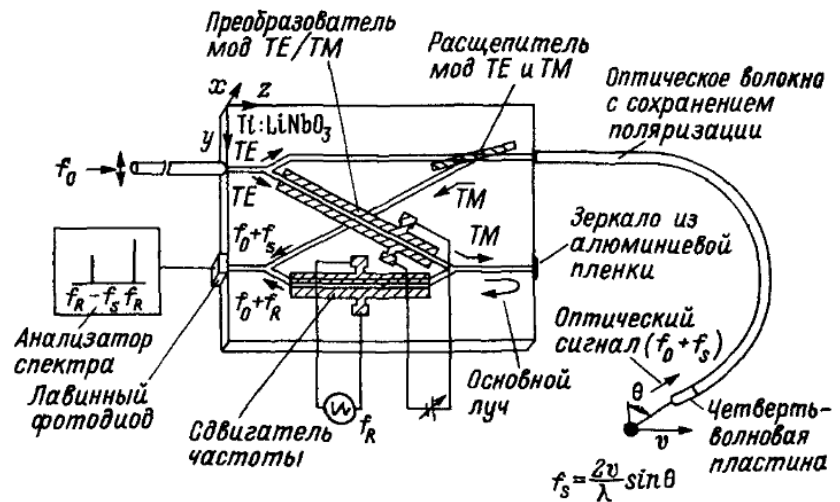


Рис. 4. Структура оптической интегральной схемы для лазерного доплеровского измерителя скорости

Зарубежная промышленность выпускает оптические микросхемы для реализации доплеровского измерителя скорости (Рисунок 4). Посредством ультразвуковой модуляции света формируется опорный луч, сдвинутый по частоте относительно лазерного на  $f_b$ , что позволяет не только измерять скорость, но и определять направление потока крови. При этом частота биений  $f_b$  (сигнал биений, обнаруживаемый методом гетеродина с помощью лавинного фотодиода) определяется как

$$f_b = f_b + \frac{2\pi}{\lambda} \cos \theta.$$

Таким образом, предлагается проект медицинского диагностического устройства, которое контролирует насыщенность крови кислородом, а также скорость кровотока. Управление системой производится со стороны персонального компьютера. В устройстве предполагается диапазон измерений скорости кровотока от 4 см/сек до 90 см/сек с точностью 5% и насыщения кислородом от 70% до 100% с точностью 5%.

На Рисунок 5 представлена структурная схема устройства:

- УФПер – схема управления фотопередатчиком;
- ФПер – фотопередатчик;
- ФПр – фотоприемник;
- Л – лазер;
- СУЛ – схема управления лазером;
- УМ – ультразвуковой модулятор;

- АС – анализатор спектра;
- ГУМ – генератор ультразвукового генератора;
- БМк – блок микроконтроллера;
- БИ – блок интерфейса;
- АЦП – аналого-цифровой преобразователь.

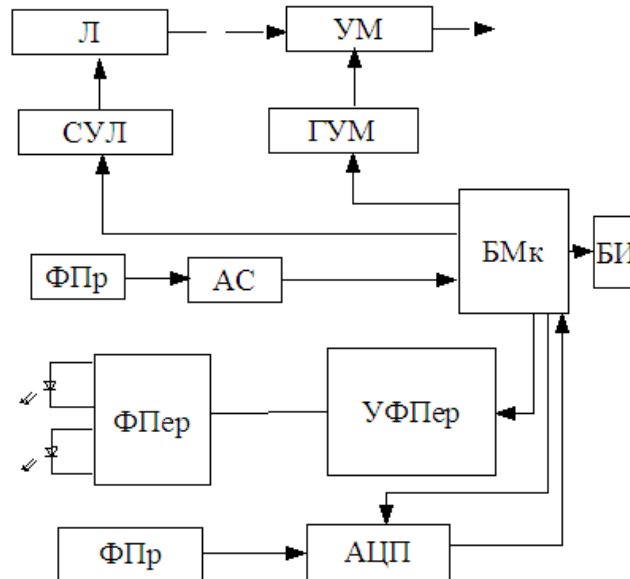


Рис. 5. Структурная схема устройства

Функциональная схема устройства представлена на Рисунке 6:

- УФ – управляемый фильтр;
- УВХ – устройство выборки и хранения;
- ФПр – интегральный фотоприемник;
- AVR – микроконтроллер;
- ГУМ – генератор ультразвукового модулятора;
- ТК – транзисторный ключ;
- ДСД – драйвер светодиода;
- ФПрд – фотоприемник доплеровский;
- СНС – схема начального сброса;
- ПК – персональный компьютер;
- У – усилитель;
- СУЛ – схема управления лазером.

Устройство работает следующим образом. Сигнал, реализующий метод Доплера, приходит на управляемый фильтр, основная задача которого – анализировать спектральный состав приходящего излучения. Сигнал с управляемого фильтра поступает на встроенный аналого-цифровой преобразователь микроконтроллера. Для увеличения точности преобразования перед АЦП ставят устройство выборки и хранения. Управляемый фильтр настраивается микроконтроллером и выделяет необходимую частоту сигнала для анализа спектральной составляющей. Ультразвуковой модулятор управляется транзисторным контактором, который подключает генератор модулятора к источнику питания. Для измерения концентрации кислорода в крови к опико-волоконной линии подключаются поочередно два светодиода, которые управляются контроллером через специальные драйверы.

Сигнал с фотоприемников при изменении концентрации в крови поступает на усилитель и далее оцифровывается средствами микроконтроллера через устройство выборки и хранения. Связь с центральной ЭВМ производится через интерфейс SPI (Serial Peripheral Interface).

