

использовалась в качестве эталона, относительный вклад значений RGB для каждого канала определяют как разность между значениями оцифрованного показателя канала и подложки.

Результат показывает, что относительный вклад RGB пропорционален цветовому тренду, соответственно концентрации иона металла в исследуемом образце.

### Список литературы

1. Гавриленко Н.А. Полиметакрилатные колориметрические сенсоры. // Ионы металлов.– СПб.: ХимИздат, 2016.– 143с.
2. Gavrilenko N.A., Volgina T.N., Gavrilenko M.A. Colorimetric sensor for determination of thiocyanate in fossil and drill waters // Mendeleev Communication, 2017.– T.27.– №6.– С.635–636.
3. Гавриленко Н.А., Саранчина Н.В., Федан Д.А., Гавриленко М.А. Твердофазно-спектрофотометрическое иодометрическое определение нитрита и селена (IV) с использованием полиметакрилатной матрицы // Журнал аналитической химии, 2017.– Т.72.– №5.– С.546–550.
4. Gavrilenko N.A., Gavrilenko M.A. Novel colorimetric sensor for determination of low molecular heparin // Mendeleev Communication, 2017.– V.27.– №4.– P.419–420.

## ДИНАМИЧЕСКОЕ КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ ЛАНТАНОИДОВ КРЕМНЕЗЕМОМ, ПОСЛОЙНО МОДИФИЦИРОВАННЫМ ПОЛИГЕКСАМЕТИЛЕНГУАНИДИНОМ И АРСЕНАЗО III

Ю.Д. Хилло, О.В. Буйко, Н.С. Кузьмин

Научный руководитель – д.х.н., профессор В.Н. Лосев

Сибирский Федеральный университет

660041 Россия, г. Красноярск, пр. Свободный 79, bujko\_olga@mail.ru

Благодаря уникальным химическим и физическим свойствам редкоземельные элементы (РЗЭ) широко используются в различных областях промышленности: в металлургии, машиностроении, радиоэлектронике, приборостроении, атомной технике, химической промышленности. Редкоземельные элементы относятся к рассеянными элементами, поэтому актуальным является концентрирование, отделение их от сопутствующих элементов и определение в различных природных и техногенных объектах.

Сорбционный метод разделения и концентрирования позволяет сконцентрировать микрокомпоненты на небольшой массе сорбента и отделить их от сопутствующих макрокомпонентов.

В данной работе в качестве сорбента предложено использовать кремнезем, последовательно модифицированный полигексаметиленгуанидином (ПГМГ) и арсеназо III. Выбор арсеназо III, обусловлен тем, что это хорошо исследованный реагент, образующий прочные ин-

тенсивно окрашенные внутрикомплексные соединения с РЗЭ, и широко используемый для их фотометрического определения.

При разработке комбинированных методик, включающих концентрирование РЗЭ из больших объемов растворов и последующей их десорбции с определением в растворе атомно-спектроскопическим или масс-спектрометрическим с

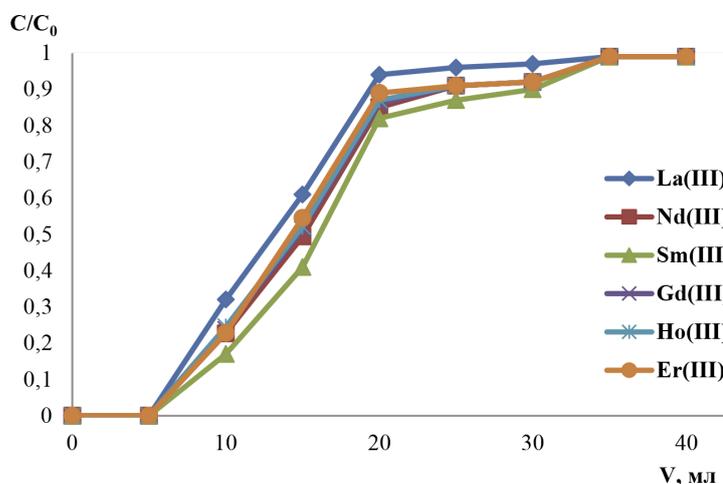


Рис. 1. Динамические выходные кривые сорбции ионов La(III), Nd(III), Sm(III), Gd(III), Ho(III), Er(III) ( $C_{Me} = 2$  мкг/мл,  $m_c = 0,1$  г,  $v = 1$  мл/мин, pH 5)

ИСП методом предпочтительным является динамический режим концентрирования.

