

ПРИБОРЫ, ИЗГОТОВЛЕННЫЕ
В ЛАБОРАТОРИЯХ

УДК 621.793.162

СПЕКТРАЛЬНЫЙ ПЛАЗМОН-ЭЛЛИПСОМЕТРИЧЕСКИЙ
КОМПЛЕКС ЭЛЛИПС-СПЭК

© 2013 г. С. В. Рыхлицкий, В. Н. Кручинин, В. А. Швец, Е. В. Спесивцев, В. Ю. Прокопьев

Поступила в редакцию 11.04.2012 г.

DOI: 10.7868/S0032816212060092

В настоящее время исследование поверхностно-плазмонного резонанса (п.п.р.) широко применяются для анализа малых концентраций и реакций взаимодействия макромолекул между собой в современных биоорганических наноразмерных системах (биосенсоры, биочипы) [1]. Системы анализа, использующие явление п.п.р., компактны, их воздействие на исследуемый объект имеет неразрушающий характер, что важно для биомедицинских исследований, кроме того, они обладают высокой чувствительностью, превышающей чувствительность оптических методов без использования явления п.п.р. на 2-3 порядка.

Для регистрации п.п.р.-сигнала используют эллипсометрию, позволяющую анализировать не

только амплитуду отраженной поляризованной волны, но и ее фазу [2].

Схема спектрального плазмон-эллипсометрического комплекса показана на рис. 1. Комплекс включает в себя измерительную ячейку 3, на поверхности которой установлена призма 1 в оптическом контакте со стеклянной пластиной 2, осуществляемом через иммерсионную жидкость. Пластина 2 служит верхней крышкой измерительной ячейки 3, через которую прокачивается жидкость с помощью перистальтического насоса 5. Основной объем анализируемой жидкости (~3 мл) помещается в буферную емкость 6, которая размещена в системе термостатирования 4. В эту емкость с помощью системы напуска 7 вводятся ис-

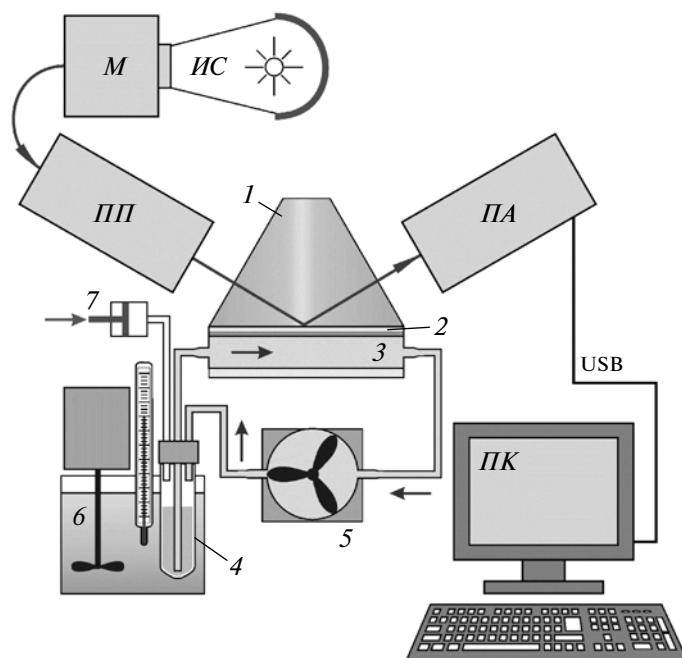


Рис. 1. Схема спектрального плазмон-эллипсометрического комплекса ЭЛЛИПС-СПЭК. ИС – источник света, М – монохроматор, ПП – плечо поляризатора, ПА – плечо анализатора, ПК – персональный компьютер для связи с эллипсометром по интерфейсу USB; 1 – призма, 2 – стеклянная пластина со слоем золота, 3 – ячейка с исследуемой жидкостью, 4 – буферная емкость, 5 – перистальтический насос, 6 – термостат, 7 – система ввода пробы.

