

Российская академия наук  
Отделение химии и наук о материалах



[www.rusanalytchem.org](http://www.rusanalytchem.org)

**Отчет за 2016 год**

**Москва 2017**

*Бюро совета благодарит членов комиссий, отделений совета и организации, представившие материалы в отчет за 2016 г., а также председателей комиссий, принявших участие в обработке поступившего материала*

*ИСАХ РАН благодарит ООО «Оптоэлектроника» за финансовую поддержку членства совета в Европейской ассоциации химических и молекулярных наук (EuCheMS)*

**Поздравляем**

**академика РАН Юрия Александровича Золотова**

*с присуждением*

*Научной Демидовской премии 2016 г.*

*за выдающийся вклад в развитие аналитической химии*

**Поздравляем**

**члена-корреспондента РАН Льва Александровича  
Грибова**

*с получением медали ордена*

*«За заслуги перед отечеством» II степени*

**Поздравляем**

**Юрия Александровича Карпова с избранием в академики РАН,  
Владимира Пантелеймоновича Колотова с избранием в члены-  
корреспонденты РАН,**

**Татьяну Анатольевну Кучменко,  
Михаила Алексеевича Проскурнина и  
Андрея Васильевича Булатова**

**с избранием в профессора РАН**

## Поздравляем лауреата премии совета за 2016 г.

Премия 2015 года в номинации  
«За существенный вклад в развитие аналитической химии»  
присуждена

доктору химических наук, профессору

**ШТЫКОВУ**

**Сергею Николаевичу**

за пионерские работы в области наноаналитики, значительный вклад в люминесцентный анализ, тонкослойную хроматографию и другие аналитические методы.

---

Молодежная премия 2016 года  
присуждена не была

<http://www.wssanalytchem.org/nsakh/SitePages/reports.aspx>

Отчет Научного совета по аналитической химии за 2016 г. содержит два раздела - «Научные достижения в 2016 г.» и «Научно-организационная деятельность совета в 2016 г.». В свою очередь первая часть отчета - раздел «Научные достижения в 2016 г.» - состоит из трех частей: Методы аналитической химии, Общие вопросы аналитической химии и Аналитические приборы. Раздел «Анализ важнейших объектов», ранее присутствовавший в отчетах совета, отдельно не выделялся, т.к. почти в каждой работе, представленной в научной части отчета, указаны объекты, к которым применены рассматриваемые методы. Таким образом, была сделана попытка исключить дублирование отчетного материала. Полная версия рубрикации (индексации) отчёта доступна в электронном виде на сайте НСАХ РАН по адресу: <http://www.wssanalytchem.org/nsakh/Lists/reports/Allitems.aspx>, где представлены как методы, так и объекты анализа.

С использованием поисковой системы можно выбрать соответствующие пункты отчёта (см. инструкцию <http://www.wssanalytchem.org/nsakh/SitePages/reports.aspx>). Для выборки записей отчёта 2016 года в поле «Год» необходимо указать «2016».

# НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ В 2016 г

## МЕТОДЫ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ

### Методы обнаружения и идентификации

С использованием методов аналитического контроля идентифицировано 3 новых химических соединения, относящихся к классу производных фенэтиламина: метилона, мефедрона и 4-метилэтакатинона, определена их структура, а также получены их спектральные и хроматографические характеристики.

Авторы:	Слепченко Г.Б. <a href="mailto:slepchenkogb@mail.ru">slepchenkogb@mail.ru</a>
Организация:	Национальный исследовательский инновационный Томский ПУ, кафедра физической и аналитической химии
Город:	Томск
Методы:	Методы обнаружения и идентификации;
Объекты:	Фармацевтические, наркотические и допинговые препараты

Статистический анализ развития современных библиотек масс-спектров по критерию использования в научных исследованиях. Выяснено, что в 2015 г. «классические» библиотеки масс-спектров летучих соединений, предназначенные для использования вместе с наиболее распространенными масс-спектрометрами (газовые хромато-масс-спектрометры) используются наиболее часто (82 % выборки релевантной научной литературы). Основная область применения – анализ эфирных масел, запахов, летучих выделений растений и т.п. На использование «неклассических» библиотек, основанных преимущественно на применении электроспрея и тандемной масс-спектрометрии, в анализе нелетучих низкомолекулярных соединений (метабономика), также пептидов приходится приблизительно 21 % публикаций. Базы данных, которые содержат массовые профили белков, зарегистрированные с использованием масс-спектрометрии МАЛДИ, встречаются в литературе не очень часто (3 % публикаций по библиотекам), но они очень перспективны для идентификации микроорганизмов в клинической диагностике.

*Milman B. L., Zhurkovich I. K. Mass spectral libraries: A statistical review of the visible use // TrAC Trends in Analytical Chemistry. 2016. T. 80. C. 636-640*

Авторы:	Мильман Б.Л., <a href="mailto:bmilman@mail.rcm.ru">bmilman@mail.rcm.ru</a> ; <a href="mailto:bormilman@yandex.ru">bormilman@yandex.ru</a>
Организация:	Институт экспериментальной медицины (ИЭМ), лаборатория биомедицинской и фармацевтической масс-спектрометрии
Город:	Санкт-Петербург
Методы:	Методы обнаружения и идентификации;
Объекты:	

Новый подход к идентификации микроорганизмов (бактерий). Подход заключается в преобразовании их масс-спектров МАЛДИ с уменьшением масштаба шкалы масс на порядок величины (т.е. сжатии спектров) и использовании стандартной программы, предназначенной для построения библиотек масс-спектров низкомолекулярных соединений и поисков в таких библиотеках. Создана библиотека из 728 преобразованных (демасштабированных) масс-спектров 182 штаммов нескольких видов рода *Streptococcus*. Библиотека использована для оценки правильности идентификации микроорганизмов путем кросс-сравнения масс-спектров (внутренняя валидация метода). Правильность идентификации трех видов *Streptococcus* составляет 84 %, что соответствует среднему уровню правильности видовой идентификации, достигнутой при использовании масс-спектрометрии МАЛДИ и указанной в литературе. Внешняя валидация проведена при сравнении с устоявшимся подходом к идентификации, основанным на коммерческой программе и базе данных Biotyper. Продемонстрировано, что оба подхода дают близкие результаты идентификации: 80–88 % правильных результатов. Различие в результатах идентификации определяется в первую очередь несопадением справочных баз данных, а также разными критериями идентификации.

Предложенный подход к бактериальной идентификации рассматривается как основа перспективного метода выбора при решении обсуждаемых идентификационных проблем.

1. Мильман Б.Л., Ильясов Ю.Ю., Луговкина Н.В., Головина А.А., Дмитриев А.В. Низкомолекулярный подход к идентификации микроорганизмов методом масс-спектрометрии МАЛДИ // Масс-спектрометрия. 2016. Т. 13. № 3. С. 157-166.

2. Мильман Б.Л., Гостев В.В., Дмитриев А.В. Сравнение «низкомолекулярного» и устоявшегося подходов к видовой идентификации бактерий методом масс-спектрометрии МАЛДИ // Масс-спектрометрия. 2016. Т. 13. № 4. С. 252-257

Авторы:	Мильман Б.Л., <a href="mailto:bmilman@mail.rcom.ru">bmilman@mail.rcom.ru</a> ; <a href="mailto:bormilman@yandex.ru">bormilman@yandex.ru</a>
Организация:	Институт экспериментальной медицины (ИЭМ), лаборатория биомедицинской фармацевтической масс-спектрометрии
Город:	Санкт-Петербург
Методы:	Методы обнаружения и идентификации;
Объекты:	Биологические и медицинские объекты

Проведена экспериментальная работа по выделению нуклеиновых кислот (НК) из проб почвы, водопроводной воды и плазмы крови человека. Оценены эффективность выделения нуклеиновых кислот и эффективность лизиса пробы, так как при работе с реальными образцами одно из ключевых значений имеет качественные и количественные показатели содержания ингибиторов специфического анализа пробы НК. Изучено влияние различных факторов на извлечение ДНК/РНК из водных образцов и почвенных вытяжек с использованием проточной и стационарной систем с удерживаемым магнитным сорбентом с применением ультразвукового поля. Определено, что применение ультразвука мегагерцового диапазона в стационарной системе позволяет выделять нуклеиновые кислоты из образцов плазмы крови человека с эффективностью до 93%, водопроводной воды – до 96%, дерново-подзолистой почвы до 67%. Предложены технические решения и режимы для реализации автоматизированного высокоэффективного выделения НК с помощью ультразвука на одноразовых картриджах.

Авторы:	Петров Д.Г., <a href="mailto:dimoon88@mail.ru">dimoon88@mail.ru</a>
Организация:	Институт аналитического приборостроения РАН, лаборатория методов и приборов иммунного и генетического анализа
Город:	Санкт-Петербург
Методы:	Сорбция; Методы обнаружения и идентификации;
Объекты:	Биологические и медицинские объекты

## МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

### Гравиметрия

На аналитических микровесах AND BM-22 (Япония) с точностью взвешивания до 5 мкг разработана простая экспресс-гравиметрическая методика определения из 1 навески 4 элементов (С, Н, В, Rh) в родиевых металлокарборанах. Проблема определения родия по зольному остатку осложняется образованием летучих оксидов родия при стандартной температуре сжигания 900-950°C. Присутствие бора в образце позволило количественно выделить родий совместно с бором в зольном остатке в виде одной аналитической формы – бората Rh (III) при пониженной температуре сжигания. Содержание Rh и В рассчитывали по зольному остатку состава  $nRh_2O_3 \cdot mB_2O_3$ , исходя из атомных соотношений Rh и В в металлокарборане. Одновременно проводили определение С и Н по привесу поглотительных аппаратов с аскаритом и ангидроном. Методом изотермического титрования и сечений при 298 К изучена растворимость в системах вода – оксифос Б – тиоцианат калия и вода – оксифос Б – тиоцианат аммония.

Авторы:	Буяновская А.Г. <a href="mailto:analyst@ineos.ac.ru">analyst@ineos.ac.ru</a>
Организация:	Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН, лаборатория микроанализа
Город:	Москва

Методы: Гравиметрия. Элементный анализ

Объекты:

#### Анализ в потоке

На основе сочетания принципов последовательно-инжекционного анализа с электрохимическим детектированием на активированном углесталловом электроде разработана автоматизированная система контроля качества ряда лекарственных средств (экспериментальной оценки их фармацевтической эквивалентности, определения концентрации основного вещества). Система позволяет моделировать поведение лекарственных средств в биорелевантных средах, имитирующих состав и свойства физиологических жидкостей желудочно-кишечного тракта. Преимуществом предложенной системы перед стандартными фармакопейными методиками на основе УФ-спектрофотометрии является возможность увеличить частоту отбора проб, обеспечить более высокую селективность и уменьшить влияние плацебо.

*Л.К. Шпигун, Е.Ю. Андрюхина, П.М. Камилова, М.А. Суранова, А.С. Протасов. Электроаналитическое изучение синтетических производных гуанина, обладающих противовирусной активностью. // Электрохимия. – 2016. – Т. 52. – № 4. – С. 390–397. 2.*

*Л.К. Шпигун, Е.Ю. Андрюхина, П.М. Камилова Проточно-инжекционный метод амперометрического определения антивирусных производных гуанина. // Журн. аналит. химии. – 2016. – Т. 71. – № 6. – С. 618–625).*

Авторы: Шпигун Л.К., [shpigun@igic.ras.ru](mailto:shpigun@igic.ras.ru)  
Организация: Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН, лаборатория проблем аналитической химии  
Город: Москва  
Методы: Анализ в потоке  
Объекты: Фармацевтические, наркотические и допинговые препараты

Проведены исследования в области развития научно-методических и технологических основ создания микроустройств для молекулярной диагностики с помощью метода полимеразой цепной реакции (ПЦР) и технологий «капельной» микрофлюидики. Из ПДМС марки Sylgard-184 (Dow Corning, США) методом «мягкой» литографии изготовлены прототипы микрофлюидных устройств с генераторами капель (топология с фокусировкой потока) для экспериментальных исследований. Отработаны физико-химические и химические способы восстановления гидрофобности рабочей поверхности после обработки материала высокочастотной плазмой в среде кислорода при низком давлении (13.56 МГц, 1 мбар), применяемой для герметизации микрочипа. Найдены режимы устойчивого формирования капель в присутствии ПАВ. В качестве дискретной фазы выбран буферный раствор, имитирующий ПЦР-смесь по составу, вязкости и pH. Предложены подходы для интерпретации результатов ПЦР на основе анализа изображений при оптической регистрации массива капель.

Авторы: Евстапов А.А., [an\\_evs@mail.ru](mailto:an_evs@mail.ru)  
Организация: Институт аналитического приборостроения РАН (ИАНП РАН)  
Город: Санкт-Петербург  
Методы: Анализ в потоке; Микрочипы в аналитике  
Объекты: Биологические и медицинские объекты

Разработаны методики проточно-инжекционного определения антиоксиданта 2,2,4-триметил-1,2-дигидрохинолина и лекарственного препарата Бромантан в сложных смесях.

*1. М. И. Евгеньев, С. М. Горюнова, И. И. Евгеньева. Проточно-инжекционные определения антиоксиданта 2,2,4-триметил-1,2-дигидрохинолина в смесях. Вестник технологического университета. 2016. Т.19, N. 6.с. 32-35*

*2. М. И. Евгеньев, С.М. Горюнова, И.И. Евгеньева. Проточно-инжекционные определения иммуностропного препарата БРОМАНТАН. Вестник технологического университета. 2016. Т.19, N. 17. С. 41-44*

Авторы: Евгеньев М.И., [evgenev@kstu.ru](mailto:evgenev@kstu.ru)  
Организация: Казанский государственный технологический университет кафедра

	аналитической химии, сертификации и менеджмента качества
Город:	Казань
Методы:	Анализ в потоке
Объекты:	Фармацевтические, наркотические и допинговые препараты; Органические вещества: природные, синтетические, элементоорганические соединения, полимеры

Разработан автоматизированный комбинированный метод на принципах сочетания равновесного проточного анализа и ВЭЖХ с флуориметрическим детектированием, включающий извлечение аналитов из твердофазных проб в условиях ультразвукового поля и последующее микроэкстракционное концентрирование с диспергированием экстрагента в водной фазе растворителем с «переключаемой» полярностью. С использованием разработанного комбинированного метода предложена полностью автоматизированная методика определения офлоксацина в пробах куриного мяса.

*Irina Timofeeva, Semen Timofeev, Leonid Moskvina, Andrey Bulatov. A dispersive liquid-liquid microextraction using a switchable polarity dispersive solvent. Automated HPLC-FLD determination of ofloxacin in chicken meat. Analytica Chimica Acta. 2017. P. 35-42. DOI information: 10.1016/j.aca.2016.11.018*

Авторы:	Булатов А.В., <a href="mailto:bulatov_andrey@mail.ru">bulatov_andrey@mail.ru</a>
Организация:	Институт химии СПбГУ, кафедра аналитической химии
Город:	Санкт-Петербург
Методы:	Автоматизация анализа (общие решения); Анализ в потоке; Высокоэффективная жидкостная (в том числе ионная) хроматография
Объекты:	Пищевые продукты и корма

#### Биохимические и биологические методы

Предложены новые подходы к селективному мультиплексному определению методом спектроскопии ГКР (гигантского комбинационного рассеяния)

- изомерных фенольных соединений в их двухкомпонентных смесях, основанный на образовании окрашенных комплексов с переносом заряда ПАУ с π-акцепторами;

- маркеров нейромедиаторного обмена – допамина, норадреналина и адреналина, основанный на образовании окрашенных комплексов с переносом заряда с ионами Cu(II) и 4-аминоантипирином.

На основе указанных подходов разработаны методики определения *o*-хлорфенола в присутствии *l*-хлорфенола (ДОК 5–100 мкМ), фенола (0,5– 10 мкМ), *m*-крезола в присутствии *o*-крезола (1–100 мкМ), 2,5-диметилфенола в присутствии 2,6-диметилфенола (3 – 50 мкМ) и 2,6-диметилфенола в присутствии 2,5-диметилфенола (2 – 100 мкМ) в изооктане. Продемонстрирована возможность детектирования допамина с использованием разработанного сенсорного ГКР-устройства в плазме крови.

Разработаны методики мультиплексного ферментативного определения 0,01 – 10 мкМ допамина, 0,2 – 10 мкМ норадреналина и 0,1– 10 мкМ адреналина при их совместном присутствии в концентрационном соотношении 1:1:1.

Установлено, что для повышения чувствительности определения гемсодержащих ферментов целесообразно модифицировать ГКР-активную поверхность полимером, что приводит к электростатическим взаимодействиям между макромолекулами белков и полимеров. В качестве модификаторов изучены семь полимеров: полиакриловая кислота (ПАК) с молекулярными массами 1800 и 450000, натриевая соль альгиновой кислоты (Алг), хитозан (Хит), натриевая соль сополимера малоновой кислоты и полистиролсульфофосфорной кислоты, полистирол-сульфофосфорная кислота, альбумин. Для дальнейшей работы отобраны ПАК, Алг и Хит, характеризующиеся наименьшими уровнями фонового сигнала и шума. Показано, что для гемсодержащих белков коэффициент усиления (КУ) сигнала КР возрастает в ряду Хит < Алг < ПАК, а для гемина КУ увеличивается в ряду ПАК < Хит ≤ Алг < Аг, что подтверждает роль пептидного фрагмента молекулы фермента во взаимодействии с модифицирующим полимером.

Авторы:	Шеховцова Т.Н., <a href="mailto:tnshekh@yandex.ru">tnshekh@yandex.ru</a>
Организация:	Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, химический факультет, кафедра аналитической химии
Город:	Москва
Методы:	Биохимические и биологические методы. Наноаналитика. Метод гигантского комбинационного рассеяния

#### Объекты:

С использованием новых флуоресцентных индикаторных систем на основе комплексов Tb<sup>3+</sup>, Eu<sup>3+</sup>, а также процессов дериватизации аналитов с 1,2-дифенилэтилендиамином в присутствии миметиков Fe(III)-ТАМП и гемина разработаны высокочувствительные методики определения маркеров антиоксидантной активности и окислительного стресса (суммарного и индивидуального определения органических пероксидов - *трет*-гидробутилпероксида, пероксида кумола, пероксида мочевины, 2-бутанонпероксида и пероксида водорода в водно-органических и мицеллярных средах); ряда флавоноидов (кверцетина, эпикатехина и кофейной кислоты), а также катехоламинов (допамина, адреналина и норадреналина). Предложена методика иммобилизации/импрегнирования компонентов индикаторной системы в пленки хитозана в лунках 96-ячеечного планшета. Сочетание этих двух подходов позволяет проводить экспресс-определение вышеуказанных аналитов одновременно в 20 пробах. Разработанные методики апробированы в изучении взаимосвязи изменения антиоксидантной активности, уровня содержания маркеров окислительного стресса, допамина в крови мышей до и после облучения, а также под воздействием препаратов с повышенной антиоксидантной активностью.

