

И.А. Кидисюк, студентка, Е.Н. Киселев, ст. преподаватель

РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УРОВНЕЙ ГЕМОГЛОБИНА И ОКСИГЕМОГЛОБИНА В КРОВИ

Запорожская государственная инженерная академия, кафедра ФБМЭ

Измерительные приборы и комплексы, в которых в качестве основного поля взаимодействия технических устройств с объектом исследования используется электромагнитное излучение ультрафиолетового, видимого и инфракрасного диапазонов спектра характеризуются относительной простотой методик применения, высокой точностью, воспроизводимостью измерений, быстродействием и надежностью. Электромагнитное излучение ультрафиолетового, видимого и инфракрасного диапазонов спектра практически сопровождает большинство процессов и явлений, наблюдаемых в природе и в производственной деятельности человека. Регистрируемое излучение или генерируется при протекании внутренних процессов, или является результатом отражения, рассеяния, пропускания излучения внешнего источника. При этом интенсивность излучения может быть выбрана столь незначительной, что не происходит энергетического вмешательства измерительных процедур в ход исследуемых процессов и появляется возможность объективно оценивать характеристики и параметры самих процессов. Широкое применение в клинической практике получил метод фотооксигеметрии, позволяющий исследовать насыщение крови кислородом. Этот параметр является одним из важнейших для изучения кислородно-обменных процессов. Падение уровня гемоглобина ниже установленного свидетельствует о недостаточности железа, что является одним из самых распространенных нарушений. Поэтому актуальной является разработка компьютерного комплекса диагностики уровня окисленного гемоглобина в крови.

Основой предлагаемой конструкции компьютерного комплекса диагностики является фотоабсорбционный метод, предполагающий определение состава и концентрации веществ в среде в зависимости от изменения интенсивности лучистого потока, проходящего через исследуемую среду. В клинической практике определяется степень насыщения (γ) артериальной крови кислородом, представляющая собой отношение содержания кислорода (V) к ее кислородной емкости (V_0). Это соответствует отношению количества окисленного гемоглобина к общему его количеству. Гемоглобин, в отличие от тканей,— это цветной фильтр, причем на цвет фильтра влияет степень насыщения гемоглобина кислородом. Дезоксигемоглобин, имеющий темно-вишневый цвет, интенсивно поглощает красный свет и слабо задерживает инфракрасный. Поэтому при прохождении через кровь, не содержащую кислорода, красного и инфракрасного света, первый будет почти полностью поглощен, а второй — лишь несколько ослаблен. Оксигемоглобин хорошо пропускает красный свет, но интенсивно поглощает инфракрасное излучение. Метод абсорбционной спектрофотометрии основан на законе Бугера–Ламберта–Бера, описывающем ослабление монохроматического потока излучения с длиной волны λ при прохождении слоя поглощающей среды толщиной l .

Для повышения точности определения концентрации фотометрические измерения необходимо проводить в области максимального поглощения. Наиболее простой способ фотометрических измерений — при помощи однолучевого фотометра. В этом варианте метода измеряется интенсивность потока излучения Φ , прошедшего исследуемую среду, а оптические свойства среды оцениваются с помощью коэффициента пропускания $\tau = \Phi/\Phi_0 = SU$, где Φ_0 — интенсивность падающего потока; S — коэффициент пропорциональности; U — сигнал на выходе фотометра. Для повышения точности измерений необходимо стабилизировать интенсивность Φ_0 , тогда выходной сигнал U , будет пропорционален значению τ .

В однолучевом фотометре с исследуемой средой взаимодействует только один поток излучения (рис. 1), поэтому свойства объекта можно оценить по параметрам этого потока.