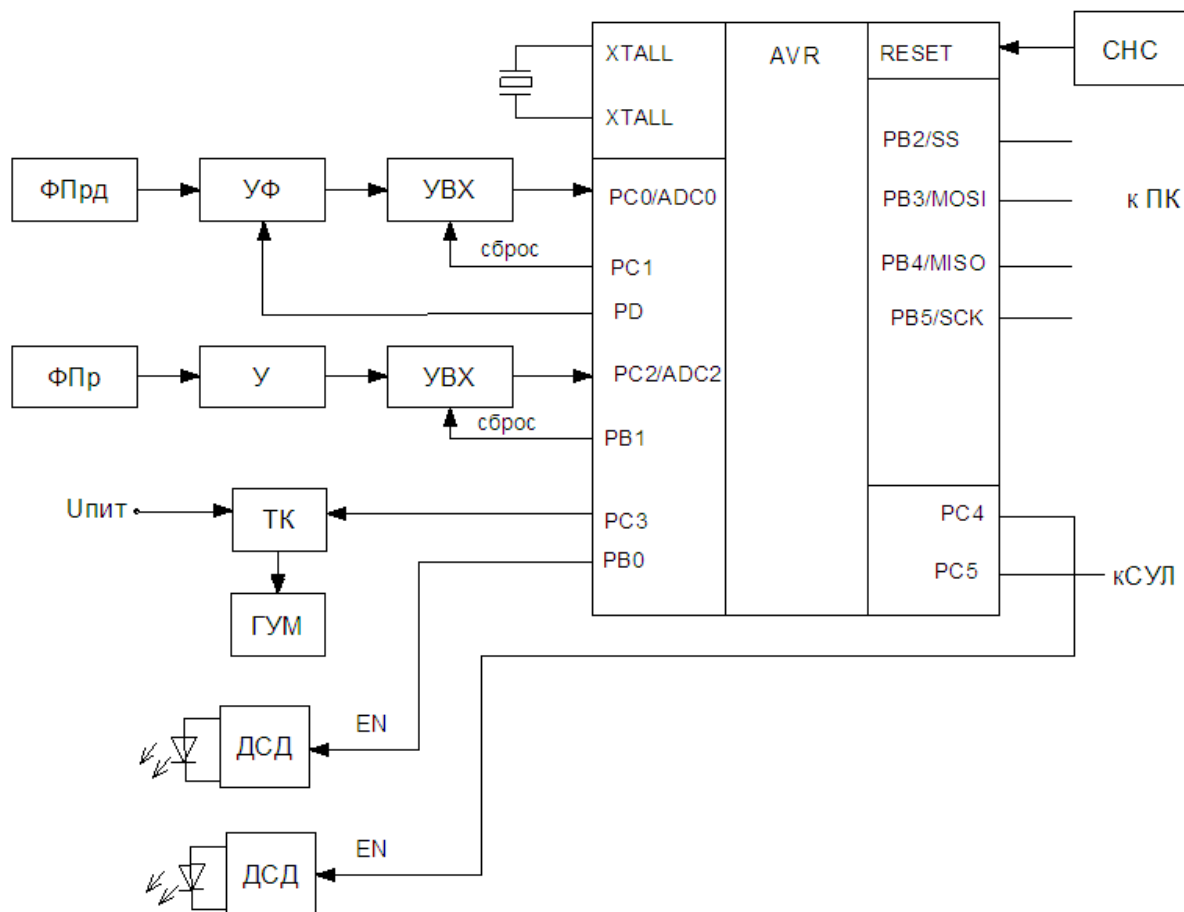


Рис. 6. Функциональная схема устройства

Таким образом, применение оптического волокна в диагностике кровотока позволяет получить относительно высокую точность измерения, свести инвазивное воздействие на пациента к минимуму. Стоит отметить и улучшение массогабаритных показателей устройства. Сфера применения устройства включает в себя реанимационную медицину, спортивную медицину и др.

#### Список литературы

1. Долидзе Д. Е. Оптоэлектроника. М.: Высшая школа, 1975. 288 с.
2. Забродин Ю. С. Промышленная электроника: учебник для вузов. М.: Высшая школа, 1982. 496 с.
3. Иванченко, А. П. Жидкие ткани организма человека. М.: Высшая школа, 1988. 342 с.
4. Капранов В. Д. Физиология человека. М.: Высшая школа, 1985. 208 с.
5. Окоси Т. и др. Волоконно-оптические датчики / под ред. Т. Окоси, пер. с японского. Л.: Энергоатомиздат (Ленингр. отд-ние), 1990. 256 с.

#### OPTICAL FIBER USE IN BLOOD FLOW DIAGNOSTICS DEVICE

Shibeko Roman Vladimirovich

Panova Polina Olegovna

Komsomolsk-on-Amur State Technical University

shibeko70@mail.ru

The article is devoted to the use of optical sensors in the medical device for the diagnostics of the human's organism blood-vascular system state. Blood is one of the main organism fluids. Many somatic diseases are diagnosed according to its state, besides there are system blood diseases. So the problem of blood flow diagnostics is quite urgent. In the article the device measuring blood saturation with oxygen and blood velocity is described. Optical fiber acts as a sensor and informational line. The method of two wave lengths is used to increase measurement accuracy.

*Key words and phrases:* blood-vascular system; optical fiber; method of two wave lengths; Doppler effect; blood saturation with oxygen; blood velocity; microcontroller.