Авторы: Шеховцова Т.Н., [tnshekh@yandex.ru](mailto:tnshekh@yandex.ru)  
Организация: Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, химический факультет, кафедра аналитической химии  
Город: Москва  
Методы: Биохимические и биологические методы. Наноаналитика.  
Люминесцентные методы  
Объекты:

Определены параметры реакций ферментативного окисления полифенолов в присутствии неочищенных экстрактов *Phaseolus vulgaris* и *Musa* sp. и выбраны условия для суммарного определения полифенолов в образцах чая, кофе и красного вина. Правильность определения подтверждена методом "введено - найдено" и сравнением полученных результатов с результатами стандартного метода. Методика спектрофотометрического определения полифенолов отличается простотой, высокой селективностью и экспрессностью.

Авторы: Моросанова Е.И., [emorosanova@gmail.com](mailto:emorosanova@gmail.com)  
Организация: Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, химический факультет, кафедра аналитической химии  
Город: Москва  
Методы: Биохимические и биологические методы  
Объекты: Пищевые продукты и корма

Для простого и быстрого иммунохимического выявления токсикантов в пищевых продуктах и окружающей среде получены трейсеры – флуоресцеин-меченные соединения. Синтезированные трейсеры применены в методиках поляризационного флуоресцентного иммуноанализа токсикантов – тетрабромбисфенола А, пестицидов триазофоса, имидаклотиза, 2,4-дихлорфеноксисуксунной кислоты; ветеринарных препаратов сульфаметазина, донофлоксацина, клинофлоксацина. Разработанные методики применены в контроле качества пищевых продуктов – оценке содержания остаточных количеств токсикантов.

Авторы: Еремин С.А., [saeremin@gmail.com](mailto:saeremin@gmail.com)  
Организация: Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, химический факультет, кафедра химической энзимологии  
Город: Москва  
Методы: Биохимические и биологические методы.  
Объекты: Пищевые продукты и корма

Обнаружен эффект суицидальной инактивации пероксидаза-подобного ДНКзима, используемого для определения ДНК. Показано, что введение в реакционную смесь такого субстрата-восстановителя, как 2,2'-азино-бис(3-этилбензотиазолин-6-сульфоуксусной кислоты) (АБТС), позволяет предотвратить этот нежелательный процесс. Определены оптимальные для этого подавления концентрации пероксида водорода и АБТС, а также pH реакционной среды. Данные условия могут быть использованы при разработке колориметрических методов определения ДНК.

Авторы: Сахаров И.Ю., [sakharovivan@gmail.com](mailto:sakharovivan@gmail.com)  
Организация: Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,

Город:	химический факультет, кафедра химической энзимологии Москва
Методы:	Биохимические и биологические методы.
Объекты:	Биологические и медицинские объекты

Разработан комплекс тест-систем для лабораторного и внелабораторного контроля микотоксинов – приоритетных токсичных контаминант сельскохозяйственной продукции, пищевых продуктов и кормов. Для шести основных микотоксинов, контаминирующих зерновые и зернобобовые культуры, – афлатоксина В1, охратоксина А, зеараленона, Т-2 токсина, фумонизина и дезоксиниваленола – разработаны иммунохроматографические тест-системы, позволяющие в 10-100 раз снизить предел их обнаружения (до 30 пг/мл). При времени анализа 10 минут и простоте использования данные тесты перспективны для контроля качества продуктов питания и кормов для животных.

Авторы:	Дзантиев Б.Б., <a href="mailto:dzantiev@inbi.ras.ru">dzantiev@inbi.ras.ru</a>
Организация:	ФИЦ Биотехнологии РАН
Город:	Москва
Методы:	Биохимические и биологические методы. Тест-методы
Объекты:	Биологические и медицинские объекты

Разработана методика иммунохроматографического анализа Х-вируса картофеля (ХВК) в комбинации с концентрированием. Для синтеза иммуносорбента использованы наночастицы оксида железа, содержащие на поверхности карбоксильные группы. Изучено влияние на характеристики анализа размера пор и связывающей способности рабочей мембраны мультимембранного композита. Сопоставлены концентрационные зависимости детектирования ХВК, получаемые при разных концентрациях иммунореагентов. Показано, что в оптимальных условиях предел обнаружения ХВК снижается в 6 раз по сравнению с традиционной иммунохроматографией без концентрирования – с 3 до 0,5 нг/мл. Показана эффективность разработанной методики для тестирования проб картофеля.

Авторы:	Дзантиев Б.Б., <a href="mailto:dzantiev@inbi.ras.ru">dzantiev@inbi.ras.ru</a>
Организация:	ФИЦ Биотехнологии РАН
Город:	Москва
Методы:	Биохимические и биологические методы. Тест-методы
Объекты:	Биологические и медицинские объекты

Предложен способ усиления сигнала в мембранных тест-системах, основанный на формировании агрегатов наночастиц посредством взаимодействия иммобилизованных на их поверхности молекул биотина и стрептавидина. Показано, что использование в иммуноанализе смеси трех конъюгатов наночастиц золота – со специфическими антителами, биотином и стрептавидином – позволяет включать в комплексы несколько сотен частиц-маркеров и соответственно повышать чувствительность анализа. С использованием такого способа реализована иммунохроматографическая тест-система обнаружения маркера воспалительных процессов прокальцитонина. Тест-система апробирована для контроля прокальцитонина в крови. Показаны ее диагностические преимущества по сравнению с традиционной иммунохроматографией, обусловленные 15-кратным – до 40 пг/мл – снижением предела обнаружения.

Авторы:	Дзантиев Б.Б., <a href="mailto:dzantiev@inbi.ras.ru">dzantiev@inbi.ras.ru</a>
Организация:	ФИЦ Биотехнологии РАН
Город:	Москва
Методы:	Биохимические и биологические методы. Тест-методы
Объекты:	Биологические и медицинские объекты

Разработан пьезокварцевый иммуносенсор для выявления сверхмалых доз антител к интерферону-гамма в фармацевтических препаратах. Фармацевтические препараты исследованы методом слепого тестирования. Полученные результаты использованы для расчета специфичности при валидации методики типа «идентификационный тест» для подтверждения идентичности анализируемого вещества (антител к интерферону гамма)

Авторы:	Ермолаева Т.Н., <a href="mailto:ermolaeva@stu.lipetsk.ru">ermolaeva@stu.lipetsk.ru</a>
Организация:	Липецкий государственный технический университет, кафедра химии
Город:	Липецк

Методы: Биохимические и биологические методы  
Объекты: Биологические и медицинские объекты. Фармацевтические, наркотические и допинговые препараты

Разработаны пьезокварцевые иммуносенсоры для определения антибиотиков класса фторхинолонов. Диапазон определяемых содержаний для левофлоксацина и цiproфлоксацина составляет (нг/мл): 0,1 – 30 и 5,0 – 130 соответственно. Разработаны методики определения левофлоксацина и цiproфлоксацина в молоке без предварительной пробоподготовки на уровне 0,05 и 2,2 нг/мл соответственно

Авторы: Ермолаева Т.Н., [ermolaeva@stu.lipetsk.ru](mailto:ermolaeva@stu.lipetsk.ru)  
Организация: Липецкий государственный технический университет, кафедра химии  
Город: Липецк  
Методы: Биохимические и биологические методы  
Объекты: Биологические и медицинские объекты. Фармацевтические, наркотические и допинговые препараты. Пищевые продукты и корма

Разработаны пьезокварцевые иммуно- и биомиметические сенсоры для определения следовых концентраций фторхинолонов и цефалоспоринов. Поскольку цефалоспорины нерастворимы в органических растворителях, использован метод фотополимеризации импринтированных антибиотиками полимерных пленок непосредственно на поверхности электрода пьезоэлектрического сенсора. Оптимизированы условия синтеза пленок ПМО. Установлена взаимосвязь строения цефалоспоринов с характеристиками пленок ПМО (степень импринтинга, удельная поверхностная молярная концентрация отпечатков).

Авторы: Ермолаева Т.Н., [ermolaeva@stu.lipetsk.ru](mailto:ermolaeva@stu.lipetsk.ru)  
Организация: Липецкий государственный технический университет, кафедра химии  
Город: Липецк  
Методы: Биохимические и биологические методы  
Объекты: Фармацевтические, наркотические и допинговые препараты

Разработаны пьезокварцевые иммуносенсоры для определения следовых концентраций фторхинолонов (левофлоксацин, цiproфлоксацин) на базе наноструктурированных покрытий, сформированных на основе многостенных углеродных нанотрубок. Для формирования распознающего слоя сенсора золотые электроды модифицировали тиосоединениями линейного строения и наносили на поверхность предварительно активированные нанотрубки, а затем на них проводили иммобилизацию антител к фторхинолонам или гаптен-белковым конъюгатам. Показана возможность определения низкомолекулярных фторхинолонов в конкурентном, а также в прямом формате иммуноанализа за счет увеличения удельной поверхности иммуносенсора вследствие применения углеродных нанотрубок.

Авторы: Ермолаева Т.Н., [ermolaeva@stu.lipetsk.ru](mailto:ermolaeva@stu.lipetsk.ru)  
Организация: Липецкий государственный технический университет, кафедра химии  
Город: Липецк  
Методы: Биохимические и биологические методы  
Объекты: Фармацевтические, наркотические и допинговые препараты

Разработан аптасенсор на афлатоксин М1 на основе предложенного ранее принципа трехмерного распределения редокс-центров в биочувствительном слое биосенсора. Для конструирования биосенсора сначала модифицировали электроды поли(нейтральным красным) полимеризацией мономера в присутствии поликарбоксилированного производного пиллар[5]арена, а затем пришивали к свободным карбоксильным группам макроцикла молекулы нейтрального красного и аминированного аптамера на микотоксин. Сигнал измеряли с помощью спектроскопии электрохимического импеданса. Сопротивление переноса заряда увеличилось с концентрацией аналита в интервале от 10 до 150 нг/мл. Проведено сравнение сигнала импеданса, измеренного в присутствии и в отсутствие редокс-индикатора (феррицианид-ионы). Аптасенсор апробирован на примере тестирования молока и молокопродуктов.

Авторы: Евтюгин Г.А., [Gennady.Evtugyn@kpfu.ru](mailto:Gennady.Evtugyn@kpfu.ru)  
Организация: Казанский (Приволжский) Федеральный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Казань  
Методы: Биохимические и биологические методы. Вольтамперометрия и

Объекты: поляррография.  
Пищевые продукты и корма

Проведено сравнительное исследование новых модифицирующих материалов на основе кросс-сшитых олигомеров молочной кислоты – прекурсоров мезопористых пленок, получаемых капельным нанесением на электроды. Показана зависимость параметров электронного переноса от природы сшивающего агента, в качестве которого использовали различные функционализированные тиакаликс[4]арены. Установлено различие в структуре, проницаемости и морфологии поверхности пленок в зависимости от удельной массы покрытия и конфигурации сшивающего агента. Продемонстрирована возможность применения пористых покрытий олигомолочной кислоты для получения дендритных покрытий серебра и селективной иммобилизации ДНК. Получены характеристики сенсоров в составе ацетилхолинэстеразного биосенсора и электрохимического сенсора на пероксид водорода и тиолы.

Авторы: Евтюгин Г.А., [Gennady.Evtugyn@kpfu.ru](mailto:Gennady.Evtugyn@kpfu.ru)  
Организация: Казанский (Приволжский) Федеральный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Казань  
Методы: Биохимические и биологические методы. Вольтамперометрия и поляррография. Иные электрохимические методы  
Объекты:

Разработан способ высокочувствительного определения антрациклиновых препаратов с помощью амперометрического биосенсора на основе гибридного покрытия полианилин – ДНК, получаемого в одну стадию с помощью потенциометрического электролиза из раствора компонентов в щавелевой кислоте. Сигналом биосенсора в отношении антрациклинов служило изменение тока окисления-восстановления полианилина при инкубировании сенсора в растворе аналита. Для повышения чувствительности определения предложено дополнительно покрывать ДНК полианилином, синтезированным в отсутствие биополимера, и насыщать ДНК метиленовым синим. Показано, что чувствительность определения антрациклинов возрастает с количеством связанного метиленового синего и может достигать 10 пМ при общем времени анализа до 40 мин. (на примере доксорубина). Установлена селективность отклика на антрациклины по сравнению с сульфаниламидными препаратами.

Авторы: Евтюгин Г.А., [Gennady.Evtugyn@kpfu.ru](mailto:Gennady.Evtugyn@kpfu.ru)  
Организация: Казанский (Приволжский) Федеральный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Казань  
Методы: Биохимические и биологические методы. Вольтамперометрия и поляррография  
Объекты: Фармацевтические препараты

Разработаны моноаминоксидазные биосенсоры на основе печатных графитовых электродов, модифицированных разными вариантами гибридных наноматериалов на основе графитовых материалов, полиэфиropолиолов и наночастиц металлов (дисперсии углеродных нанотрубок в полиэфиropолиоле Boltorn H20 и H40, наночастиц Ag в полиэфиropолиоле Boltorn H40, фуллерена C60 в хитозане в сочетании с наночастицами Cu в полиэфиropолиоле Boltorn H40; графен, покрытый электрохимически генерированными наночастицами Co). Впервые использованы аминоксиды на платформе полиэфиropолиола Boltorn H20 в составе как модификаторов поверхности электродов, так и матричного материала биочувствительной части моноаминоксидазных биосенсоров. Область рабочих концентраций на 1-1.5 порядка шире, чем для немодифицированных вариантов биосенсоров и составляет  $1 \times 10^{-9}$ - $5 \times 10^{-4}$  М. Разработаны методики определения лекарственных веществ в фармпрепаратах и биологических жидкостях с помощью предложенных биосенсоров. Показана возможность определения антидепрессантов в присутствии антибиотика норфлоксацина при соотношении компонентов 1:100. Показана возможность определения веществ, обладающих антидепрессивным действием, в моче в широком концентрационном диапазоне  $1 \times 10^{-9}$ - $10^{-5}$  М

Авторы: Медянцева Э.П., [Elvina.Medyantseva@kpfu.ru](mailto:Elvina.Medyantseva@kpfu.ru)  
Организация: Казанский (Приволжский) ФУ, кафедра аналитической химии  
Город: Казань  
Методы: Биохимические и биологические методы. Вольтамперометрия и поляррография

Объекты: Фармацевтические препараты

Предложены новые амперометрические биосенсоры для определения зеараленона на основе модифицированных многослойных углеродных нанотрубок (МУНТ), модифицированных серебром, в ГРПО Voltorn H20, H30 печатных графитовых электродов и иммобилизованной пероксидазы, позволяющие расширить диапазон определяемых концентраций, снизить  $C_n$ , получить более воспроизводимые результаты. Установлено, что зеараленон проявляет свойства обратимого ингибитора пероксидазы, что позволяет определять его с помощью пероксидазных биосенсоров, модифицированных МУНТ с наночастицами серебра в интервалах концентраций  $1 \times 10^{-11} - 1 \times 10^{-6}$  М. Разработаны методики определения зеараленона с помощью электродов на основе пероксидазы в пищевых продуктах (кукурузной, ячневой крупах, кукурузных хлебцах), позволяющие определять микотоксин на уровне и ниже ПДК

Авторы: Медянцева Э.П., [Elvina.Medyantseva@kpfu.ru](mailto:Elvina.Medyantseva@kpfu.ru)  
Организация: Казанский (Приволжский) ФУ, кафедра аналитической химии  
Город: Казань  
Методы: Биохимические и биологические методы. Вольтамперометрия и полярография  
Объекты: Фармацевтические препараты. Пищевые продукты и корма

Показано, что бета-амилоид электрохимически окисляется на поверхности печатных графитовых электродов за счет аминокислотных остатков тирозина, гистидина и метионина. Вольтамперометрический анализ, основанный на окислении электроактивных аминокислотных остатков, эффективен в распознавании аминокислотных замен и модификаций в пептидах. Разработан электрохимический способ контроля образования комплексов между бета-амилоидом и ионами металлов, основанный на регистрации изменения сигнала окисления.

Авторы: Супрун Е.В., [lenasuprun@mail.ru](mailto:lenasuprun@mail.ru)  
Организация: НИИ биомедицинской химии им. М.В. Ореховича  
Город: Москва  
Методы: Биохимические и биологические методы. Вольтамперометрия и полярография. Химические сенсоры  
Объекты: Биологические и медицинские объекты

Создана электрохимическая биосенсорная система для определения эстеразного статуса организма, базирующаяся на высокочувствительных планарных амперометрических сенсорах на холин и фенол. Сенсоры адаптированы для работы с кровью, разработан общий формат анализа эстераз крови. При определении эстеразного статуса большой группы людей в Болгарии показана высокая степень корреляции результатов, получаемых при определении холинэстераз и карбоксилэстеразы двумя методами – спектрофотометрически и с использованием биосенсоров. Созданная система позволяет анализировать в малых образцах (100 мкл) гемолизата крови все пять эстераз, определяющих эстеразный статус, - ацетилхолинэстеразу, бутирилхолинэстеразу, нейротоксичную эстеразу, карбоксилэстеразу и параоксоназу. Биосенсорная система может быть использована в режиме «у постели больного» и позволяет более детально оценить воздействие фосфорорганических соединений, установить точный диагноз отравления, дать прогноз развития интоксикации и оптимизировать лечение.

Авторы: Махаева Г.Ф. [gmakh@ipac.ac.ru](mailto:gmakh@ipac.ac.ru)  
Организация: Институт физиологически активных веществ РАН (ИФАВ РАН) совместно с лабораторией постгеномной химии кафедры химической энзимологии МГУ (зав. лаб. Курочкин И.Н.)  
Город: Черноголовка  
Методы: Биохимические и биологические методы. Химические сенсоры  
Объекты: Биологические и медицинские объекты

Ведется разработка микроустройств на основе принципов «капельной» микрофлюидики для химического и биологического анализа, в том числе для молекулярной диагностики с помощью полимеразой цепной реакции (ПЦР). Из полиметилсилоксана марки Sylgard-184 методом «мягкой» литографии изготовлены прототипы микрофлюидных устройств с генераторами капель (топология с фокусировкой потока). Отработаны физико-химические и химические способы восстановления гидрофобности рабочей поверхности после обработки материала высокочастотной плазмой в среде кислорода при низком давлении.