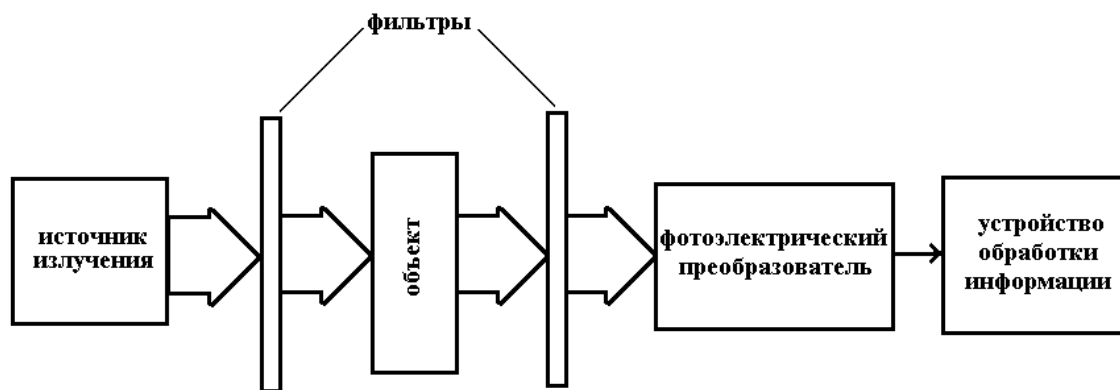


Рисунок 1 - Структурная схема однолучевого фотометра

Для обеспечения высокой точности измерений необходимо поддерживать неизменными спектральный состав и интенсивность падающего потока. Именно поэтому в качестве источника излучения все более широко используются светодиоды. Для разрабатываемого устройства был выбран светодиод АЛ-102АМ. Он обладает необходимыми параметрами: интенсивность излучения максимальна на длине волны 0,69 мкм, достаточно узкий спектральный диапазон излучения, что позволяет не использовать дополнительных оптических фильтров.

Для реализации импульсного режима используются генераторы с регулируемыми параметрами импульсов. Вместо проектирования схемы из традиционных логических элементов проще и экономичнее использовать одну из выпускаемых микросхем таймеров. Таймер может работать в непрерывном и импульсном режиме, а для задания его рабочих параметров требуется очень мало внешних элементов. В качестве такого генератора можно использовать генератор на таймере 555.

Преобразование интенсивности потоков излучения в электрический сигнал осуществляется с помощью фотоэлектрических преобразователей (ФЭП). Основным условием при выборе является спектральная чувствительность ФД. Диапазон принимаемых длин волн должен изменяться от 0,66 до 0,805 мкм и приходиться на максимум его спектральной чувствительности. Исходя из этого в системе диагностики применен интегральный приемник TSL220, содержащий кремниевый фотодиод и преобразователь напряжение/частота. На его выходе формируется последовательность импульсов с частотой, пропорциональной интенсивности света, которая падает на фотодиод.

Разработанный фотооксигеметр соединяется с компьютером через последовательный порт посредством устройства сопряжения, включающего в свой состав микроконтроллер AT90S2313 и преобразователь уровней MAX232. Применение микроконтроллера дополнительно обеспечивает синхронизацию передачи данных, контроль готовности компьютера к приему данных, объявление начала и конца передачи данных.

Для автоматизации определения уровня оксигемоглобина разработано программное обеспечение. Программа позволяет сохранить информацию о пациенте (его фамилию, И, О, пол, вес), дату проведения обследования, результат и нормальные показатели измеряемой величины в базе данных.

Разработанная компьютерная система диагностики оксигемоглобина характеризуется параметрами:

- ✓ период повторения измерительных импульсов изменяется от 1 до 3 с;
- ✓ длительность измерительных импульсов – 7 мкс.
- ✓ коэффициент согласования оптического канала системы – 0,841;
- ✓ погрешность преобразования приемника излучения – 0,83%.

Разработанная схема сопряжения фотооксигеметра с персональным компьютером обеспечивает повышение скорости проведения исследований, дает возможность автоматической обработки и сохранения полученных результатов в базе данных.

Измерительная часть системы подключается к персональному компьютеру через COM-порт. Программное обеспечение разработано в объектно-ориентированной среде Delphi, имеет графический пользовательский интерфейс, не требует дополнительной подготовки и может быть включено в состав АРМ врача.