В статическом режиме концентрирования время установления сорбционного равновесия при извлечении La(III) кремнеземом, модифицированным арсеназо III не превышает 10 мин. Количественное извлечение La(III) достигается в диапазоне pH 3–8.

В динамическом режиме оптимальная скорость пропускания раствора, содержащего ионы РЗЭ, через колонку, заполненную кремнеземом модифицированным арсеназо III, составляет 2 мл/мин.

На рис. 1 приведены динамические выходные кривые сорбции ионов лантаноидов.

Полная динамическая емкость кремнезема, модифицированного арсеназо III, по La(III) и Sm(III) составила ~8 мкмоль/г. Поверхностная концентрация арсеназо III на кремнеземе, обработанном ПГМГ, составляет ~9 мкмоль/г. Сопоставление количества сорбированного иона

металла с поверхностной концентрацией реагента позволяет предположить стехиометрию комплекса на поверхности сорбента Me:L 1:1, что хорошо коррелируется с литературными данными.

Ионы лантаноидов количественно (99%) десорбируются с поверхности кремнезема, модифицированного арсеназо III, 1–2 М растворами HCl и HNO<sub>3</sub>, при скорости их пропускания 1 мл/мин.

Динамическое концентрирование ионов РЗЭ с использованием кремнезема, послойно модифицированного ПГМГ и арсеназо III, опробована при анализе РЗЭ в лигнитах с последующим масс-спектрометрическим с ИСП определением. Правильность полученных результатов подтверждена независимым атомно-эмиссионным с ИСП методом.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-33-00105.

## МОДИФИКАЦИЯ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА ДЛЯ БИОАНАЛИТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ

Е.П. Христунова, К.А. Галдецкая, Е.В. Дорожко  
Научные руководитель – д.х.н., профессор Е.И. Короткова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, yekaterinakhristunova@gmail.com*

Металлические наночастицы (НЧ) имеют уникальные физические и химические свойства, существенно отличающиеся от свойств этих же веществ в макромасштабе. Благодаря превосходной проводящей способности и большей площади поверхности, НЧ представляют особый интерес в науке [1]. Эти уникальные свойства металлических НЧ и их способность связываться с биомолекулами, обеспечивают отличные перспективы для разработки высокочувствительных и селективных электрохимических иммуносенсоров, которые могут быть применимы для медицинских и биоаналитических целей [2]. Известно, что белки могут связываться с НЧ самопроизвольной адсорбцией или ковалентным связыванием [3], что может привести к концентрационной сорбции НЧ серебра на поверхности белка и увеличению чувствительности их определения в анализируемых объектах.

В этой работе были исследованы два метода модификации наночастиц серебра для получения биоконъюгатов с наилучшей возможной

активностью. Эти биоконъюгаты могут использоваться в качестве аналитического инструмента для медицинских диагностических целей, позволяющих количественно выявлять антитела против вируса клещевого энцефалита. В качестве модельного белка, был выбран бычий сывороточный альбумин (БСА). Модельный раствор БСА был приготовлен в фосфатном буферном солевом растворе pH = 7,4.

На начальном этапе НЧ серебра сферической формы синтезировали путем химического восстановления из нитрата серебра. В случае с ковалентным связыванием НЧ были модифицированы парамеркаптобензойной кислотой, для активации –COOH группы использовали N-гидроксисукцинимид и 1-этил-3-(3-диметиламинопропил)карбодимид [4]. Метод спонтанной адсорбции включал в себя стадию инкубирования НЧ серебра с белком без использования сшивателей. Биоконъюгаты полученные по двум методикам были очищены от низкомолекулярных соединений центрифугированием при 8000