Авторы: Евстрапов А.А, [an\\_evs@mail.ru](mailto:an_evs@mail.ru)  
Организация: Институт аналитического приборостроения РАН (ИАНП РАН)  
Город: Санкт-Петербург  
Методы: Биохимические и биологические методы. Анализ в потоке.  
Микрочипы в аналитике  
Объекты: Биологические и медицинские объекты

### Капиллярный электрофорез и близкие методы

В развитие гибридных методов анализа показана возможность разделения изотопов  $^6\text{Li}$  и  $^7\text{Li}$  методом капиллярного электрофореза. Выбраны оптимальные условия: фоновый электролит содержал 5 мМ 4-аминопиридина, 0,9 мМ щавелевой кислоты, 0,25 мМ СТАВ и 0,25% вес / об Tween 20 (рН = 9,2); напряжение на концах капилляра +25 кВ; температура капилляра 30°C; косвенное фотометрическое детектирование при 261 нм; время анализа составляло менее 21 мин. Было продемонстрировано разделение препаратов лития с В мольной долей  $^6\text{Li}$  в диапазоне от 3,44 до 90,38%.

*Kamencev M, Yakimova N., Moskvina L., Kuchumova I., Tkach K., Malinina Y., Tungusov O. Isotopic separation of lithium ions by capillary zone electrophoresis // Electrophoresis, 2015, 36, 3014–3017.*

Авторы: Москвин Л.Н., [moskvinln@yandex.ru](mailto:moskvinln@yandex.ru); Каменцев М.Я., [mkamencev@yandex.ru](mailto:mkamencev@yandex.ru)  
Организация: Санкт-Петербургский университет, Институт химии, кафедра аналитической химии  
Город: Санкт-Петербург  
Методы: Капиллярный электрофорез и родственные методы  
Объекты: Неорганические соединения (в том числе особо чистые вещества и полупроводниковые материалы)

Разработана методика определения органических аминов в питьевой и сточной водах методом капиллярного электрофореза. Для косвенного фотометрического детектирования в качестве ведущего электролита выбран смешанный раствор бензимидазола и винной кислоты. Ввод пробы – гидродинамический. Методика опробована на образцах питьевой и сточной вод. Правильность результатов подтверждена способом введено–найденно. Диапазон определяемых концентраций 0.25–5 мг/л. Время выполнения одного анализа 4–5 мин.

*М.Я. Каменцев, Л.Н. Москвин, Ю. Малинина, И.Д. Кучумова Определение алкиламинов в водных средах методом капиллярного электрофореза // Журнал аналитической химии. 2016. Т.71. № 9. С. 951-955.*

Авторы: Москвин Л.Н., [moskvinln@yandex.ru](mailto:moskvinln@yandex.ru); Каменцев М.Я., [mkamencev@yandex.ru](mailto:mkamencev@yandex.ru)  
Организация: Санкт-Петербургский университет, Институт химии, кафедра аналитической химии  
Город: Санкт-Петербург  
Методы: Капиллярный электрофорез и родственные методы  
Объекты: Природные, технологические и питьевые воды

Основная проблема при решении различных медико-биологических задач методом капиллярного электрофореза (**КЭ**) – высокие пределы обнаружения (**ПО**) и необратимая сорбция основных аналитов (белков, пептидов, нейромедиаторов и др.) на внутренней поверхности кварцевого капилляра. Одно из решений – использование различных модификаторов стенок капилляра, препятствующих сорбции аналитов, влияющих на миграционные характеристики и процессы внутрикапиллярного концентрирования. С этой целью исследованы и получены аналитические характеристики сверхразветвленных полимеров (**СРП**) типа «ядро-оболочка» на основе полиэтиленimina с олигосахаридными терминальными олигосахаридными группами (мальтозой, мальтотриозой, лактозой (PEI-OS), поверхностно-активных веществ (**ПАВ**), ионных жидкостей в составе фонового электролита при электрофоретическом разделении гидрофильных и гидрофобных аналитов (аминокислоты, водорастворимые витамины группы В, катехины,

катехоламины - допамин, эпинефрин, норметанефрин, норэпинефрин, белки - лизин, альбумин, миоглобин, трансферрин, стероидные гормоны, лекарственные препараты) и биологических жидкостях (плазма, сыворотка крови, моча, фармпрепараты). Используемые СРП различались массой ядра (5 и 25 кДа) и содержанием терминальных олигосахаридов: структура А –77%, структура В –32% и С– 16% (Рис. ).

Установлено, что сверхразветвленный полимер (СРП) на основе полиэтиленimina может выполнять функции модификатора кварцевого капилляра. Предложен новый способ формирования стабильного динамического покрытия кварцевого капилляра на основе комплексов «Cu<sup>2+</sup>-сверхразветвленный полимер с мальтозной оболочкой». Показано, что при электрофоретическом разделении катехоламинов и белков на таких модифицированных капиллярах эффективность возрастает до 430 тыс. т.т./м

Авторы:	Карцова Л.А., <a href="mailto:kartsova@gmail.com">kartsova@gmail.com</a>
Организация:	Санкт-Петербургский университет, Институт химии, кафедра органической химии, лаборатория хроматографии
Город:	Санкт-Петербург
Методы:	Капиллярный электрофорез и родственные методы
Объекты:	Биологические и медицинские объекты; Фармацевтические, наркотические и допинговые препараты

На модифицированных капиллярах выявлены возможности различных вариантов *on-line* концентрирования катехоламинов и белков. На капилляре, модифицированном комплексом Cu<sup>2+</sup>-PEI-Mal-C с применением стэкинга с большим объемом вводимой пробы ПО белков снижены в ~ 30 раз. Обнаруженные закономерности на модельных системах подтверждены при электрофоретическом определении альбумина в образцах крови и лизоцима в слюне, концентрация которых – важный диагностический критерий при определении целого ряда патологий. Стэкинг с большим объемом вводимой пробы на модифицированном капилляре обеспечил обнаружение лизоцима, содержание которого в слюне ниже ПО, достигаемых традиционным КЗЭ. (Фактор концентрирования ~ 89,5).

Пробу плазмы крови последовательно фильтровали через бумажный и стекловолоконный фильтр с размером пор 1-2 мкм, а затем мембранный (инертный к белкам) микрофильтр (размер пор 0,22 мкм), разбавляли в 100 и 10000 раз водой. Пробоподготовка слюны включала ее отбор в эппендорф, центрифугирование (3000 об/мин, 10 мин.), разбавление в 5 и 500 раз водой. Результаты: альбумина - 204мг/мл; лизоцима - 247,6 мкг/мл.

Авторы:	Карцова Л.А., <a href="mailto:kartsova@gmail.com">kartsova@gmail.com</a>
Организация:	Санкт-Петербургский университет, Институт химии, кафедра органической химии, лаборатория хроматографии
Город:	Санкт-Петербург
Методы:	Другие методы разделения и концентрирования. Капиллярный электрофорез и родственные методы. Общие вопросы пробоподготовки
Объекты:	Биологические и медицинские объекты

Разработан способ извлечения и отдельного определения тирозина и витамина В<sub>6</sub>, позволяющий практически полностью извлекать аминокислоту и витамин из водного раствора блоксополимером торговой марки «Плуроник» (степень извлечения достигает 98%). Селективное определение каждого компонента смеси осуществлено методом капиллярного электрофореза с применением УФ-детектирования: тирозин определяли при длине волны 254 нм, ведущий электролит – фосфатный буферный раствор с добавкой β-циклодекстрина (рН 7,8±0,2), витамин В<sub>6</sub> определяли при длине волны 200 нм, ведущий электролит – боратный буферный раствор (рН 8,9±0,2). Регистрировали по две электрофореграммы каждой порции подготовленной пробы, с помощью программного обеспечения «Эльфран» проведена идентификация компонентов в пробе, определено содержание аминокислоты и витамина.

Авторы:	<a href="mailto:moksnad@mail.ru">Мокшина Н.Я.</a> , Пахомова О.А., <a href="mailto:moksnad@mail.ru">moksnad@mail.ru</a>
Организация:	Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е.Жуковского и Ю.А.Гагарина, кафедра физики и химии
Город:	Воронеж
Методы:	Капиллярный электрофорез и близкие методы
Объекты:	Биологические и медицинские объекты

## Методы локального анализа и анализа поверхности

Разработаны методики определения основного и примесного состава пленок кремния и его соединений (карбидов, нитридов и карбонитридов) субмикронной толщины методами лазерной масс-спектрометрии (ЛМС) и ИСП-МС с использованием в качестве образцов сравнения для количественного определения газообразующих элементов (С, N, O) стехиометрических соединений кремния: SiC, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> и SiO<sub>2</sub>

Авторы: Сапрыкин А.И., [saprykin@niic.nsc.ru](mailto:saprykin@niic.nsc.ru)  
Организация: Институт неорганической химии СО РАН, аналитическая лаборатория  
Город: Новосибирск  
Методы: Методы локального анализа и анализа поверхности. Масс-спектрометрия  
Объекты: Неорганические соединения (в том числе особо чистые вещества и полупроводниковые материалы)

Метод лазерной абляции в сочетании с ИСП-МС применен для локального и послойного анализа тонких плёнок, полученных методами плазмохимического осаждения из газовой фазы (CVD) на кремниевых подложках. Показано, что выбор оптимального значения параметров лазерной абляции позволяет выполнять анализ пленок толщиной от 10 до 1000 нм без эрозии подложки с ПО до  $1 \cdot 10^{-4}$  % мас.

Авторы: Сапрыкин А.И., [saprykin@niic.nsc.ru](mailto:saprykin@niic.nsc.ru)  
Организация: Институт неорганической химии СО РАН, аналитическая лаборатория  
Город: Новосибирск  
Методы: Методы локального анализа и анализа поверхности. Использование лазеров; Масс-спектрометрия  
Объекты: Неорганические соединения (в том числе особо чистые вещества и полупроводниковые материалы)

Синтезированы наноструктурированные кремнийсодержащие мезопористые материалы типа MCM-41 и SBA-15 с регулируемыми поверхностными и поверхностными характеристиками для селективной сорбции биологически активных веществ (БАВ). Представлены новые данные сравнительного анализа текстурных и физико-химических характеристик кремнийсодержащих мезопористых материалов типа MCM-41 методами просвечивающей электронной микроскопии, рентгеноструктурного анализа, низкотемпературной адсорбции/десорбции азота, термогравиметрии.

Авторы: Карпов С.И., к.х.н.; Селеменов В.Ф., зав. кафедрой, профессор, [common@chem.vsu.ru](mailto:common@chem.vsu.ru)  
Организация: Воронежский государственный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Воронеж  
Методы: Сорбция; Методы локального анализа и анализа поверхности  
Объекты:

## Масс-спектрометрия

Предложен, изучен, научно и экономически обоснован новый метод элементного анализа - масс-спектроскопия ЭРИАД Эл, имеющий существенные преимущества перед ИСП МС по абсолютной чувствительности, по простоте прямой регистрации масс-спектра без сложных математических алгоритмов для вычитания интерферирующих пиков, не требующей применения масс-спектрометра с высокой разрешающей способностью, и обеспечивающий низкую стоимость проводимого анализа. Кроме того, элементный ЭРИАД позволяет в одном анализе с элементным производить также изотопный и молекулярный анализ, что позволяет решать технологические задачи ядерно-топливного цикла и биологические задачи металломики

Авторы: Галль Л.Н. [Ingall@yandex.ru](mailto:Ingall@yandex.ru)  
Организация: Институт аналитического приборостроения РАН, лаборатория экологической масс-спектрометрии

Город: Санкт-Петербург  
Методы: Масс-спектрометрия  
Объекты:

Представлены новые данные масс-спектрометрического анализа фосфолипидов (ФЛ) методом ионизации MALDI (Matrix Assisted Laser Desorption-Ionization). Масс-спектрометрия фосфолипидов дополняет информацию, получаемую другими спектральными методами исследований, и новые данные позволили уточнить природу взаимодействий при сорбционном выделении, разделении и концентрировании БАВ (фосфолипиды, полифенолы, фитостеролы).

Авторы: Карпов С.И., к.х.н.; Селеменов В.Ф., проф., зав. кафедрой  
[common@chem.vsu.ru](mailto:common@chem.vsu.ru)  
Организация: Воронежский государственный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Воронеж  
Методы: Масс-спектрометрия  
Объекты: Фармацевтические, наркотические и допинговые препараты

Разработана и реализована оригинальная схема фотохимической генерации/отгонки летучих производных мышьяка и ртути с последующим их концентрированием и электротермическим атомно-абсорбционным определением элементов. Разработана аналитическая схема определения элементов методом ИСП-МС с использованием высокоэффективного фотохимического генератора летучих производных элементов  $^{75}\text{As}$ ,  $^{79}\text{Br}$ ,  $^{82}\text{Se}$ ,  $^{121}\text{Sb}$ ,  $^{125}\text{Te}$ ,  $^{127}\text{I}$ ,  $^{202}\text{Hg}$ ,  $^{209}\text{Bi}$

Авторы: Бурылин М.Ю., [burylin@chem.kubsu.ru](mailto:burylin@chem.kubsu.ru)  
Организация: Кубанский государственный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Краснодар  
Методы: Масс-спектрометрия  
Объекты: Неорганические соединения (в том числе особо чистые вещества и полупроводниковые материалы)

## Микрочипы в аналитике

### Микроустройства на основе принципов «капельной» микрофлюидики для химического и биологического анализа

Проект направлен на разработку и развитие научно-методических и технологических основ создания микроустройств для молекулярной диагностики с помощью метода полимеразой цепной реакции (ПЦР) и технологий «капельной» микрофлюидики.

Материалы, перспективные для использования в конструкциях микрофлюидных устройств: гранулы циклоолефина ZeoNex 690R, пленка Zeonor Film® ZF14-188 (Zeon Europe GmbH, Германия), пленка из полиэтилентерефталата PET (K&S Precision Metals, США), эпоксидный оптический клей-компаунд ПЭО-221 (СПБГТИ (ТУ), Россия) и кремнийорганическая полимерная композиция КРЕОЛ (ООО СУРЭЛ, Россия) были проверены на ингибирование ПЦР.

Из ПДМС марки Sylgard-184 (DowCorning, США) методом «мягкой» литографии изготовлены прототипы микрофлюидных устройств с генераторами капель (топология с фокусировкой потока) для экспериментальных исследований. Отработаны физико-химические и химические способы восстановления гидрофобности рабочей поверхности после обработки материала высокочастотной плазмой в среде кислорода при низком давлении (13.56 МГц, 1 мбар), применяемой для герметизации микрочипа.

На экспериментальной установке проведены исследования по выбору режимов устойчивого формирования капель, по изучению влияния состава и концентраций поверхностно-активных веществ (ПАВ) на их однородность и стабильность. В качестве непрерывной фазы использовалось минеральное масло BioXtra (Sigma-Aldrich Corp., США) с добавками ПАВ: Span® 80, Brij® 35, Brij® L4 (Sigma-Aldrich Corp., США); ABIL EM 180 (Evonik Industries, Германия). В качестве дискретной фазы выбран модельный буферный раствор, имитирующий ПЦР-смесь по составу, вязкости и pH. Наиболее стабильные и воспроизводимые результаты формирования капель получены при использовании ABIL EM180 с концентрациями 3% и 4%.

Экспериментальные исследования по оценке температурной и временной стабильности капель проводили в пробирках, помещенных в термостат на 30 мин при 60 °С для 4% ABIL EM 180 и 35

мин при 65 °С для 5% Span® 80 + 0,5% Brij® L4. При использовании ПАВ ABIL EM 180 диаметр капле до термического воздействия  $D_1 = 63,6$  мкм, СКО - 2,1 мкм; после термического воздействия:  $D_{1T} = 58,3$  мкм, СКО - 1,5 мкм (коэффициент вариации – до 3,3%), примерно в 1% случаев после термического воздействия происходит объединение двух капле. Крупные объединения 3-х и более капле не выявлены. Предложены подходы для интерпретации результатов ПЦР на основе анализа изображений при оптической регистрации массива капле.

Авторы: Евстапов А.А., [an\\_evs@mail.ru](mailto:an_evs@mail.ru)  
Организация: Институт аналитического приборостроения РАН (ИАНП РАН)  
Город: Санкт-Петербург  
Методы: Анализ в потоке; Микрочипы в аналитике  
Объекты: Биологические и медицинские объекты

#### Наноаналитика

Исследовано окисление наночастиц (НЧ) серебра в присутствии пероксида водорода, надуксусной кислоты, дитретбутипероксида и трет-бутилгидропероксида, что приводит к уменьшению полосы поверхностного плазмонного резонанса при 400 нм. Изучено влияние времени взаимодействия и рН раствора на окисление НЧ под воздействием пероксида водорода и надуксусной кислоты. Показано, что глубина окисления НЧ растет с увеличением концентрации оксидов, что может быть использовано для их спектрофотометрического определения. Способ применен для экспресс-определения пероксида водорода в антисептическом средстве «Гидропирит» и в оксигенте для волос «Estel». Достоинствами разработанных методик является простота, экспрессность, доступность используемого оборудования и легкость реализации тест-варианта

Авторы: Дмитриенко С.Г., [dmitrienko@analyt.chem.msu.ru](mailto:dmitrienko@analyt.chem.msu.ru)  
Организация: МГУ им. М.В. Ломоносова, химический факультет, кафедра аналитической химии  
Город: Москва  
Методы: Наноаналитика  
Объекты:

Показана возможность использования метода релеевского рассеяния для определения кварцетина в водном растворе с помощью наночастиц серебра (НЧС). Обнаружено, что низкие концентрации кварцетина (порядка мкг/л) значительно повышают интенсивность релеевского рассеяния раствора НЧС, стабилизированных бромидом цетилтриметиламмония (ЦТАБ) или *n*-додецилсульфатом натрия (ДДС)

Авторы: Беклемишев М.К., [mkb@analyt.chem.msu.ru](mailto:mkb@analyt.chem.msu.ru)  
Организация: МГУ им. М.В. Ломоносова, кафедра аналитической химии  
Город: Москва  
Методы: Наноаналитика  
Объекты:

Разработан метод определения высокомолекулярных антигенов на кремниевых нанопроводах размером 3 мкм x 150 нм. Разработан новый метод ориентированной иммобилизации фрагментов специфических антител на поверхности кремния. Метод заключается в предварительной иммобилизации наночастиц золота небольшого размера (4 нм) на кремнии, модифицированном 3-глицидопропилтриэтоксисиланом с тиоловыми группами, фрагменты антител затем иммобилизуются на наночастицах золота через тиоловые группы. Полученный нанопровод характеризовался высокой чувствительностью с максимальным значением 59 мВ на единицу рН, что близко к теоретическому верхнему пределу сдвига порогового напряжения. Была продемонстрирована высокая чувствительность определения на нанопроводах простат специфического антигена – молекулярного маркера рака простаты.

