

где  $K_i$  – факториальный кумулянт  $i$ -го порядка эмпирического распределения числа фотонов.

Факториальные кумулянты  $K_q$  вычисляются через факториальные моменты  $G_q$  :

$$K_q = G_q - \sum_{m=1}^{q-1} \frac{(q-1)!}{m!(q-m-1)!} K_{q-m} G_m, \quad (16)$$

где

$$G_k = \sum_{i=k}^N \frac{i!}{(i-k)!} p_i^*, \quad (17)$$

где  $p_i^*$  – эмпирическая вероятность того, что дискретная случайная величина приняла значение  $i$ .

Данный алгоритм был реализован программно. Результаты его применения для анализа с экспериментальных данных дают основания утверждать, что алгоритм может использоваться на практике.

#### Литература

1. *Chen Y., Müller J. D., So P. T. C., Gratton E.* The Photon Counting Histogram in Fluorescence Fluctuation Spectroscopy// *Biophysical Journal*. Volume 77. July 1999. 553–567.
2. *Huang B., Perroud T. D., Zare R. N.* Photon Counting Histogram: One-Photon Excitation// *ChemPhysChem*. May 2004. 1523–1531.
3. *Müller J. D.* Cumulant Analysis in Fluorescence Fluctuation Spectroscopy// *Biophysical Journal*. Volume 86. June 2004. 3981–3992.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГЛОЩАЮЩИХ СВОЙСТВ РАСSEИВАЮЩИХ ОБЪЕКТОВ И СРЕД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАЗИСНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

**Т. Ю. Шинкевич**

Цель работы – определение спектральной области поглощения лазерного излучения гемоглобином для разработки спектрального прибора измерения его концентрации.

Объектом исследования является гемоглобин в растворах, поскольку из-за его большой оптической плотности спектры поглощения и пропускания можно измерить только в растворах [1].

Проводились измерения спектральных характеристик гемоглобина в растворе глюкозы и в физиологическом растворе в следующих концентрациях:

гемоглобин с глюкозой:

- глюкозы – 20 мл,
- гемоглобина – 5 мл;

гемоглобин с физиологическим раствором:

- физиологического раствора – 20 мл,
- гемоглобина – 5 мл.

Для получения спектральных характеристик исследуемых компонент использовался однолучевой спектрофотометр SPECORD-M40 фирмы Carl Zeiss Jena, который имеет следующие технические характеристики:

- рабочий спектральный диапазон – от 200 до 1100 нм,
- выделяемый спектральный интервал – от 0.3 до 3 нм,
- минимальный шаг спектрального сканирования 0.1 нм,
- диапазон измерения оптической плотности  $D$  – от 0 до 1.6Б,
- диапазон измерения коэффициента пропускания  $K$  – от 2.5 до 100%.

Результаты измерений представлены на рис. 1-4. Как видно из приведенных на рис. 1,2 результатов, как в одном, так и в другом растворе максимальное поглощение наблюдается для линии 420нм. Для гемоглобина в физиологическом растворе наблюдается несколько большая интенсивность линии поглощения.