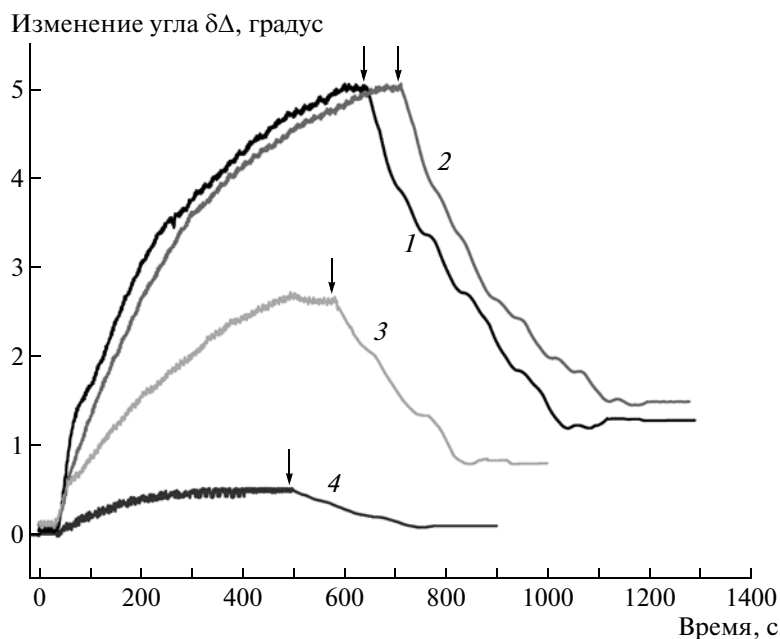


Рис. 2. Кинетические кривые изменения эллипсометрического угла Δ в процессах образования поверхностного комплекса антиген-антитело (СД24) и его распада. 1, 2 – образцы сыворотки крови больных раком кишечника; 3 – образец сыворотки крови больного раком кишечника, прошедшего курс химиотерапии; 4 – образец сыворотки крови здорового человека.

следуемые биоорганические объекты. Основное отличие данного п.п.р.-комплекса от описанного ранее [3] заключается в том, что для считывания сигнала через призму 1 используется спектральный быстродействующий эллипсометр. Это позволяет фиксировать плазмонное поглощение и точно измерять его сдвиг по длине волны при проведении анализа объектов в широком спектральном диапазоне.

Комплекс позволяет:

- проводить амплитудный и фазовый анализ отраженного поляризованного света вблизи условий наблюдения п.п.р.-сигнала;

- проводить мониторинг оптических характеристик биомедицинских сред с высокими чувствительностью и скоростью в широком спектральном диапазоне длин волн (350–1100 нм);

- исследовать особенности биоорганических реакций в широком диапазоне температур.

Разработанное оригинальное программное обеспечение позволяет реализовать различные режимы измерения, проводить анализ и моделирование измеренных данных и содержит обширную базу данных по широкому классу материалов.

На рис. 2 приведены результаты экспериментов по исследованию четырех различных сывороток крови на предмет образования поверхностного комплекса антиген-антитело и его распада при взаимодействии антигенов сыворотки крови с иммобилизованными на поверхности моноклональными антителами СД24 [4]. Стрелками на

рисунке показаны моменты подачи сыворотки крови в систему и промывки системы. Образец 4, соответствующий сыворотке здорового пациента, дает небольшое изменение эллипсометрического угла ($\delta\Delta \sim 0.5^\circ$). В ситуации же реакции антител с антигенами сыворотки (образцы 1–3) наблюдаемые значительные изменения эллипсометрического угла (несколько градусов) достоверно регистрируются комплексом.

Представленный комплекс является прецизионным средством диагностики биоорганических сред и может быть эффективно использован в медицинских исследованиях, в частности, для ранних выявлений онкологических процессов и иммунологических сдвигов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hutter E., Fendler J.H. // *Advanced Materials*. 2004. V. 16. № 19. P. 1685.
2. Hooper I.R., Sambles J.R. // *Journal of Applied Physics*. 2004. V. 96. № 5. P. 3004.
3. Рыхлицкий С.В., Кручинин В.Н., Швец В.А., Спесивцев Е.В. // ПТЭ. 2010. № 2. С. 180.
4. Воевода М.И., Пельтек С.Е., Кручинина М.В. и др. // *Автометрия*. 2011. Т. 47. № 5. С. 114.

Адрес для справок: Россия, 630090, Новосибирск, просп. Академика Лаврентьева, 13, Институт физики полупроводников СО РАН; тел. (383) 3333-884; fax: (383) 333-2771. E-mail: rhl@isp.nsc.ru