Авторы: Рубцова М.Ю., [myr@enz.chem.msu.ru](mailto:myr@enz.chem.msu.ru)  
Организация: МГК им. М.В. Ломоносова, кафедра химической энзимологии, лаборатория инженерной экологии  
Город: Москва  
Методы: Наноаналитика  
Объекты: Биологические и медицинские объекты

Варьирование селективности переноса катионов через перфторированные сульфокатионообменные мембраны МФ-4СК путем их модификации наночастицами допантов с протонодонорными свойствами позволило снизить чувствительность ПД-сенсоров к мешающим ионам гидроксония в кислых растворах аминокислот и витаминов (на примере гистидина и тиамин) и повысить ее к анионам и цвиттерионам аминокислот (на примере метионина) в щелочных растворах. Получены зависимости чувствительности ПД-сенсоров на основе гибридных мембран к определяемым и мешающим ионам от диффузионной проницаемости мембран.

*Результаты получены совместно с лабораторией ионики функциональных материалов ИОНХ РАН при выполнении работ за счет гранта РФФИ № 15-13-10036.*

Авторы:	Бобрешова О.В., д.х.н., <a href="mailto:bobreshova@chem.vsu.ru">bobreshova@chem.vsu.ru</a> Паршина А.В., д.х.н., <a href="mailto:parshina_ann@mail.ru">parshina_ann@mail.ru</a> ; Селеменов В.Ф., проф., зав. кафедрой, <a href="mailto:common@chem.vsu.ru">common@chem.vsu.ru</a>
Организация:	Воронежский государственный университет, кафедра аналитической химии
Город	Воронеж
Метод	Наноаналитика

Найдены оптимальные условия модификации наночастиц магнетита катионами полиэтиленimina (ПЭИ), ЦТАБ и его бисчетвертичными аналогами. Методами динамического рассеяния света и ПЭМ изучено распределение наночастиц по размерам и методом ПЭМ проведена оценка толщины слоя модификатора на их поверхности. Модифицированные МНЧ магнетита представляют собой отдельные наночастицы, агрегированные в более крупные структуры, при этом средний размер МНЧ магнетита, покрытых ПЭИ, ЦТАБ, бисчетвертичными аналогами типа 12-2-12, 12-4-12, 12-6-12, по данным ПЭМ составил  $10 \pm 2$  нм с толщиной оболочки  $1.0 \pm 0.1$  нм,  $8 \pm 2$  нм с толщиной оболочки  $1.0 \pm 0.1$  нм,  $9 \pm 1$  нм с толщиной оболочки  $2.6 \pm 0.2$  нм,  $8 \pm 2$  нм с толщиной оболочки  $2.5 \pm 0.2$  нм,  $9 \pm 2$  нм с толщиной оболочки  $2.5 \pm 0.2$  нм, соответственно. Анализ микрофотографий магнетита, модифицированных катионными ПАВ, показывает, что форма полученных частиц близка к сферической. Выявлен одинаковый характер зависимости от pH дзета-потенциала наночастиц магнетита и степени извлечения фторхинолонов, позволяющий предположить, что основное влияние на сорбцию антибиотика оказывает электростатический фактор. Показано, что максимальная сорбция антибиотиков происходит вблизи pH 3.2-3.3, а степень извлечения варьирует в интервале 90-98%.

Авторы:	Штыков С.Н., <a href="mailto:shtykovsn@mail">shtykovsn@mail</a>
Организация:	Саратовский государственный университет, кафедра аналитической химии и химической экологии
Город:	Саратов
Методы:	Наноаналитика
Объекты:	

Изучено влияние наноразмерных частиц серебра на эффективность переноса энергии в хелате европия с тетрациклинами. Показано, что максимальное увеличение интенсивности сенсibilизированной флуоресценции европия наблюдается в слабощелочной среде в присутствии наночастиц серебра, стабилизированных цитратом. Найдены оптимальные условия максимального увеличения интенсивности эмиссии европия. Возрастание сигнала флуоресценции возможно в результате сочетания межмолекулярного переноса энергии возбуждения от наночастиц серебра к комплексу европия с доксициклином и внутримолекулярного переноса энергии в хелате. Показано, что в присутствии наночастиц серебра понижается предел обнаружения доксициклина практически на порядок и расширяется диапазон определяемых концентраций.

Авторы:	Смирнова Т.Д., <a href="mailto:smirnovatd@mail.ru">smirnovatd@mail.ru</a>
Организация:	Саратовский государственный университет, кафедра аналитической химии и химической экологии
Город:	Саратов
Методы:	Наноаналитика
Объекты:	Фармацевтические, наркотические и допинговые препараты

## Рентгеновские методы

Предложен эффективный способ повышения седиментационной устойчивости суспензий, применяемых в рентгенофлуоресцентном анализе с полным внешним отражением, основанный на использовании жидкости с высокой вязкостью в качестве дисперсионной среды. Для этой цели выбраны этиленгликоль и глицерин, динамическая вязкость которых значительно превосходит вязкость воды. Поведение суспензий на основе этиленгликоля, глицерина и воды изучено на примере образцов каменноугольного кокса и каменного угля.

Авторы: Алов Н.В., [n\\_alov@mail.ru](mailto:n_alov@mail.ru)  
Организация: МГУ им. М.В. Ломоносова. кафедра аналитической химии  
Город: Москва  
Методы: Рентгеновские методы  
Объекты: Органические вещества: природные, синтетические, элементоорганические соединения, полимеры

Разработан новый подход к учету собственной рентгеновской флуоресценции кварцевых подложек-отражателей, позволяющий определять содержание кремния в образцах различной природы. Предложена математическая модель, описывающая возбуждение атомов кремния в подложке-отражателе, как первичным (в условиях явления полного внешнего отражения), так и вторичным рентгеновским излучением (характеристическим излучением образца). Установлено, что модель применима для определения кремния в образцах каменноугольного кокса и каменного угля.

Авторы: Алов Н.В., [n\\_alov@mail.ru](mailto:n_alov@mail.ru)  
Организация: МГУ им. М.В. Ломоносова. кафедра аналитической химии  
Город: Москва  
Методы: Рентгеновские методы  
Объекты: Минеральное сырье

Разработана методика рентгенофлуоресцентного анализа микрограммовых количеств порошковых и жидких проб в тонких слоях, не требующая учета матричных эффектов

Авторы: Ильин Н.П.  
Организация: НПО «Квант», аналитический отдел  
Город: Москва  
Методы: Рентгеновские методы  
Объекты:

Рассмотрена метрологическая задача оценивания качества результатов анализов. Показано, что термин «надёжность» не может иметь количественного значения и являться характеристикой качества анализов.

Рекомендованный в ГОСТах термин «правильность» на практике используется редко из-за трудностей выбора «истинного» или «опорного» значения измеряемой величины.

Обработка большого массива опубликованных данных по рентгеноспектральному микроанализу различных бинарных систем элементов, перевод их составов в атомные концентрации, позволили выделить группу образцов, имеющих стехиометрические составы. Проведен расчет правильности при анализе таких образцов по методике РСМА. Правильность может быть оценена как в абсолютных, так и в относительных процентах.

Авторы: Ильин Н.П.  
Организация: НПО «Квант», аналитический отдел  
Город: Москва  
Методы: Метрология, Стандартные образцы состава. Рентгеновские методы  
Объекты:

Проведено спектроскопическое исследование образцов техногенного сырья. Методом рентгенофлуоресцентного анализа (РФА) установлен химический состав обожженного шлака и шихты ванадиевого производства

Авторы: Алов Н.В., [n\\_alov@mail.ru](mailto:n_alov@mail.ru)  
Организация: МГУ им. М.В. Ломоносова, кафедра аналитической химии  
Город: Москва  
Методы: Рентгеновские методы  
Объекты: Минеральное сырье

Исследованы возможности метода рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС) для определения степени окисления элементов в техногенном сырье. Изучена возможность определения степени окисления ванадия в шлаке и шихте по отношению интенсивностей линий К и L-серии спектров, полученных методом РФА, однако метод не рекомендуется к применению из-за его низкой точности

Авторы: Алов Н.В., [n\\_alov@mail.ru](mailto:n_alov@mail.ru)  
Организация: МГУ им. М.В. Ломоносова, кафедра аналитической химии  
Город: Москва  
Методы: Рентгеновские методы  
Объекты: Металлы, сплавы и другие продукты металлургического производства

Проведена модернизация РФ-спектрометра Carl Zeiss VRA-30 с использованием программного пакета ASAK VRA-30 (ООО «Форатех», Екатеринбург). Программа дает возможность качественного анализа образцов неизвестного состава с автоматической расшифровкой спектров рентгеновской флуоресценции по элементам, а также расчета концентраций по способу фундаментальных параметров. Недеструктивный рентгено-флуоресцентный анализ использован для определения ряда металлов в новых порошковых и пленочных материалах на основе хитозана и наночастиц Cu, Ag и Au, полученных в ИНЭОС методом металлопарового синтеза. Изучены возможности недеструктивного РФА для определения стехиометрических отношений в наночастицах  $\text{Ru-Fe}_3\text{O}_4\text{-SiO}_2$  в органических матрицах. Метод РФА использован для исследования наночастиц магнетита в мицеллах полистирол-блок-полиэтиленоксида и додецилсульфата натрия. Показана возможность определения методом РФА Mo и W из 1 навески в полимерных образцах.

Авторы: Буяновская А.Г., [analyst@ineos.ac.ru](mailto:analyst@ineos.ac.ru)  
Организация: Институт элементоорганических соединений и м. А.Н. Несмеянова РАН, лаборатория микроанализа  
Город: Москва  
Методы: Рентгеновские методы  
Объекты: Органические вещества: природные, синтетические, элементоорганические соединения, полимеры

Разработана методика определения Ga, Hf и Ta применительно к образцам редкоземельных руд с использованием кристалл-дифракционного спектрометра S8 TIGER. В качестве аналитической линии для Ta использована  $\text{TaL}_{\beta 1}$ -линия, для измерения Ga и Hf выбраны  $\text{GaK}_{\alpha 1}$  (0.1340 нм) и  $\text{HfL}_{\beta 1}$  (0.1374 нм) спектральные линии. Сделана экспериментальная оценка вклада в интенсивности используемых аналитических линий излучения Dy, Ho, Er, Tm, Yb и Lu. Для количественного определения содержания Ga необходимо учитывать влияние наложения излучения спектральных линий:  $\text{ZnK}_{\beta 1,3}$ ,  $\text{NbK}_{\beta 1\text{II}}$ ,  $\text{ErL}_{\gamma 1}$ ,  $\text{HfL}_{\beta 1}$ ,  $\text{TaL}_{\beta 1}$ ; для  $\text{TaL}_{\beta 1}$ -линии:  $\text{ZnK}_{\beta 1,3}$ ,  $\text{GaK}_{\alpha 1}$ ,  $\text{NbK}_{\beta 1\text{II}}$ ,  $\text{ErL}_{\gamma 1}$ ,  $\text{HfL}_{\beta 1}$ ,  $\text{WL}_{\beta 1}$ -линий; для  $\text{HfL}_{\beta 1}$ -линии:  $\text{CuK}_{\beta 1}$ ,  $\text{GaK}_{\alpha 1}$ ,  $\text{ZrK}_{\beta 1\text{II}}$ ,  $\text{DyL}_{\gamma 4}$ ,  $\text{ErL}_{\gamma 1}$  и  $\text{TaL}_{\beta 1}$ . Выбраны условия для возбуждения и регистрации излучения характеристических линий и фонового излучения Ga, Hf и Ta. Пределы обнаружения для Ga, Hf и Ta составили соответственно (в ppm): 1.6, 4.3, 2.6. Диапазоны определяемых содержаний составили для Ga, Hf и Ta соответственно (в ppm): 1.6 – 212, 4.3 – 960, 2.6 – 5200. С помощью разработанной методики выполнено определение концентраций Ga, Hf и Ta в 120 образцах редкоземельных руд.

Авторы: Суворова Д.С., Худогова Е.В., Ревенко А.Г., [x.ray.darya@gmail.com](mailto:x.ray.darya@gmail.com)  
Организация: Институт земной коры СО РАН, ЦКП «Геодинамика и геохронология»  
Город: Иркутск  
Методы: Рентгеновские методы  
Объекты: Горные породы

Рассмотрена зависимость интенсивности рентгеновской флуоресценции элементов с малым атомным номером от энергии первичных фотонов. Показано, что с ростом этой энергии возрастает вклад фото- и Оже электронов в ионизацию атомов рассматриваемых элементов. При высокой энергии первичных фотонов определяющей становится

ионизация атомов электронами отдачи, возникающими при комптоновском рассеянии. Указанные процессы зависят от элементного состава флуоресцирующей матрицы

Авторы: Павлинский Г.В. [pavlinsky@chem.isu.ru](mailto:pavlinsky@chem.isu.ru)  
Организация: Иркутский государственный университет, физический факультет, кафедра общей физики  
Город: Иркутск  
Методы: Рентгеновские методы  
Объекты:

С использованием синтетических пленочных образцов, имитирующих нагруженные аэрозолями неоднородные фильтры, оценена зависимость точности (коэффициент вариации  $V_{Ti}$ ) результатов рентгенофлуоресцентного анализа (РФА) от числа  $n$  излучателей, вырезанных из одного фильтра. Диаметр рабочей поверхности этих «фильтров», равный  $d=9$  см, позволил приготовить из каждого 5 излучателей диаметром 3 см. Для проведения исследований создали 2 группы синтетических «фильтров», одна из них (группа I) представляла однородные по составу пленки, которые использовали для построения градуировочной функции (ГФ). Вторая группа (группа II) представляла пробы нагруженных «фильтров» с неоднородным распределением частиц (носителей аналитов) по их поверхности. При построении зависимости  $V_{Ti} = f(n)$  значение  $n$  изменялось от 1 до 5; при  $n=1$  излучатель вырезали из центра «фильтра»; при  $n > 1$ , один из них обязательно представлял центр. Установлено, что при  $n = 1$  коэффициент вариации  $V_{Ti}$  может превышать 50%; с ростом числа излучателей величина  $V_{Ti}$  уменьшается и при  $n = 5$  значение  $V_{Ti}$  не превышает 6%, но в этих условиях возрастает трудоемкость анализа. Попытка приготовить один излучатель из всего материала «фильтра» диаметром 9 см (восьмислойный излучатель) уменьшает контрастность  $K$  в 6 раз вследствие роста интенсивности фона; в то время для двуслойных излучателей значение  $K$  уменьшается только на 25% отн. На основе результатов исследований даны рекомендации по отбору проб аэрозолей из воздуха для последующего их анализа методом РФА и формированию из них излучателей

Авторы: Смагунова А.Н., [rfa@chem.isu.ru](mailto:rfa@chem.isu.ru)  
Организация: Иркутский государственный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Иркутск  
Методы: Рентгеновские методы  
Объекты: Объекты окружающей среды: воздух

Разработана методика РФА сварочных аэрозолей, собранных на фильтры АФА-ХА. В ее основу положено эмпирическое регрессионное уравнение, коэффициенты которого определяют с помощью синтетических однородных органических пленок с порошковым носителем аналитов. Выбрана оптимальная форма уравнения, установлено, что поправки следует вводить на массу аэрозоля, собранного на анализируемый фильтр и содержание в нем Fe.

Проведены метрологические исследования разработанной методики: оценены повторяемость, внутрिलाбораторная прецизионность и правильность результатов РФА. Методики испытаны при определении Fe и Mn в аэрозолях, собранных на фильтры при сварке углеродистых сталей.

Авторы: Смагунова А.Н., [rfa@chem.isu.ru](mailto:rfa@chem.isu.ru)  
Организация: Иркутский государственный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Иркутск  
Методы: Рентгеновские методы  
Объекты: Металлы, сплавы и другие продукты металлургического производства

## Спектральные методы

### Методы атомного спектрального анализа

#### Атомно-абсорбционный анализ

Изучены аналитические возможности двухстадийного электротермического испарения (ДЗИ) с использованием приставки АТЗОНД (ООО «АТЗОНД») к ААС ICE 3300 («Thermo»). Гибридный метод ДЗИ-ААС позволяет проводить анализ порошковых проб и суспензий с концентрированием аналитов на вольфрамовом зонде. Метод ДЗИ-ААС позволяет существенно устранить матричные

помехи, уменьшить фоновый сигнал и в результате снизить пределы обнаружения БМ при анализе объектов сложного состава

Авторы: Сапрыкин А.И. [saprykin@niic.nsc.ru](mailto:saprykin@niic.nsc.ru)  
Организация: Институт неорганической химии СО РАН, аналитическая лаборатория  
Город: Новосибирск  
Методы: Атомно-абсорбционный анализ  
Объекты:

Разработаны методики пламенного ААС определения легирующих примесей хрома и марганца в кристаллах селенида галлия с относительным стандартным отклонением в диапазоне 0,02-0,03. Правильность методик подтверждена методом добавок и методом последовательных разбавлений

Авторы: Сапрыкин А.И. [saprykin@niic.nsc.ru](mailto:saprykin@niic.nsc.ru)  
Организация: Институт неорганической химии СО РАН, аналитическая лаборатория  
Город: Новосибирск  
Методы: Атомно-абсорбционный анализ  
Объекты: Неорганические соединения (в том числе особо чистые вещества и полупроводниковые материалы)

Исследованы закономерности термодинамических взаимодействий определяемых элементов (легколетучие) с сорбентами-модификаторами на основе оксидов церия и магния, их смеси с палладием, а также железа и кобальта. Определены изменения химически форм компонентов модификаторов и аналитов в ходе выполнения температурной программы атомизатора при их электротермическом атомно-абсорбционном определении. Обоснованы исходные составы и условия синтеза модификаторов на основе кобальта и железа, перманентных сорбентов-модификаторов на основе активированного угля, содержащих цирконий, вольфрам, иридий или их смеси. Метод термодинамического моделирования, спрогнозировал формирование в графитовой печи тугоплавких карбидов вольфрама и циркония, металлического иридия, железа и кобальта. Данные прогнозы подтверждены исследованиями композиций физико-химическими методами (рентгеновская дифракция, термический анализ, электронная микроскопия с элементным анализом).

Авторы: Бурылин М.Ю. [burylin@chem.kubsu.ru](mailto:burylin@chem.kubsu.ru)  
Организация: Кубанский государственный университет  
Город: Краснодар  
Методы: Атомно-абсорбционный анализ  
Объекты: Неорганические соединения (в том числе особо чистые вещества и полупроводниковые материалы)

Проведены квантово-химические расчеты геометрии и энергетики взаимодействия газообразных соединений аналитов (гидриды), сопутствующих компонентов газовой фазы и цирконий содержащего сорбента-модификатора. Сделан вывод об их хемосорбционном взаимодействии и подтверждено термостабилизирующее действие разработанных сорбентов-модификаторов по отношению к концентрируемым элементам.