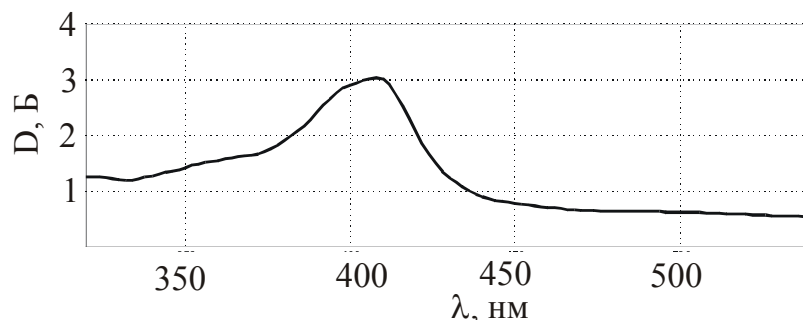


Рис 1. Спектральное изменение оптической плотности гемоглобина и физраствора

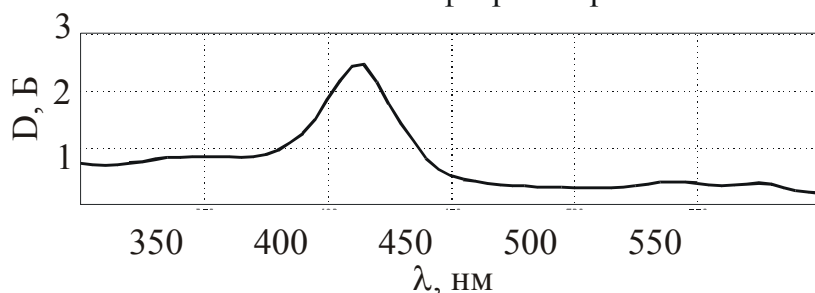


Рис 2. Оптическая плотность гемоглобина с глюкозой

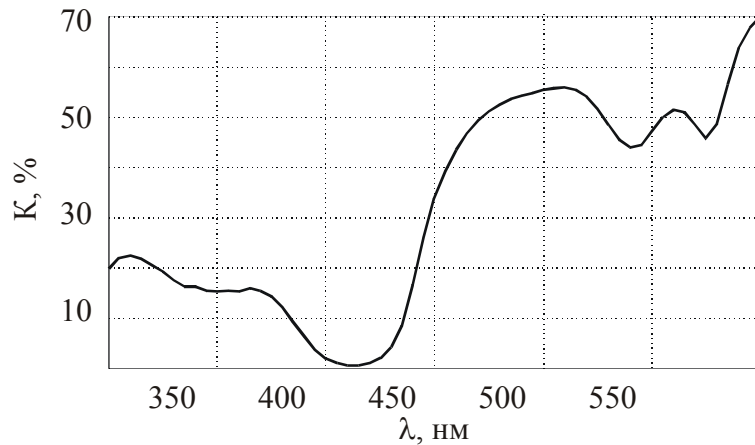


Рис 3. Коэффициент пропускания гемоглобина с глюкозой

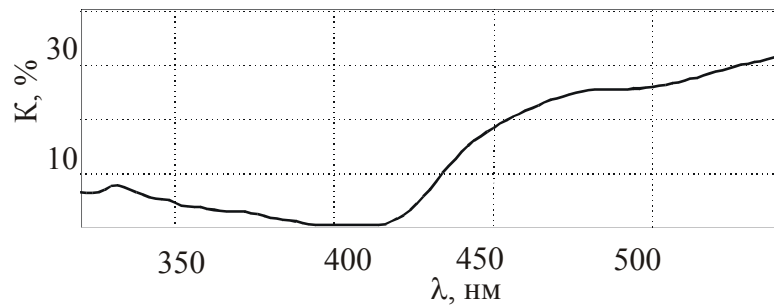


Рис 4. Коэффициент пропускания гемоглобина в физрастворе

Из анализа литературных источников [2-5] следует, что наиболее точной и эффективной является измерительная система на основе метода дифференциального поглощения [3], использующая измерения на двух длинах волн – центре линии поглощения и на крыле линии поглощения.

Для расчета концентрации, исходя из полученных экспериментальных данных, предлагается использовать длины волн 410нм и 520нм.

Функциональная схема измерительной системы, реализующей данный метод, приведена на рис.5.

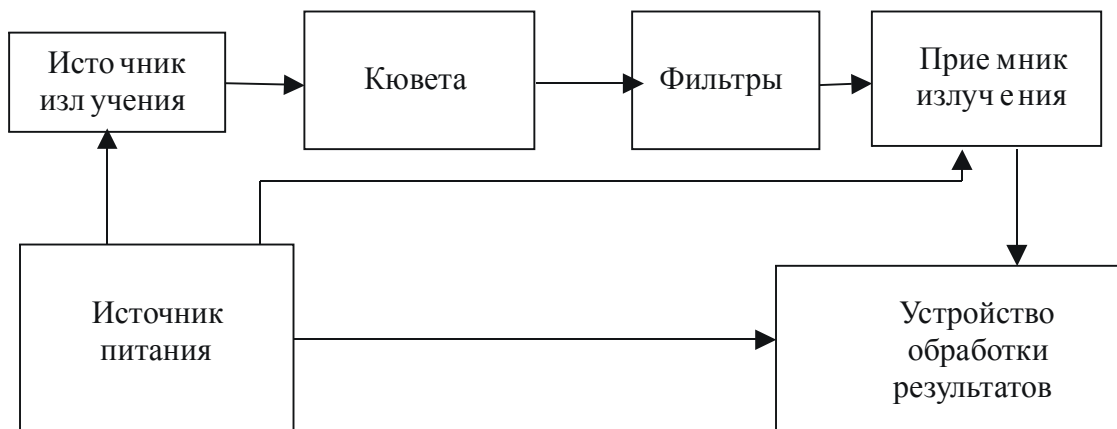


Рис. 5 Функциональная схема измерительной установки

В измерительной установке целесообразно использовать интерференционные фильтры [6], которые имеют узкую полосу пропускания. Но они очень дорогостоящие и поэтому была поставлена задача установить, возможно ли использовать нейтральные фильтры для проведения исследований. Для этого были проведены измерения спектров пропускания ряда нейтральных светофильтров. Результаты для двух из них приведены на рис. 6,7. Поскольку нужно выделить длины волн 410нм и 520нм, то наиболее подходящим является фильтр 2.