Авторы: Бурылин М.Ю. [burylin@chem.kubsu.ru](mailto:burylin@chem.kubsu.ru)  
Организация: Кубанский государственный университет  
Город: Краснодар  
Методы: Атомно-абсорбционный анализ  
Объекты:

#### Атомно-эмиссионный анализ

Разработаны методики определения V, Si, Al, P, Mn, Cu, Cr в феррованадии и Nb, Si, Al, P, Ti, Ta, Sn в феррониобии методом АЭС-ИСП с использованием микроволновой пробоподготовки. Обоснованы составы реакционных смесей для вскрытия проб ферросплавов и параметры микроволнового разложения в закрытых автоклавах. Правильность определения элементов подтверждена путем анализа стандартных образцов и сопоставлением с данными, полученными стандартными методами. Методики характеризуется высокой прецизионностью и

позволяют более чем в 3 раза сократить продолжительность анализа. Методика анализа феррониобия позволяет проводить раздельное определение ниобия и тантала.

Авторы: Ермолаева Т.Н. [ermolaeva@stu.lipetsk.ru](mailto:ermolaeva@stu.lipetsk.ru)  
Организация: Липецкий государственный технический университет, кафедра химии  
Город: Липецк  
Методы: Атомно-эмиссионный анализ  
Объекты: Металлы, сплавы и другие продукты металлургического производства

Показана принципиальная возможность определения мышьяка и селена на уровне ПДК в питьевой воде методом атомно-эмиссионной спектроскопии с микроволновой плазмой (МП-АЭС) при помощи системы генерации гидридов, причем определение этих элементов возможно в образцах с высокой степенью минерализации (до 12 г/л). Для обеспечения необходимой чувствительности для обоих элементов подобраны режимы работы распылительной камеры многоканальной системы для генерации гидридов. Предложены условия определения этих элементов в минеральных и лечебно-столовых водах.

Авторы: Проскурнин М.А. [proskurnin@gmail.com](mailto:proskurnin@gmail.com)  
Организация: МГУ им. М.В. Ломоносова, кафедра аналитической химии  
Город: Москва  
Методы: Атомно-эмиссионный анализ  
Объекты: Природные, технологические и питьевые воды

Приведены экспериментальные результаты по изучению влияния технологии отбора образцов слюны, условий их хранения и пробоподготовки на определяемые концентрации микроэлементов методом атомно-эмиссионного анализа жидких проб с возбуждением спектра их сухого остатка с торца угольного электрода в дуге переменного тока. Сформулированы рекомендации по оптимизации этапов пробоотбора, хранения и пробоподготовки образцов слюны.

*Savinov S.S., Anisimov A.A., Drobyshev A.I. Problems and optimization of sampling, storage, and sample preparation in the determination of the trace element composition of human saliva // Journal of Analytical Chemistry. 2016, v. 71, is. 10, p. 1016-1021 (Савинов С.С., Анисимов А.А., Дробышев А.И. Проблемы и оптимизация отбора образцов, их хранения и пробоподготовки при определении микроэлементного состава слюны человека.*

Авторы: Савинов С.С. [s.s.savinov@spbu.ru](mailto:s.s.savinov@spbu.ru); [s.sergei.s@mail.ru](mailto:s.sergei.s@mail.ru)  
Организация: Санкт-Петербургский государственный университет, Институт химии, кафедра аналитической химии  
Город: Санкт-Петербург  
Методы: Пробоотбор; Атомно-эмиссионный анализ  
Объекты: Биологические и медицинские объекты

Разработана методика атомно-эмиссионного анализа волос человека с предварительной кислотной минерализацией образцов и возбуждением спектра проб сухого остатка минерализата волос с торца угольного электрода в дуге переменного тока. Спектры регистрировали с помощью спектрального прибора МФС-8, модернизированного фотодиодной линейкой МАЭС. По разработанной методике проведен анализ образцов волос на содержание Al, B, Ca, Cu, Mg, Mn, Fe, P, Pb, Zn. Рассчитаны среднестатистические величины и интервалы концентраций этих элементов для образцов, отобранных у 42 доноров. Полученные результаты сравниваются с опубликованными данными для других географических регионов.

Дробышев А.И., Рядчикова Н.А., Савинов С.С. Атомно-эмиссионный анализ волос человека на содержание микроэлементов // Журнал аналитической химии. 2016, т. 71, № 7, с. 745-750

Авторы: Савинов С.С. [s.s.savinov@spbu.ru](mailto:s.s.savinov@spbu.ru); [s.sergei.s@mail.ru](mailto:s.sergei.s@mail.ru)  
Организация: Санкт-Петербургский государственный университет, Институт химии, кафедра аналитической химии  
Город: Санкт-Петербург  
Методы: Атомно-эмиссионный анализ  
Объекты: Биологические и медицинские объекты

Экспериментально исследована зависимость светосилы спектрографа для линейчатого спектра от ширины его входной щели в пределах от 5 до 100 мкм для разных способов измерения интенсивности спектральной линии. Авторы утверждают, что на основании полученных результатов выявлена возможность повышения более чем на порядок светосилы спектрографа за счет многократного увеличения ширины входной щели по сравнению с нормальной при сохранении минимальной ширины аппаратной функции.

Дробышев А.И., Савинов С.С. Экспериментальное исследование светосилы цифрового спектрографа на базе МФС-МАЭС // Оптика и спектроскопия. 2016, т. 120, № 2, с. 349-352

Авторы: Савинов С.С. [s.s.savinov@spbu.ru](mailto:s.s.savinov@spbu.ru); [s.sergei.s@mail.ru](mailto:s.sergei.s@mail.ru)  
Организация: Санкт-Петербургский государственный университет, Институт химии, кафедра аналитической химии  
Город: Санкт-Петербург  
Методы: Атомно-эмиссионный анализ; Общие вопросы спектральных методов анализа  
Объекты:

### Элементный анализ с использованием индуктивно-связанной плазмы

Исследована возможность аналитического применения метода разделения кислоты и аналитов в растворах с высокой кислотностью. Применение этого метода позволяет вводить соответствующие фракции сложного раствора в плазму ИСП-МС без разбавления раствора и соответствующего понижения чувствительности определения. Исследованы два сорбента – анионообменная смола AV-17 и Stirosorb 584, с использованием которых эффективно разделены 38 элементов. Найдены условия, при которых концентрация азотной кислоты снижается в 20 раз при сохранении концентрации аналитов

Авторы: Большов М.А., [mbolshov@mail.ru](mailto:mbolshov@mail.ru)  
Организация: МГУ им. М.В. Ломоносова. кафедра аналитической химии  
Город: Москва  
Методы: ИСП-МС  
Объекты: Технологические растворы с высоким содержанием кислоты

Исследованы 6 новых сверхсшитых полистирольных сорбентов для группового извлечения благородных металлов из растворов сложного состава, получающихся после стадии разложения образцов горных пород. Эта схема использована для концентрирования БМ перед введением элементов в плазму ИСП-МС. Достигнуто количественное обратимое извлечение Ru, Pd, Pt и Au в системе Stirosorb-514 – TBA – 1M HCl в качестве элюента

Авторы: Большов М.А., [mbolshov@mail.ru](mailto:mbolshov@mail.ru)  
Организация: МГУ им. М.В. Ломоносова. кафедра аналитической химии  
Город: Москва  
Методы: ИСП-МС  
Объекты: Технологические растворы с высоким содержанием кислоты

Совместно с ООО «ВМК Оптоэлектроника» предложена новая конструкция устройства для электротермического испарения (ЭТИ) и ввода растворов твердых проб и концентратов микропримесей в ИСП-АЭС. На примере анализа образцов оксида молибдена (III) показано, что выбор кислотной обработки проб позволяет осуществлять раздельное поступление молибдена и аналитов в ИСП и, тем самым, существенно снизить матричные влияния. Установлено, что при температуре ЭТИ до 2400 С в ИСП-АЭС количественно поступают Ag, Al, Ba, Be, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, In, Mg, Mn, Ni, P, Pb, Pd, Re, Sb, Se, Sn, Sr, Ti, V, Zn. При температуре сушки и пиролиза (200 -400)С теряются As, B, Ca, K, Na, Rb, Te. Не испаряются даже при 2400 С и не поступают в плазму Hf, Nb, Si, Ta, W, Zr.

Авторы: Сапрыкин А.И. [saprykin@niic.nsc.ru](mailto:saprykin@niic.nsc.ru)  
Организация: Институт неорганической химии СО РАН, аналитическая лаборатория  
Город: Новосибирск  
Методы: Атомно-эмиссионный анализ  
Объекты: Неорганические соединения (в том числе особо чистые вещества и полупроводниковые материалы)

Разработана ИСП-АЭС методика прецизионного определения основного состава кристаллов двойных молибдатов щелочных металлов:  $\text{RbBi}(\text{MoO}_4)_2$ ,  $\text{Li}_8\text{Bi}_2(\text{MoO}_4)_7$ ,  $\text{Li}_2\text{Mg}_2(\text{MoO}_7)_3$ ,  $\text{Li}_2\text{Zn}_2(\text{MoO}_4)_3$ . Относительное стандартное отклонение определения массовых долей составляет 0,002-0,006.

Авторы: Сапрыкин Анатолий Ильич [saprykin@niic.nsc.ru](mailto:saprykin@niic.nsc.ru)  
Организация: Институт неорганической химии СО РАН, аналитическая лаборатория  
Город: Новосибирск  
Методы: Атомно-эмиссионный анализ; Аналитические приборы  
Объекты: Неорганические соединения (в том числе особо чистые вещества и полупроводниковые материалы)

Изучено влияние макрокомпонентов (кальция, магния, калия и натрия) на аналитические сигналы элементов при анализе образцов винограда и почв, установлены оптимальные условия их определения методом ИСП-АЭС. По данным минерального анализа вин построены элементные профили, характеризующие содержание элементов в напитках рассматриваемых географических зон. По результатам анализа образцов (почв, ягод винограда и вин) с мест произрастания установлены элементы-маркеры региональной и сортовой принадлежности для белых и красных сухих вин Краснодарского края.

Авторы: Темердашев З.А. [temza@kubsu.ru](mailto:temza@kubsu.ru)  
Организация: Кубанский государственный университет  
Город: Краснодар  
Методы: Атомно-эмиссионный анализ  
Объекты: Пищевые продукты и корма

### Использование лазеров

Метод лазерной абляции в сочетании с ИСП-МС применен для локального и послойного анализа тонких плёнок, полученных методами плазмохимического осаждения из газовой фазы (CVD) на кремниевых подложках. Показано, что выбор оптимального значения параметров лазерной абляции позволяет выполнять анализ пленок толщиной от 10 до 1000 нм без эрозии подложки с ПО до  $1 \cdot 10^{-4}$  % масс.

Авторы: Сапрыкин А.И. [saprykin@niic.nsc.ru](mailto:saprykin@niic.nsc.ru)  
Организация: Институт неорганической химии СО РАН, аналитическая лаборатория  
Город: Новосибирск  
Методы: Использование лазеров; Масс-спектрометрия  
Объекты: Неорганические соединения (в том числе особо чистые вещества и полупроводниковые материалы)

### Методы молекулярного спектрального анализа

#### Инфракрасная и КР-спектроскопия

С целью разработки методик количественного определения гуминовых веществ (ГВ) при помощи ИК-спектроскопии проведены полное отнесение характеристических полос ГВ разных типов и разработка условий их определения в водных растворах и сухих смесях с минимальной пробоподготовкой. Исследованы наиболее распространенные коммерческие препараты марок гуминовых веществ «Aldrich», «Powhumus», «Сила жизни», так и специальные образцы ГВ, выделенных из угля, торфа и почв. Идентификация характеристических полос ГВ показала, что все исследованные образцы имеют близкий качественный, но различный количественный функционально-групповой состав. Рассчитаны метрологические характеристики для наиболее интенсивных характеристических полос, наилучшие результаты достигнуты для полос 1015, 1040, 1115 и  $1388 \text{ см}^{-1}$ , предел обнаружения 1 г/л,

Авторы: Проскурнин М.А. [proskurnin@gmail.com](mailto:proskurnin@gmail.com)  
Организация: МГУ им. М.В. Ломоносова, кафедра аналитической химии

Город: Москва  
Методы: Инфракрасная и КР-спектроскопия  
Объекты: Гуминовые вещества

Предложены новые подходы к селективному многокомпонентному определению методом спектроскопии ГКР (гигантского комбинационного рассеяния) изомерных фенольных соединений в их двухкомпонентных смесях, основанные на образовании окрашенных комплексов с переносом заряда ПАУ с π-акцепторами (допамином, норадреналином и адреналином) и основанные на образовании ими окрашенных комплексов с переносом заряда с ионами Cu(II) и 4-аминоантипирином. Продемонстрирована принципиальная возможность определения допамина с использованием разработанного сенсорного ГКР-устройства в реальном образце плазмы крови.

Авторы: Шеховцова Т.Н. [tnshekh@yandex.ru](mailto:tnshekh@yandex.ru)  
Организация: МГУ им. М.В. Ломоносова, кафедра аналитической химии  
Город: Москва  
Методы: Инфракрасная и КР-спектроскопия  
Объекты: Медицинские и биологические объекты

Установлено, что для повышения чувствительности определения гемсодержащих ферментов целесообразно модифицировать ГКР-активную поверхность полимером, что приводит к электростатическим взаимодействиям между макромолекулами белков и полимеров. В качестве модификаторов исследованы 7 различных полимеров: полиакриловая кислота с молекулярными массами 1800 и 450000 (ПАК), натриевая соль альгиновой кислоты (Алг), хитозан (Хит), натриевая соль сополимера малоновой кислоты и полистиролсульфоуксусной кислоты, полистирол-сульфоуксусная кислота, альбумин. Выявлены полимеры, проявляющие наибольшую эффективность в усилении ГКР-сигнала

Авторы: Шеховцова Т.Н. [tnshekh@yandex.ru](mailto:tnshekh@yandex.ru)  
Организация: МГУ им. М.В. Ломоносова, кафедра аналитической химии  
Город: Москва  
Методы: Инфракрасная и КР-спектроскопия  
Объекты:

Изучено взаимодействие природных алюмосиликатов (клиноптилолита и глауконита) с водой. Показано, что закономерности адсорбции воды и гидратационная способность определяются структурой, природой и количеством внекаркасных катионов сорбентов. Методами изопиестирования и ИК-спектроскопии исследовано влияние импульсного магнитного поля на сродство сорбентов к молекулам воды. Исследованы закономерности сорбции β-каротина и гидрохлорида пиридоксина на клиноптилолите и глауконите. Проведен анализ изотерм сорбции с применением адсорбционных теорий Ленгмюра, Фрейндлиха и Редлиха-Петерсона.

Авторы: Котова Д.Л., д.х.н.; Крысанова Т.А., к.х.н.; Селеменов В.Ф., зав. кафедрой, проф. [common@chem.vsu.ru](mailto:common@chem.vsu.ru)  
Организация: Воронежский государственный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Воронеж  
Методы: Сорбция, Инфракрасная и КР-спектроскопия  
Объекты:

Предложен способ изучения структуры и гидратации органо-неорганических композитов на основе МСМ-41 по данным ИК-спектроскопии диффузного отражения, в том числе с нагреванием *in situ*. Рассмотренные результаты позволили изучать природу функциональных групп сорбента, участвующих в сорбции полифенолов и неполярных БАВ (фосфолипиды, фитостеролы).

Авторы: Карпов С.И., к.х.н.; Селеменов В.Ф., зав. кафедрой, проф. [common@chem.vsu.ru](mailto:common@chem.vsu.ru)  
Организация: Воронежский государственный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Воронеж  
Методы: Инфракрасная и КР-спектроскопия  
Объекты: Фармацевтические, наркотические и допинговые препараты

На основании анализа равновесных и кинетических кривых сорбции сапонина природным и синтетическим сорбентами выявлена связь между строением адсорбционного слоя на разных

этапах заполнения сорбента, гидрофильностью и пространственной ориентацией сорбата в фазе сорбента. Выявлен внутридиффузионный характер лимитирования, рассчитаны коэффициенты внутренней диффузии. Установлено, что вид изотермы сорбции сапонины определяется конкурирующими процессами ассоциации в растворе и взаимодействия с хитозаном, электростатический характер подтвержден методом ИК-спектроскопии.

Авторы: Мироненко Н.В., ассистент; Селеменов В.Ф., зав. кафедрой, проф. [common@chem.vsu.ru](mailto:common@chem.vsu.ru)  
Организация: Воронежский государственный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Воронеж  
Методы: Сорбция; Инфракрасная и КР-спектроскопия  
Объекты: Органические вещества: природные, синтетические, элементоорганические соединения, полимеры

Рассмотрены аналитические аспекты, требующие решения при оценке нефтяного загрязнения водных экосистем. С течением времени соотношение оптических свойств нефтяных углеводородов в ИК-области спектра в силу трансформации их качественного и количественного состава меняется, что приводит к существенному разночтению данных, полученных разными методами. Показано, что накапливаемые в пробах воды и донных отложениях углеводороды различны по составу: в донных отложениях накапливаются стойкие к процессам деградации полициклические ароматические углеводороды, в то время как в водной среде их доля незначительна. Для адекватной оценки нефтяного загрязнения водной экосистемы целесообразно определять несколько оптических характеристик (интенсивность поглощения в инфракрасной области спектра и интенсивность люминесценции). В качестве стандартного образца для ИК-спектрометрического и люминесцентного методов определения нефтепродуктов предлагается применять смесь, состоящую из 37 % гексадекана, 33 % изооктана, 29.97 % бензола и 0.03 % флуорантена (весовые %), имеющую суммарный коэффициент погашения, равный коэффициенту погашения смеси Симарда, а интенсивность ее люминесценции занимает промежуточное положение между наиболее различающимися по составу тяжелыми и легкими нефтепродуктами и совпадает с интенсивностью льяльных вод, являющихся одними из основных источников нефтяного загрязнения водных объектов.

Авторы: Темердашев З.А. [temza@kubsu.ru](mailto:temza@kubsu.ru)  
Организация: Кубанский государственный университет  
Город: Краснодар  
Методы: Инфракрасная и КР-спектроскопия. Люминесцентные методы  
Объекты: Природные, технологические и питьевые воды. Природный газ, нефть и нефтепродукты

По результатам многолетних наблюдений за состоянием лицензионного участка нефтяной компании «Приазовнефть» в Азовском море и акватории Черного моря обсуждаются особенности определения уровня нефтяного загрязнения донных отложений, связанные с трансформацией нефти и нефтепродуктов после поступления в водную среду. Показано, что в донных отложениях происходит накопление стойких к процессам деградации полициклических ароматических углеводородов, смол и асфальтенов. Рассмотрены методические особенности подготовки проб к анализу донных отложений. Представлены результаты определения нефтепродуктов в донных отложениях Азовского и Черного морей ИК-спектрофотометрическим и люминесцентным методами. Установлен факт изменения соотношения оптических характеристик определяемых углеводородов, связанного с процессами их трансформации, вследствие чего результаты оценки нефтяного загрязнения анализируемого объекта в одни и те же сроки могут различаться в несколько раз. Важным моментом процедуры анализа донных отложений является выбор состава стандартной смеси для построения градуировочных графиков при определении углеводородов, показано, что при анализе воды и донных отложений не могут быть использованы одинаковые составы стандартных смесей

Авторы: Темердашев З.А. [temza@kubsu.ru](mailto:temza@kubsu.ru)  
Организация: Кубанский государственный университет  
Город: Краснодар  
Методы: Инфракрасная и КР-спектроскопия. Люминесцентные методы  
Объекты: Твердые объекты (донные отложения и др.). Природный газ, нефть и нефтепродукты

## Люминесцентные методы

С использованием новых флуоресцентных индикаторных систем на основе комплексов металлов ( $Tb^{3+}$ ,  $Eu^{3+}$ ), а также дериватизации аналитов с 1,2-дифенилэтилендиамином в присутствии миметиков Fe(III)-ТАМЛ и гемина разработаны высокочувствительные методики определения маркеров антиоксидантной активности и окислительного стресса (суммарного и индивидуального определения органических пероксидов - *трет*-гидробутилпероксида, пероксида кумола, пероксида мочевины, 2-бутанонпероксида и пероксида водорода) ряда флавоноидов (кверцетина, эпикатехина и кофейной кислоты в водно-органических и мицеллярных средах, а также катехоламинов (допамина, адреналина и норадреналина). Предложена методика иммобилизации компонентов индикаторной системы в пленки хитозана в лунках 96-ячеечного планшета. Сочетание этих двух подходов позволяет проводить экспресс-определение вышеуказанных аналитов одновременно в 20 пробах

Авторы: Шеховцова Т.Н. [tnshekh@yandex.ru](mailto:tnshekh@yandex.ru)  
Организация: МГУ им. М.В. Ломоносова, кафедра аналитической химии  
Город: Москва  
Методы: Люминесцентные методы  
Объекты:

Предложен способ определения дезинфектанта полигексаметиленгуанидина (ПГМГ), основанный на образовании смешанных агрегатов ПГМГ с магнитными наночастицами и квантовыми точками (КТ) CdSe/CdS/ZnS и магнитном отделении образующихся агрегатов от избытка КТ. Показаны преимущества использования КТ по сравнению с углеродными точками и флуоресцеином и целесообразность использования меркаптопропионата для стабилизации флуоресценции КТ.

Авторы: Беклемишев М.К. [mkb@analyt.chem.msu.ru](mailto:mkb@analyt.chem.msu.ru)  
Организация: МГУ им. М.В. Ломоносова, кафедра аналитической химии  
Город: Москва  
Методы: Люминесцентные методы  
Объекты:

Предложены способы флуориметрического определения энрофлоксацина и левофлоксацина после концентрирования методом МТФЭ по собственной флуоресценции, а пefлоксацина по сенсibilизированной флуоресценции тербия. Показано, что при использовании 18 мг МНЧ, модифицированных ЦТАБ, и объема анализируемого образца 50 мл, нижняя граница градуировочного графика снижается с  $1 \cdot 10^{-7}$  М до  $2 \cdot 10^{-9}$  М, т.е. в 50 раз, а предел обнаружения уменьшается более чем в 20 раз. Погрешность определения не превышает 10%. Правильность определения, установленная методом «введено-найдено», варьирует от 90 до 95 процентов. Методики определения энрофлоксацина и левофлоксацина применены для их определения флуориметрическим методом в волжской воде, плазмозаменяющем средстве и фармацевтических препаратах «Энронит» и «Лексофлон ОР».

Авторы: Штыков С.Н. [shtykovsn@mail.ru](mailto:shtykovsn@mail.ru)  
Организация: Саратовский государственный университет, кафедра аналитической химии и химической экологии  
Город: Саратов  
Методы: Люминесцентные методы  
Объекты: Фармацевтические, наркотические и допинговые препараты

Наноиониты в пробоподготовке и анализе. Фундаментальные исследования, получение и применение в аналитической химии наноразмерных полимерных ионообменных материалов.

Полимерные иониты с частицами нанометровых размеров, наноиониты (НИ), являются необычными объектами — одновременно гиперзаряженными ионами и ионообменниками, создающими устойчивые водные суспензии. Проведены теоретическое и практическое исследования свойств НИ и способов их получения. На примерах модифицированных НИ показаны перспективы их использования в ионной хроматографии и фотолюминесценции. Найдены условия определения тяжелых металлов (в концентрациях порядка  $10^{-7}$  М) по тушению

люминесценции разбавленных растворов катионов и анионов НИ. Путем модификации *in situ* водным золем НИ разработаны разделяющие и предварительные колонки для ионной хроматографии, позволяющие определять щелочные, щелочно-земельные и переходные металлы в смесях, одновременно с определением их анионного состава. Особенности кинетики ионного обмена, чрезвычайно быстрой в системах с НИ, позволили осуществить процесс твердофазного обмена противоионов между ионообменными фазами одинаковой полярности.

Авторы: Хамизов Р.Х. Долгоносков А.М. [amdolgo@mail.ru](mailto:amdolgo@mail.ru); [khamiz@mail.ru](mailto:khamiz@mail.ru)  
Организация: Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, лаборатория сорбционных методов  
Город: Москва  
Методы: Сорбция; Другие методы разделения и концентрирования; Люминесцентные методы  
Объекты:

С целью выяснения предпосылок твёрдофазной флуоресценции рассмотрена пространственная и электронная структура молекул пирена, катиона триафлавина и анионов эозина. Применение теории  $V3LYP/6-311++G(d,p)$  с привлечением NBO-анализа пространственной и электронной структуры молекулы пирена, катиона триафлавина, моноаниона и дианиона эозина позволило объяснить адсорбцию и флуоресценцию названных химических веществ. Показано, что делокализация электронной плотности во всех изученных молекулярных системах и образование внутримолекулярной водородной связи в моноанионе эозина влияют на характеристики флуоресценции. Полученные результаты служат предпосылкой интерпретации твёрдофазной флуоресценции также и других полициклических ароматических углеводородов, их производных, многоядерных гетероароматических соединений, красителей трифенилметанового, ксантенового рядов и др.

Авторы: Панкратов А.Н. ([PankratovAN@info.sgu.ru](mailto:PankratovAN@info.sgu.ru)), Учаева И.М., Рогачёва С.М., Волкова Е.В.  
Организация: Саратовский государственный университет, Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина  
Город: Саратов  
Методы: Люминесцентные методы  
Объекты:

### Спектрофотометрия

Проведено сравнение возможностей термолинзовой спектрометрии для измерения коэффициентов поглощения параметров различных образцов. Измерения выбранных модельных соединений, биологически активных замещенных 2-тиогидантоинов и их комплексов с медью(I,II) и геминных белков (форм гемоглобина и цитохрома С), показали незначимые расхождения в значениях кажущихся молярных коэффициентов поглощения для термооптического спектрометра и при измерении оптического поглощения на спектрофотометре. Точность измерений молярных коэффициентов поглощения при помощи термолинзовой спектрометрии не хуже, чем в спектрофотометрии, но лучше в случае низких молярных коэффициентов поглощения. Для системы кардиолипин–цитохром С разница между значениями молярных коэффициентов поглощения из термолинзовых данных и спектрофотометрии является значимой из-за фотохимических процессов в этой системе. Показано, что можно рассчитать квантовый выход реакции из оптического поглощения и термолинзовой спектрометрии используя две длины волны

Авторы: Проскурнин М.А. [proskurnin@gmail.com](mailto:proskurnin@gmail.com)  
Организация: МГУ им. М.В. Ломоносова, кафедра аналитической химии  
Город: Москва  
Методы: Спектрофотометрия  
Объекты:

Продолжена работа по развитию химико-инструментального подхода к определению действующих веществ и основных продуктов их разложения в лекарственных препаратах класса нестероидных противовоспалительных средств. Предложен способ фотометрического и цветометрического определения мелоксикама, пироксикама и лорноксикама в лекарственных препаратах с чувствительностью на уровне единиц мкг/мл, основанный на проведении фотометрической

реакции продуктов щелочного гидролиза указанных оксикамов с 7-хлоро-4-нитробенз-2-окса-1,3-диазолом

Авторы: Проскурнин М.А. [proskurnin@gmail.com](mailto:proskurnin@gmail.com)  
Организация: МГУ им. М.В. Ломоносова, кафедра аналитической химии  
Город: Москва  
Методы: Спектрофотометрия  
Объекты: Фармацевтические, наркотические и допинговые препараты

Предложен способ оценки суммарного содержания сульфаниламидов в молоке, основанный на их сорбционном выделении и концентрировании из цельного молока с помощью магнитного сверхсшитого полистирола и последующем спектрофотометрическом определении в ацетонитрильном элюате по реакции с *l*-диметиламинокоричным альдегидом. Методика применена для определения суммарного содержания сульфаниламидов в молоке на уровне максимально допустимых содержаний (25 мкг/кг – Россия; 100 мкг/кг – страны ЕС).

Авторы: Дмитриенко С.Г. [dmitrienko@analyt.chem.msu.ru](mailto:dmitrienko@analyt.chem.msu.ru)  
Организация: МГУ им. М.В. Ломоносова, кафедра аналитической химии  
Город: Москва  
Методы: Сорбция; Спектрофотометрия  
Объекты: Пищевые продукты и корма

Обсуждены способы определения антиоксидантной активности пищевых продуктов с использованием различных индикаторных систем. Спектрофотометрическим методом с использованием индикаторной системы Fe(III)-*o*-Phen проведено изучение железовосстанавливающей способности (ЖВС) кофе и индивидуальных компонентов фенольной природы, входящих в его состав: хлорогеновой (ХГК), кофейной (КК), феруловой (ФК), галловой (ГК), ванилиновой (ВК), протокатеховой (ПКК), мочевого (МК) кислот, кверцетина (КВ) и катехола (КТ). Установлено, что чувствительность определения индивидуальных антиоксидантов снижается в ряду КВ > ГК > ПКК ≈ ХГК > КК > КТ ≈ МК > ФК > ВК. Проведены выбор условий определения железовосстанавливающей способности растворимого кофе и оценка этого показателя для образцов кофе 15 наименований разных торговых марок. Показано, что ЖВС является показателем, чувствительным к используемому сырью (сорт кофе) и технологии изготовления растворимого кофе; для исследуемых образцов этот показатель лежит в диапазоне 360–420 мкмоль ГК/дм<sup>3</sup>. Обсуждена связь железовосстанавливающей способности растворимого кофе с другими характеристиками качества. Установлены положительная линейная корреляция величин ЖВС и суммарного содержания веществ фенольной природы (по Фолину-Чокальтеу) для образцов растворимого кофе и тенденция обратной связи между величинами ЖВС и индексом обжарки.

Авторы: Цюпко Т.Г. [tsytko@inbox.ru](mailto:tsytko@inbox.ru)  
Организация: Кубанский государственный университет  
Город: Краснодар  
Методы: Инфракрасная и КР-спектроскопия. Люминесцентные методы  
Объекты: Твердые объекты (донные отложения и др.). Природный газ, нефть и нефтепродукты

## Теоретические вопросы

### Общие вопросы спектральных методов анализа

#### Анализ веществ по продуктам фотохимических реакций

Сформулирована постановка задачи и разработана формальная процедура безэталонового молекулярного спектрального анализа многокомпонентных смесей с учетом протекающих в них фотохимических превращений молекул.

Рассмотрен случай, когда временная зависимость спектра смеси определяется только изменением во времени концентраций компонентов, а спектры индивидуальных компонентов остаются постоянными. Выявлены соответствующие требования к физико-химическим свойствам молекул и показано, что они удовлетворяются для весьма широкого круга многоатомных молекул и протекающих реакций. Исключением являются молекулы с метастабильными возбужденными электронными состояниями.

Большая серия проведенных модельных расчетов, отвечающих реальным молекулярным структурам и экспериментально наблюдаемым их фотохимическим превращениям, показала работоспособность предлагаемого подхода. Решение задачи сходится к точным значениям и устойчиво к погрешностям задания исходных спектральных данных, обусловленных особенностями проведения эксперимента, выбора теоретических моделей и др. факторами.

Получаемые теоретические значения концентраций отвечают критерию наименьших квадратов, а их погрешности оцениваются по величине дисперсии на единицу веса. Дисперсия позволяет оценить уровень шума в используемых в анализе спектральных данных, достоверность получаемого результата и может служить критерием корректности исходной гипотезы о качественном составе многокомпонентной смеси.

Результат является новым, опережает мировые достижения, имеет важное научное и практическое значение и может быть использован для проектирования методик спектрального анализа веществ и сложных смесей.

Авторы:	Грибов Л.А. <a href="mailto:l_gribov@mail.ru">l_gribov@mail.ru</a>
Организация:	Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, лаборатория молекулярного моделирования и спектроскопии
Город:	Москва
Методы:	Общие вопросы спектральных методов анализа
Объекты:	

### Анализ вещества методом многомерной спектроскопии

Рассмотрены общие вопросы, возникающие при постановке задачи определения концентрационного состава смесей веществ и продуктов химических превращений в зависимости от времени по данным многомерной спектроскопии. Проанализированы основные, практически важные варианты задачи количественного безэталонового спектрального анализа и предложены алгоритмы их решения. Показано, что решение задачи во всем временном интервале устойчиво к возможным погрешностям задания исходных спектральных данных. Результат получается вполне удовлетворительным даже тогда, когда не только присутствуют квантовые биения, но и можно их наблюдать. Это позволяет на основе спектральных данных получить полное представление о ходе химической реакции и определить вероятности химических взаимопревращений. Предложенный алгоритм позволяет построить зависящие от времени многомерные поверхности гистограмм распределения найденных значений концентраций. Работоспособность алгоритмов изучена с помощью компьютерных экспериментов.

Результат является новым, опережает мировые достижения, имеет важное научное и практическое значение и может быть использован для проектирования методик анализа веществ и сложных смесей на основе данных многомерной спектроскопии

Авторы:	Грибов Л.А. <a href="mailto:l_gribov@mail.ru">l_gribov@mail.ru</a>
Организация:	Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, лаборатория молекулярного моделирования и спектроскопии
Город:	Москва
Методы:	Общие вопросы спектральных методов анализа
Объекты:	
Методы:	Общие вопросы спектральных методов анализа

**РЕЗЮМЕ.** В соответствии с мировыми тенденциями наибольшее развитие в прошедшем году получили варианты КР-спектроскопии, основанные на использовании рассеяния света, усиленного поверхностью, в частности вариант гигантского комбинационного рассеяния (ГКР). Следует отметить попытку сравнения гуминовых веществ различных марок методом ИК-спектроскопии и оценку влияния гидратной воды на сорбционные свойства природных сорбентов.

В области люминесцентного анализа также наблюдается соответствие мировым тенденциям, в частности использование для определения органических соединений переноса энергии в возбужденном состоянии, люминесценции квантовых точек, а также совместное использование концентрирования аналитов на магнитных наносорбентах, наноионитах с последующим люминесцентным определением, позволяющие на 1-2 порядка уменьшать пределы обнаружения многих веществ.

Аналогичная тенденция к использованию концентрирования на магнитных наночастицах имеется и в спектрофотометрии. Продолжаются работы по развитию метода термолинзовой спектрометрии, а также развитию подходов к безэталонному молекулярному спектральному анализу многокомпонентных смесей с учетом протекающих в них фотохимических превращений молекул.

### Тест-методы

Предложено для определения общего белка в биологических жидкостях использовать желатиновые пленки, модифицированные красителями ряда сульфогфталейнов и 3,4,5-тригидроксифлуоронов. Исследована реакция взаимодействия бромпирогаллолового красного (БПГК) с белками в водных средах, показана одинаковая чувствительность указанного реагента к белкам различного состава – альбуминам и глобулинам. Отмеченное свойство БПГК устраняет ошибку при определении общего белка, связанную с различием в составе калибраторов и белкового состава анализируемой пробы.

Авторы:	Починок Т.Б. <a href="mailto:pochinokt@chem.kubsu.ru">pochinokt@chem.kubsu.ru</a>
Организация:	Кубанский государственный университет
Город:	Краснодар
Методы:	Тест-методы
Объекты:	Биологические и медицинские объекты

Предложен новый подход, позволяющий неинвазивно определять содержание тиолов в коже человека. В роли субстрата для тест-стрипов использован пористый материал на основе ацетата целлюлозы. Аналитическим сигналом служит изменение цвета золь золота в результате агрегации наночастиц под действием тиолов. Диапазон линейности для глутатиона составил  $8,0 \cdot 10^{-6}$  -  $7,5 \cdot 10^{-5}$  М, предел обнаружения –  $6,9 \cdot 10^{-6}$  М. Найденное содержание тиолов в коже человека согласуется с известным физиологическим содержанием. Чувствительность, экспрессность, селективность, возможность использования в полевых условиях позволяет рассматривать предложенный подход как перспективную стратегию мониторинга содержания тиолов в коже.

Авторы:	Брайнина Х.З., <a href="mailto:baz@usue.ru">baz@usue.ru</a> ; Стожко Н.Ю., <a href="mailto:sny@usue.ru">sny@usue.ru</a>
Организация:	Уральский государственный экономический университет (Уральский ГЭУ)
Город:	Екатеринбург
Методы:	Тест-методы
Объекты:	Биологические и медицинские объекты

### Химические сенсоры

С использованием электронной сканирующей микроскопии, метода низкотемпературной адсорбции азота, ИК-спектроскопии и твердофазной спектрофотометрии изучено влияние экспериментальных условий (состав гидролизующей смеси, концентрация Р,Мо-гетерополисоединения (ГПС)) на структурные характеристики и окислительно-восстановительную способность кремний-титановых золь-гель материалов с включенными ГПС. С использованием рентгеноспектрального микроанализа установлено увеличение в 5 раз удерживания ГПС в кремний-титановых ксерогелях по сравнению с кремниевыми ксерогелями. Окислительно-восстановительные свойства индикаторных материалов были изучены в отношении аскорбиновой кислоты, сульфит-ионов, полифенолов, железа(II), ферроцианида калия. Сенсорный материал был использован для твердофазно-спектрофотометрического определения 2-200 мг/л аскорбиновой кислоты в фруктовых соках, витаминных препаратах и искусственной моче.