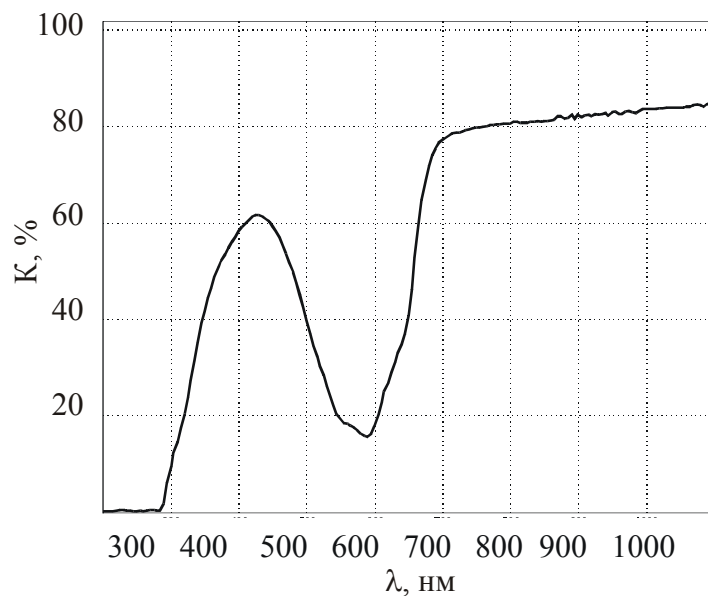


Рис. 6 Спектр пропускания фильтра 1

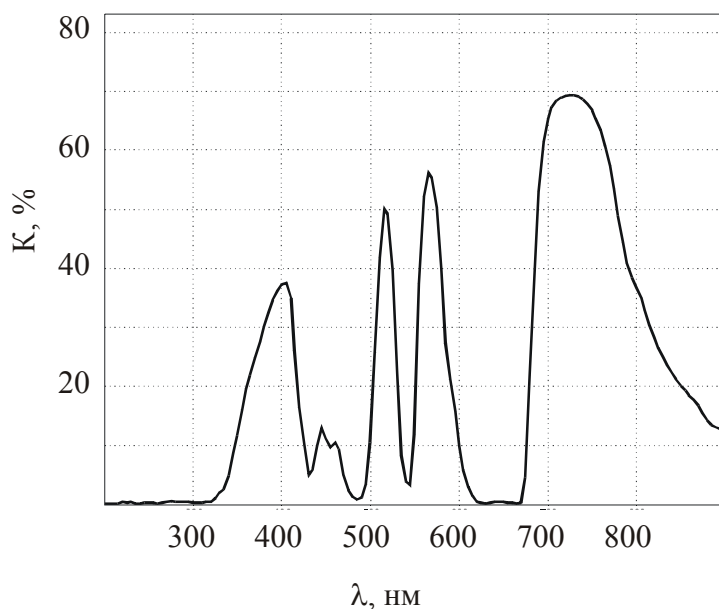


Рис. 6 Спектр пропускания фильтра 2

## Литература

1. Брискин Б. С., Алиев И. М., Полонский А. К. и др. Экспериментальное и клиническое обоснование эффективности чрезкожного облучения крови // Матер. Междунар. конфер. «Новые напр. лаз. мед.»
2. Иванов А. П. Оптика рассеивающих сред Мн.: Наука и техника, 1969
3. Кугейко М. М. Лазерная диагностика и спектроскопия Минск, БГУ, 2002
4. Демтрейдер В. Лазерная спектроскопия: основные принципы и техника эксперимента. М.: Наука, 1985
5. Лазерная аналитическая спектроскопия / Под ред. В. С. Летохова. М.: Наука, 1987.
6. Малышев В. И. Введение в экспериментальную спектроскопию. М.: Наука, 1979.

## СТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ЛЕГИРОВАННЫХ МЫШЬЯКОМ СЛОЯХ SiGe СПЛАВОВ ПРИ ТЕРМИЧЕСКОМ ОТЖИГЕ

К. В. Яцко, Д. В. Колтович

Поиск альтернативных материалов, совместимых с Si-технологией, исследование их свойств, а также разработка приборных структур на их основе, являются приоритетными направлениями материаловедения и полупроводниковой электроники. В частности, тенденции развития микроэлектроники предполагают широкое использование метастабильных структур – высоколегированных и пересыщенных слоёв SiGe сплавов. Высоколегированные слои имеют важное значение для создания истоковых областей в МОП технологии и эмиттеров – в биполярной. В связи с этим, система SiGe + As является перспективной для формирования приборов микроэлектроники.

Известно, что в кристаллах чистых кремния, легированных мышьяком до высокой концентрации, атомы As одновременно могут существовать в трех различных состояниях [1]:

- часть атомов As в концентрации  $n_e$ , не превышающей  $\sim 3,7 \cdot 10^{20} \text{ см}^{-3}$ , являются электрически активными;
- атомы As в концентрации выше  $C_{\text{sat}} \sim 3,2 \cdot 10^{21} \text{ см}^{-3}$  участвуют в образовании выделений фазы SiAs, где величина  $C_{\text{sat}}$  фактически соответствует пределу равновесной растворимости As в Si;
- большая фракция атомов As в концентрации  $N_{\text{as}} = C_{\text{sat}} - n_e$ , является электрически нейтральной, однако не образует выделений второй фазы, причем предполагается, что атомы As входят в состав подвижных примесно-дефектных комплексов. Атомная структура таких комплексов до настоящего времени является предметом активных дискуссий.