*M. A. Morosanova, E. I. Morosanova. Silica-titania xerogel doped with Mo,P-heteropoly compounds for solid phase spectrophotometric determination of ascorbic acid in fruit juices, pharmaceuticals, and synthetic urine. Chemistry Central Journal, 2016, DOI: 10.1186/s13065-016-0233-5*

Авторы: Моросанова Е.И. [E\\_morosanova@gmail.com](mailto:E_morosanova@gmail.com)  
Организация: МГУ им. М.В. Ломоносова, кафедра аналитической химии  
Город: Москва  
Методы: Химические сенсоры  
Объекты: Фармацевтические, наркотические и допинговые препараты;  
Пищевые продукты и корма

Кремний-титановый ксерогель, полученный при проведении золь-гель синтеза в присутствии хлорида цетилпиридиния, был предложен в качестве сенсорного материала для твердофазно-спектрофотометрического и визуального тест-определения пропилгаллата. Самая быстрая реакция комплексообразования пропилгаллата с титаном, включенным в матрицу ксерогеля, и самая большая константа равновесия такой реакции наблюдались для ксерогеля с максимальной площадью поверхности (683 м<sup>2</sup>/г) и максимальным диаметром пор (25,6 Å). Сенсорный материал был использован для твердофазно-спектрофотометрического (диапазон определяемых содержаний  $2.0 \cdot 10^{-7}$  –  $4.0 \cdot 10^{-6}$  М, предел обнаружения  $7.1 \cdot 10^{-8}$  М) и тест-определения пропилгаллата в диапазоне  $5.0 \cdot 10^{-5}$  –  $1.0 \cdot 10^{-3}$  М в рафинированных растительных маслах и печенье. Достоверность тест-определения - 92,3%, прогностичность положительного результата 89,5%, прогностичность отрицательного результата 95%.

*M. A. Morosanova, E. I. Morosanova. Silica-titania sensor material prepared by cetylpyridinium chloride assisted sol-gel synthesis for solid phase spectrophotometric and visual test determination of propyl gallate in food samples. Analytical Methods, 2016, V. 8, P. 8092-8098*

Авторы: Моросанова Елена Игоревна; [emorosanova@gmail.com](mailto:emorosanova@gmail.com)  
Организация: МГУ им. М.В. Ломоносова, кафедра аналитической химии  
Город: Москва  
Методы: Химические сенсоры  
Объекты: Пищевые продукты и корма

Для определения неионных поверхностно-активных веществ (НПАВ) – полиоксиэтилированных нонилфенолов в водных растворах сконструированы планарные сенсоры на основе различных углеродных материалов: графит, углеродные нанотрубки (рис.1). Установлены оптимальные составы мембран, природа и концентрация электродноактивных соединений, углеродсодержащих материалов, пластификаторов. Оценены электроаналитические, эксплуатационные характеристики планарных НПАВ-сенсоров в растворах гомологов. Показана возможность применения планарных сенсоров для определения индивидуальных гомологов полиэтоксилатов. полиоксиэтилированных нонилфенолов в концентрационных интервалах  $1 \cdot 10^{-5}$  –  $1 \cdot 10^{-2}$  М при pH 4-10 в модельных растворах, в малых объемах проб, суммарного содержания НПАВ в технических препаратах, продуктах бытовой химии, а также в экологическом мониторинге природных вод

Авторы: Кулапина Е.Г., [kulapinaeg@mail.ru](mailto:kulapinaeg@mail.ru)  
Организация: Саратовский государственный университет, ИБФРМ РАН (Саратов)  
Город: Саратов  
Методы: Химические сенсоры  
Объекты: Пищевые продукты и корма

Начаты работы по изучению сенсорных свойств наноматериалов (металлов и их оксидов), полученных методом ионного наслаивания на примере определения пероксида водорода и глюкозы амперо- и вольтамперометрическим методом.

L.B. Gulina, A.A. Pchelkina, K.G. Nikolaev, D.V. Navolotskaya, S.S. Ermakov, V.P. Tolstoy *A brief review on immobilization of Gold nanoparticles on inorganic surfaces and Successive Ionic Layer Deposition // Reviews on Advanced Materials Science, 2016. — Vol. 44, — № 1. — P. 46-53*  
S. S. Ermakov, K. G. Nikolaev, V. P. Tolstoy. *Novel electrochemical sensors with electrodes based on multilayers fabricated by layer-by-layer synthesis and their analytical potential. Russian Chemical Reviews. 2016. 85 (8), 880-900*

Авторы: Ермаков С.С. [s.ermakov@spbu.ru](mailto:s.ermakov@spbu.ru)  
Организация: Санкт-Петербургский государственный университет, Институт химии, кафедра аналитической химии  
Город: Санкт-Петербург  
Методы: Химические сенсоры  
Объекты:

Разработаны мультисенсорные системы для количественного определения токсинов сине-зеленых водорослей в водопроводной воде. Предложен способ коррекции дрейфа показаний сенсоров при долговременных измерениях для увеличения срока службы многомерных градуировок.

*Panchuk, V., Lvova, L., Kirsanov, D., Gonçalves, C.G., Di Natale, C., Paolesse, R., Legin, A. Extending electronic tongue calibration lifetime through mathematical drift correction: Case study of microcystin toxicity analysis in waters (2016) Sensors and Actuators, B: Chemical, 237, pp. 962-968.*

*Lvova, L., Guanais Gonçalves, C., Petropoulos, K., Micheli, L., Volpe, G., Kirsanov, D., Legin, A., Viaggiu, E., Congestri, R., Guzzella, L., Pozzoni, F., Palleschi, G., Di Natale, C., Paolesse, R. Electronic tongue for microcystin screening in waters (2016) Biosensors and Bioelectronics, 80, pp. 154-160.*

Авторы: Кирсанов Д.О. [d.kirsanov@gmail.com](mailto:d.kirsanov@gmail.com)  
Организация: Санкт-Петербургский государственный университет, Институт химии, кафедра аналитической химии  
Город: Санкт-Петербург  
Методы: Химические сенсоры  
Объекты: Природные, технологические и питьевые воды

Разработана потенциометрическая мультисенсорная система для количественной оценки горькости препаратов традиционной китайской медицины в шкалах панелей дегустаторов. Изучен потенциал капиллярного электрофореза и ВЭЖХ с УФ-детектированием для получения характеристических профилей образцов, которые могут быть соотнесены с оценками горькости путем применения методов многомерной регрессии.

*Yaroshenko, I., Kirsanov, D., Kartsova, L., Sidorova, A., Sun, Q., Wan, H., He, Y., Wang, P., Legin, A. Exploring bitterness of traditional Chinese medicine samples by potentiometric electronic tongue and by capillary electrophoresis and liquid chromatography coupled to UV detection (2016) Talanta, 152, pp. 105-111.*

Авторы: Кирсанов Д.О. [d.kirsanov@gmail.com](mailto:d.kirsanov@gmail.com)  
Организация: Санкт-Петербургский государственный университет, Институт химии, кафедра аналитической химии  
Город: Санкт-Петербург  
Методы: Химические сенсоры  
Объекты: Фармацевтические, наркотические и допинговые препараты

Разработан новый подход, позволяющий проводить косвенное потенциометрическое определение макромолекулярных соединений (белков) с помощью массива перекрестно-чувствительных сенсоров путем предварительной модификации образца биологическими объектами (ферментами, либо дрожжами). Подход апробирован на примере количественного определения белка А, получаемого для нужд фармацевтики в ходе биотехнологического процесса с генетически-модифицированной кишечной палочкой.

*Voitechovič, E., Korepanov, A., Kirsanov, D., Jahatspanian, I., Legin, A. Bio-assisted potentiometric multisensor system for purity evaluation of recombinant protein A (2016) Talanta, 156-157, pp. 87-94*

Авторы: Кирсанов Д.О. [d.kirsanov@gmail.com](mailto:d.kirsanov@gmail.com)

Организация: Санкт-Петербургский государственный университет, Институт химии. кафедра аналитической химии  
Город: Санкт-Петербург  
Методы: Химические сенсоры  
Объекты: Биологические и медицинские объекты

На поверхностях пьезоэлектрических сенсоров с использованием полиимида ПМ (диангидрид 1,2,4,5-бензолтетракарбоновой кислоты и 4,4'-диаминодифенилоксида) синтезированы полимеры с молекулярными отпечатками (ПМО) масляной, пропионовой, уксусной кислот. Проведен анализ модельных растворов кислот. Рассчитаны импринтинг-фактор и коэффициент селективности определяемой кислоты по отношению к родственными соединениям. Пьезоэлектрические сенсоры, модифицированные ПМО, апробированы при анализе реальных объектов: бражного дистиллята, эспурата, кубовой жидкости разгонной колонны и кубовой жидкости ректификационной колонны. Установлено, что содержание пропионовой кислоты варьируется от 2,2 до  $3,8 \cdot 10^{-4}$  г/дм<sup>3</sup>; масляной: от  $8,8 \cdot 10^{-3}$  до  $1,4 \cdot 10^{-2}$  г/дм<sup>3</sup>

Авторы: Зяблов А.Н., д.х.н.; Селеменов В.Ф., зав. кафедрой, д.х.н., проф. [common@chem.vsu.ru](mailto:common@chem.vsu.ru)  
Организация: Воронежский государственный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Воронеж  
Методы: Химические сенсоры  
Объекты: Органические вещества: природные, синтетические, элементоорганические соединения, полимеры

Разработан способ определения синтетических пищевых красителей в безалкогольных напитках, с использованием пьезоэлектрических сенсоров, модифицированных полимерами с молекулярными отпечатками на основе полиимида ПМ

Авторы: Зяблов А.Н., д.х.н.; Селеменов В.Ф., зав. кафедрой, д.х.н., проф. [common@chem.vsu.ru](mailto:common@chem.vsu.ru)  
Организация: Воронежский государственный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Воронеж  
Методы: Химические сенсоры  
Объекты: Пищевые продукты и корма

Разработаны потенциометрические перекрестно чувствительные ПД-сенсоры на основе мембран МФ-4СК с градиентным распределением по длине образца наночастиц кислых солей гетерополикислот для определения катионов тиамина (витамин В1) при pH<7

Авторы: Бобрешова О.В., д.х.н., [bobreshova@chem.vsu.ru](mailto:bobreshova@chem.vsu.ru); Паршина А.В., к.х.н. [parshina\\_ann@mail.ru](mailto:parshina_ann@mail.ru), Селеменов В.Ф., зав. кафедрой АХ, дхн, проф. [common@chem.vsu.ru](mailto:common@chem.vsu.ru)  
Организация: Воронежский государственный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Воронеж  
Методы: Химические сенсоры  
Объекты: Фармацевтические препараты

Разработана мультисенсорная система с потенциометрическими сенсорами на основе перфторированных сульфокатионообменных мембран для оценки свежести непастеризованного пива во внелабораторных условиях. Полезная модель предназначена для контроля качества пива в процессе розлива и определения соответствия заявленному производителем сроку изготовления (*заявка на патент №2016143279 от 02.11.2016, работа поддержана ФЦП, Соглашение № 14.577.21.0005*).

Разработана мультисенсорная система с потенциометрическими сенсорами на основе перфторированных сульфокатионообменных мембран для контроля качества восстановленного молока (*исследования выполнены за счет гранта РФ № 15-13-10036*).

Авторы: Бобрешова О.В., д.х.н., [bobreshova@chem.vsu.ru](mailto:bobreshova@chem.vsu.ru); Паршина А.В., к.х.н. [parshina\\_ann@mail.ru](mailto:parshina_ann@mail.ru), Селеменов В.Ф., зав. кафедрой АХ, дхн, проф. [common@chem.vsu.ru](mailto:common@chem.vsu.ru)

Организация: Воронежский государственный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Воронеж  
Методы: Химические сенсоры  
Объекты: Пищевые продукты и корма

Разработаны потенциометрические перекрестно чувствительные ПД-сенсоры на основе мембран МФ-4СК, модифицированных допантами с протонодонорными свойствами и подвергшихся обработке при различных условиях, для определения катионов гистидина при  $pH < 7$  и анионов метионина совместно с катионами калия при  $pH > 7$ . В качестве допантов использованы диоксиды кремния и циркония, поверхностно модифицированные сульфо-группами и сульфосодержащими радикалами. Обработку мембран проводили при различной температуре и относительной влажности, а также подвергали механической деформации. Разработанные перекрестно чувствительные ПД-сенсоры предназначены для анализа технологических растворов при получении и очистке аминокислот.

Авторы: Бобрешова О.В., д.х.н., [bobreshova@chem.vsu.ru](mailto:bobreshova@chem.vsu.ru); Паршина А.В., к.х.н. [parshina\\_ann@mail.ru](mailto:parshina_ann@mail.ru), Селеменев В.Ф., зав. кафедрой АХ, дхн, проф. [common@chem.vsu.ru](mailto:common@chem.vsu.ru)  
Организация: Воронежский государственный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Воронеж  
Методы: Химические сенсоры  
Объекты: Другие объекты анализа

Для определения неионных поверхностно-активных веществ (НПАВ) – полиоксиэтилированных нонилфенолов в водных растворах сконструированы планарные сенсоры на основе различных углеродных материалов: графит, углеродные нанотрубки (рис.1). Установлены оптимальные составы мембран, природа и концентрация электродноактивных соединений, углеродсодержащих материалов, пластификаторов. Оценены электроаналитические, эксплуатационные характеристики планарных НПАВ-сенсоров в растворах гомологов. Показана возможность применения планарных сенсоров для определения индивидуальных гомологов полиэтоксилатов. полиоксиэтилированных нонилфенолов в концентрационных интервалах  $1 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-2}$  М при  $pH$  4-10 в модельных растворах, в малых объемах проб, суммарного содержания НПАВ в технических препаратах, продуктах бытовой химии, а также в экологическом мониторинге природных вод.

Авторы: Кулапина Е.Г., [kulapinaeg@mail.ru](mailto:kulapinaeg@mail.ru)  
Организация: Саратовский государственный университет, кафедра аналитической химии и химической экологии  
Город: Саратов  
Методы: Химические сенсоры  
Объекты: Органические вещества: природные, синтетические, элементоорганические соединения, полимеры

Разработаны твердоконтактные потенциометрические сенсоры на основе соединения тетрадециламмония с комплексом серебра (I) – цефотаксим, чувствительные к цефотаксиму. Определены их основные электроаналитические характеристики: интервал линейности электродных функций составляет  $5 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-1}$  М, угловой коэффициент  $55 \pm 5$  мВ/рС, концентрация электродно-активного вещества 2%, время отклика 120 с, дрейф потенциала 4-6 мВ/сут, срок службы 2 мес. Показана возможность применения сенсоров для ионометрического определения цефотаксима в водных и биологических средах.

Авторы: Кулапина Е.Г., [kulapinaeg@mail.ru](mailto:kulapinaeg@mail.ru)  
Организация: Саратовский государственный университет, кафедра аналитической химии и химической экологии  
Город: Саратов  
Методы: Химические сенсоры  
Объекты: Биологические и медицинские объекты; Фармацевтические, наркотические и допинговые препараты

Ароматические амины: структура, реакции окисления, применение в аналитической химии

Обобщены разнообразные сведения об ароматических аминах, в том числе пространственное строение молекул, кислотно-основные, нуклеофильные и окислительно-восстановительные свойства, применение, влияние на здоровье человека, пути биodeградации. Особое внимание

уделено возможностям предсказания свойств указанной группы соединений на основе количественных закономерностей и соотношений структура - свойство, текущему состоянию и перспективам аналитического применения ароматических аминов, в том числе в кинетических, ферментативных методах анализа и при разработке сенсорных систем.

Авторы: Бурмистрова Н.А., [naburmistrova@mail.ru](mailto:naburmistrova@mail.ru); Панкратов А.Н., [PankratovAN@info.sgu.ru](mailto:PankratovAN@info.sgu.ru); Муштакова С.П. [MushtakovaSP@info.sgu.ru](mailto:MushtakovaSP@info.sgu.ru)  
Организация: Саратовский государственный университет, кафедра аналитической химии и химической экологии; кафедра общей и неорганической химии  
Город: Саратов  
Методы: Биохимические и биологические методы; Химические сенсоры  
Объекты: Органические вещества: природные, синтетические, элементоорганические соединения, полимеры

Разработан, апробирован, и внедрен в практику комплекс способов идентификации вида полимеров и быстрой одноэтапной оценки уровня эмиссии легколетучих органических соединений из тонкопленочных и блоковых полимеров, а также изделий с их добавлением (фенолформальдегидные пластмассы, изделия из полистирола, твердые, мягкие, тонкопленочные поливинилхлоридные пластики, листовые композиционные материалы, воздух в локальных точках закрытых бытовых помещений с полимерными материалами и над их поверхностью)

С применением методов хемометрики разработана ПЛС-модель для установления корреляции результатов органолептической оценки запаха изделий из полимеров и откликов массива «Polymers» (модель для прогнозирования стандартных органолептических показателей по результатам ПКМ). С применением двух регрессионных моделей с помощью проекций на латентные структуры возможно прогнозирование стандартных органолептических показателей по результатам анализа РФГ над пробами игрушек с дескрипторами «неприятный», «сладкий», «смешанный». Показано, что возможна быстрая оценка безопасности игрушек из ПВХ-пластизоля без привлечения специалистов по органолептической оценке с применением анализатора газов «МАГ-8» на основе массива пьезосенсоров и ПЛС-модели

Авторы: Кучменко Т.А. [tak1907@mail.ru](mailto:tak1907@mail.ru); Дроздова Е.В. [devrn13@mail.ru](mailto:devrn13@mail.ru); Шуба А.А. [an-mishina@yandex.ru](mailto:an-mishina@yandex.ru)  
Организация: Воронежский государственный университет инженерных технологий, кафедра физической и аналитической химии  
Город: Воронеж  
Методы: Химические сенсоры  
Объекты: Органические вещества: природные, синтетические, элементоорганические соединения, полимеры

Определены наиболее корректные параметры для проведения количественного анализа с применением массива сенсоров – площади под кривыми  $i$ -х пьезосенсоров  $S_i$  и площадь кинетического «визуального отпечатка» массива сенсоров,  $\sum S_{B.O}$ . Введены идентификационные параметры пьезокварцевого микровзвешивания для распознавания в запахе полимеров летучих органических соединений.

Авторы: Кучменко Т.А. [tak1907@mail.ru](mailto:tak1907@mail.ru); Дроздова Е.В. [devrn13@mail.ru](mailto:devrn13@mail.ru); Шуба А.А. [an-mishina@yandex.ru](mailto:an-mishina@yandex.ru)  
Организация: Воронежский государственный университет инженерных технологий, кафедра физической и аналитической химии  
Город: Воронеж  
Методы: Химические сенсоры;  
Объекты:

Разработан способ детектирования легколетучих органических соединений – продуктов деструкции пленок полимеров из оксобиоразлагаемого полиэтилена под действием УФ-излучения над пробами – с применением анализатора газов «электронный нос» на основе разноселективных пьезовесов. Полимерные пленки получены с использованием различных прооксидантов - d2w, стеарата и карбоната железа. Установлена зависимость состава выделяющихся из пленок смесей соединений от времени обработки, мощности УФ-излучения и природы добавки

Авторы: Кучменко Т.А. [tak1907@mail.ru](mailto:tak1907@mail.ru), Дроздова Е.В. [devrn13@mail.ru](mailto:devrn13@mail.ru)

Организация:	Воронежский государственный университет инженерных технологий; кафедра физической и аналитической химии
Город:	Воронеж
Методы:	Методы обнаружения и идентификации; Химические сенсоры
Объекты:	Органические вещества: природные, синтетические, элементоорганические соединения, полимеры

Обнаружены газы-маркеры новообразований доброкачественного и злокачественного характера у больных гинекологического профиля в равновесной газовой фазе над пробами крови с помощью идентификационных параметров массива сенсоров и выделены особенности их состава в зависимости от вида новообразования. Построена модель с применением регрессии на латентные структуры для получения быстрой скрининг информации (болен/здоров) по результатам сорбции равновесной газовой фазы над пробами крови. Оценены правильность, чувствительность и специфичность предлагаемого подхода по обнаружению газов-маркеров новообразований в равновесной газовой фазе над пробами крови с применением массива химических сенсоров. *(Работа выполнена в рамках гранта РФФИ-регион)*

Авторы:	Шуба А.А. <a href="mailto:an-mishina@yandex.ru">an-mishina@yandex.ru</a> ; Кучменко Т.А. <a href="mailto:tak1907@mail.ru">tak1907@mail.ru</a> ; Ковалева Т.Ю., <a href="mailto:Kovaleva-og@mail.ru">Kovaleva-og@mail.ru</a> ; Матвеева Н.А., Битюкова В.В. <a href="mailto:bityukovavv@yandex.ru">bityukovavv@yandex.ru</a>
Организация:	Воронежский государственный университет инженерных технологий, кафедра физической и аналитической химии; Воронежская государственная медицинская академия им. Н.Н. Бурденко (ВГМА), кафедра акушерства и гинекологии
Город:	Воронеж
Методы:	Химические сенсоры
Объекты:	Биологические и медицинские объекты

**Резюме.** Представлено 18 аннотаций из 4 городов (Москва, Санкт-Петербург, Воронеж, Саратов), 4х классических (МГУ, СПбГУ, Саратовский ГУ им. Н.Г. Чернышевского, Воронежский ГУ) и одного инженерного (ВГУИТ) университетов, от 8-ми научных групп. Представлено 8 опубликованных статей в англо-язычных изданиях.

*Работы проводились по традиционным для этих групп направлениям.*

*Для систематизации полученных результатов все материалы разделены по природе аналитической фазы, контактирующей с сенсорами – жидкостные, которые генерируют аналитический сигнал в жидких средах, и газовые – генерация аналитического сигнала происходит на воздухе и в газовых смесях. Такая классификация вполне уместна в качестве первичной по аналогии с хроматографическими методами.*

*В качестве трансдьюсеров сенсоров применены потенциометрические, в том числе ПД-сенсоры с регистрацией потенциала Доннана, амперометрические, масс-чувствительные. В отдельную группу выделены «блочные» оптические сенсоры для тест-систем на основе твердофазной спектроскопии и планарные сенсоры с твердотельными наноматериалами.*

*Жидкостные сенсоры.*

*Обзор законченных в 2016 году проектов по разработке и применению единичных сенсоров, их массивов представлен в табл. 1. Особенности разрабатываемых сенсоров – анализ экстрактов, жидкостей на основе воды или природные, питьевые воды, т.е. проводится водный анализ многокомпонентных систем переменного состава и смешанной природой нативных соединений (низко-, высокомолекулярные органические соединения, неорганические ионы).*

*Традиционное преимущество таких аналитических систем – минимальная пробоподготовка. Для их разработки и оптимизации аналитических свойств применены современные методы исследований и обработки данных. Растёт популярность решения аналитических задач по получению интегрального образа объекта и применению многосенсорных систем. При этом продолжают работы по разработке новых мембран для селективной ионометрии, проводимой единичными сенсорами.*

*Оригинальностью решений и перспективностью для тест-определений отличаются нетрадиционные сенсоры – на основе оптически зависимых материалов и планарные (табл. 2). Работы в этом направлении тесно сопряжены с применением наноматериалов, тонкого синтеза и миниатюрностью получаемых устройств (средств). Газовые сенсоры представлены*

модифицированными масс-чувствительными сенсорами в наборе массива с разными аналитическими характеристиками.

С их применением разработан, апробирован, и внедрен в практику комплекс способов идентификации вида полимеров и быстрой одноэтапной оценки уровня эмиссии легколетучих органических соединений из тонкопленочных и блоковых полимеров, а также изделий с их добавлением (фенолформальдегидные пластмассы, изделия из полистирола, твердые, мягкие, тонкопленочные поливинилхлоридные пластики, листовые композиционные материалы, воздух в локальных точках закрытых бытовых помещений с полимерными материалами и над их поверхностью). С применением методов хемометрики разработана ПЛС-модель для установления корреляции результатов органолептической оценки запаха изделий из полимеров и откликов массива. С применением двух регрессионных моделей с помощью проекций на латентные структуры возможно прогнозирование стандартных органолептических показателей с дескрипторами «неприятный», «сладкий», «смешанный». Показано, что возможна быстрая оценка безопасности игрушек из ПВХ-пластизола без привлечения специалистов по органолептической оценке с применением анализатора газов «МАГ-8» на основе массива пьезосенсоров и ПЛС-модели.

Заслуживают внимания результаты по обнаружению газов-маркёров новообразований доброкачественного и злокачественного характера у больных гинекологического профиля в равновесной газовой фазе над пробами крови с помощью идентификационных параметров массива масс-чувствительных сенсоров и выделены особенности их состава в зависимости от вида новообразования. Построена модель с применением регрессии на латентные структуры для получения быстрой скрининг информации (болен/здоров) по результатам сорбции равновесной газовой фазы над пробами крови. Оценены правильность, чувствительность и специфичность предлагаемого подхода по обнаружению газов-маркеров новообразований в равновесной газовой фазе над пробами крови с применением массива химических сенсоров (Кучменко Т.А. [tak1907@mail.ru](mailto:tak1907@mail.ru), Дроздова Е.В. [Devrn13@mail.ru](mailto:Devrn13@mail.ru), Шуба А.А. [an-mishina@yandex.ru](mailto:an-mishina@yandex.ru), ВГУИТ, Воронеж, кафедра физической и аналитической химии).

Из представленных результатов за 2016 год 4 получены при финансовой поддержке грантов ФЦП, РНФ, РФФИ.

Это далеко не полный список отчетов по работам в области химических сенсоров. Нет работ по амперометрическим сенсорам, комплексным мульти-, полисенсорным системам, публикации и диссертационные работы по которым представлялись 2016 г.

Публикаций было гораздо больше в 2016 г., чем указано, но в форме пункта такого нет и представляют список опубликованных трудов только те группы, где это традиционно заведено (МГУ, СПбГУ). Если это важный критерий, то практику нужно распространить и ввести этот показатель в форму.

Таблица 1 – Решение задач с применением жидкостных единичных сенсоров и их массивов

№ п/п	Тип сенсора, природа селекторного слоя	Объекты анализа	Аналиты	Краткая сущность исследования, аналитические характеристики	Авторы, вуз, кафедра
1	Амперометрические сенсоры с наноструктурами на основе металлов и их оксидов, полученных методом ионного наслаивания	Модельные растворы	Пероксид водорода и глюкоза	Не указано	Ермаков С.С. s.ermakov@spbu.ru Санкт-Петербургский государственный университет Институт химии, кафедра аналитической химии
2	Твердоконтактные потенциометрические сенсоры на основе соединения тетрадециламмония с комплексом серебро (I) – цефотаксим	Водные и биологические среды	Цефотаксим	Интервал линейности электродных функций составляет $5 \cdot 10^{-5}$ - $1 \cdot 10^{-1}$ М, угловой коэффициент $55 \pm 5$ мВ/рС, концентрация электродно-активного вещества 2%, время отклика 120 с, дрейф потенциала 4-6 мВ/сут, срок службы 2 мес.	Кулапина Е.Г. Саратовский ГУ, ИБФРМ РАН (Саратов) кафедра аналитической химии и химической экологии kulaapinaeg@mail.ru
Массивы сенсоров (мультисенсорные системы)					
3	Потенциометрические сенсоры	Водопроводная вода	Токсины синезеленых водорослей	Количественное определение токсинов. Предложен способ коррекции дрейфа показаний сенсоров при долговременных измерениях для увеличения срока службы многомерных градуировок.	Кирсанов Д.О d.kirsanov@gmail.com Санкт-Петербургский государственный университет Институт химии, кафедра аналитической химии
4		Препараты традиционной китайской медицины	Количественное измерение и прогноз выраженности дескриптора «горькость» в шкале дегустаторов	Количественная оценка горькости. Изучен потенциал капиллярного электрофореза и ВЭЖХ с УФ-детектированием для получения характеристических профилей образцов, которые могут быть соотнесены с оценками горькости путем применения методов многомерной регрессии.	
5		Контроль биотехнологического процесса генетически-	Белок А	Количественное определение белков с предварительной модификацией образца биологическими объектами (ферментами, дрожжами).	

		модифицированной кишечной палочкой			
6	ПД-сенсоры (потенциометрические сенсоры с регистрацией потенциала Доннана) на основе мембран МФ-4СК с градиентным распределением по длине образца наночастиц кислых солей гетерополикислот		Катионы тиамин (витамин В1) при pH < 7.	-	Бобрешова О.В. bobreshova@chem.vsu.ru; Паршина А.В., parshina_ann@mail.ru; зав. кафедрой, проф. Селеменов В.Ф. Воронежский государственный университет кафедра аналитической химии
7	ПД-сенсоры на основе перфторированных сульфокатионообменных мембран	Непастеризованное пиво во внелабораторных условиях и восстановленное молоко	-	Контроль качества пива в процессе розлива и определения соответствия заявленному производителем сроку изготовления.	
8	ПД-сенсоры на основе мембран МФ-4СК, модифицированных допантами с протонодонорными свойствами и обработанных при различных условиях	Технологические растворы при получении и очистке аминокислот	Катионы гистидина при pH < 7 и анионы метионина совместно с катионами калия при pH > 7	В качестве допантов использованы диоксиды кремния и циркония, поверхностно модифицированные сульфо-группами и сульфосодержащими радикалами. Обработку мембран проводили при различной температуре и относительной влажности, подвергали механической деформации.	
9	Масс-чувствительные пьезосенсоры на основе полимеров с молекулярными отпечатками (полиимид)	Бражный дистиллят, эспурат, кубовая жидкость разгонной колонны и кубовая жидкость ректификационной колонны	Алифатические кислоты C <sub>2</sub> -C <sub>4</sub>	Рассчитаны импринтинг-фактор и коэффициент селективности определяемой кислоты по отношению к родственными соединениям.	Зяблов А.Н., зав. кафедрой, проф. Селеменов В.Ф. common@chem.vsu.ru Воронежский государственный университет кафедра аналитической химии
10		Безалкогольные напитки	Синтетические пищевые	-	

			красители	
--	--	--	-----------	--

\* - не указано.

Таблица 2 – Новые решения по разработке и применению «Блочных» и планарных сенсоров

№ п/п	Тип сенсора, природа селекторного слоя	Объекты анализа	Аналиты	Краткая сущность исследования, аналитические характеристики	Авторы, вуз, город
1	Планарные сенсоры на основе различных углеродных материалов: графит, углеродные нанотрубки	Водные растворы в технических препаратах, продуктах бытовой химии, в экологическом мониторинге природных вод	Неионные поверхностно-активные вещества (НПАВ) – полиоксиэтилированные нонилфенолы $1 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-2}$ М при pH 4-10	Установлены оптимальные составы мембран, природа и концентрация электродноактивных соединений, углеродсодержащих материалов, пластификаторов. Оценены электроаналитические, эксплуатационные характеристики планарных НПАВ-сенсоров в растворах гомологов.	Кулапина Е.Г. Саратовский ГУ, ИБФРМ РАН (Саратов) кафедра аналитической химии и химической экологии) kulapinaeg@mail.ru
2	Кремний-титановые ксерогели на основе гетерополисоединений	Фруктовые соки, витаминные препараты и искусственная моча.	Аскорбиновая кислота, сульфит-ионы, полифенолы, железо(II), ферроцианид калия	Методами электронной сканирующей микроскопии, низкотемпературной адсорбции азота, ИК-спектроскопии и твердофазной спектрофотометрии изучено влияние экспериментальных условий (состав гидролизующейся смеси, концентрация Р, гетерополисоединения (ГПС)) на структурные характеристики и окислительно-восстановительную способность кремний-титановых золь-гель материалов с включенными ГПС. Рентгеноспектральным микроанализом установлено увеличение в 5 раз удерживания ГПС по сравнению с кремниевыми ксерогелями. Изучены Окислительно-восстановительные свойства индикаторных материалов. Определяется 2-200 мг/л аскорбиновой кислоты.	Моросанова Е.И. E_morosanova@gmail.com МГУ им. М.В. Ломоносова химический факультет, кафедра аналитической химии
3	Кремний-титановый ксерогель, полученный при проведении золь-	Рафинированные растительные масла и печенья	Пропилгаллат	Диапазон определяемых содержаний $2.0 \cdot 10^{-7} - 4.0 \cdot 10^{-6}$ М, предел обнаружения $7.1 \cdot 10^{-8}$ М) и тест-определения пропилгаллата в диапазоне $5.0 \cdot 10^{-5} - 1.0 \cdot 10^{-3}$ М	

	гель синтеза в присутствии хлорида цетилпиридиния			Достоверность тест-определения - 92,3%, прогностичность положительного результата 89,5%, прогностичность отрицательного результата 95%.	
--	---	--	--	---	--

### Высокоэффективная жидкостная хроматография

Разработаны сорбенты на основе силикагеля для определения гликопептидных антибиотиков в лекарственных формах методом гидрофильной хроматографии, демонстрирующие высокую эффективность, хорошую симметрию пиков антибиотиков, а также возможность их определения в присутствии посторонних компонентов в составе лекарственных форм, что является достоинством по сравнению с режимом обращенно-фазовой хроматографии. Выбраны оптимальные условия определения, изучено удерживание гликопептидов в варианте гидрофильной хроматографии.

Разработаны новые сорбенты для гидрофильной хроматографии витаминов и др. на основе органического полимера, устойчивого в диапазоне pH 0-14 – сополимера стирола и дивинилбензола – с ковалентно закрепленным функциональным слоем гидрофильного полимера на поверхности гидрофобной матрицы. Установлены особенности удерживания водорастворимых витаминов, показана возможность их разделения с высокой селективностью и эффективностью во всем диапазоне pH.

Авторы: Шпигун А.О., [shpigun@analyt.chem.msu.ru](mailto:shpigun@analyt.chem.msu.ru)  
Организация: МГУ им. М.В. Ломоносова, химический факультет, кафедра аналитической химии  
Город: Москва  
Методы: Высокоэффективная жидкостная (в том числе ионная) хроматография  
Объекты: Фармацевтические, наркотические и допинговые препараты

Разработаны новые подходы к получению ковалентно-привитых анионообменников на основе полистирол-дивинилбензола для ионной хроматографии. Первый подход заключается в формировании на поверхности матрицы гиперразветвленных ионообменных слоев путем чередования реакций аминирования первичным амином и алкилирования диглицидиловым эфиром. Для формирования гиперразветвленных функциональных слоев использовали первичные амины с отрицательно заряженными функциональными группами, что позволило значительно повысить эффективность и селективность анионообменников. Полученные сорбенты характеризуются эффективностью до 40000 тт/м и позволяют проводить разделение до 22 анионов, включая стандартные неорганические анионы, оксигалогениды, слабо- и сильно-удерживаемые органические кислоты. Предложен способ ковалентного закрепления аминополимера – полиэтиленimina (ПЭИ) – на поверхности полимерной матрицы через гидрофильные спейсеры. Показана возможность варьирования селективности таких сорбентов путем выбора кватернизирующего агента для ПЭИ, гидрофилизующего или сшивающего ионообменный слой. Полученные таким образом сорбенты позволяют работать как с гидроксидными, так и с карбонатными элюентами и разделять смесь 17 анионов, в том числе слабоудерживаемые органические кислоты и сильнополярные анионы, такие как иодид и роданид. Достоинством обоих предложенных подходов является возможность легко управлять селективностью получаемых анионообменников за счет выбора амина, диглицидилового эфира или кватернизирующего агента для аминополимера. Сорбенты успешно использованы для анализа объектов окружающей среды (воды, воздуха, почвы), напитков (апельсинового и яблочного соков) и фармацевтических субстанций на содержание органических и неорганических анионов

Авторы: Шпигун А.О., [shpigun@analyt.chem.msu.ru](mailto:shpigun@analyt.chem.msu.ru)  
Организация: МГУ им. М.В. Ломоносова, химический факультет, кафедра аналитической химии  
Город: Москва  
Методы: Высокоэффективная жидкостная (в том числе ионная) хроматография  
Объекты: Объекты окружающей среды. Пищевые продукты и корма. Фармацевтические, наркотические и допинговые препараты

Синтезирован смешанный хиральный сорбент на основе силикагеля с привитыми макроциклическими антибиотиками эремомицином и ванкомицином. Исследовано влияние состава подвижной фазы (pH буферного раствора, его концентрация, объемная доля органического модификатора, его природа) на времена удерживания энантиомеров  $\beta$ -блокаторов (метопролол, пиндолол, альпренолол, окспренолол, лабетолол, атенолол) и аминокислот (триптофан, фенилаланин, ДОФА, метионин, ацетилглутаминовая кислота), селективность разделения и разрешение хроматографических пиков энантиомеров исследуемых веществ. Показано, что смешанный хиральный сорбент проявляет энантиоселективность к обоим классам соединений, в то время как силикагель, модифицированный ванкомицином, не позволяет разделять

энантиомеры недериватизированных аминокислот, а силикагель, модифицированный эремоницином, – энантиомеры  $\beta$ -блокаторов. Получены высокие значения разрешения как для аминокислот (максимальное  $R_s > 4$ ), так и  $\beta$ -блокаторов (максимальное  $R_s > 1$ ).

Авторы: Шпигун А.О., [shpigun@analyt.chem.msu.ru](mailto:shpigun@analyt.chem.msu.ru)  
Организация: МГУ им. М.В. Ломоносова, химический факультет, кафедра аналитической химии  
Город: Москва  
Методы: Высокоэффективная жидкостная (в том числе ионная) хроматография  
Объекты: Фармацевтические, наркотические и допинговые препараты

Предложена схема проведения послеклоночной реакции комплексообразования флавоноидов с ионами алюминия (Ш) в различных микроэмульсионных средах с последующим флуориметрическим детектированием. Показано, что интенсивность флуоресценции комплексов, полученных в среде микроэмульсий в 5, 3 и 3 раза выше для кверцетина, изорамнетина и кемпферола соответственно, по сравнению с комплексами, полученными при растворении флавоноидов в MeCN / 0,1 M HCl (30/70) и AlCl<sub>3</sub> в H<sub>2</sub>O. Продемонстрирована перспективность использования МЭ для количественного извлечения кверцетина из растительного сырья. Степень извлечения кверцетина из шелухи лука составила 98%, а пределы обнаружения 100, 45 и 15 нг/мл для кверцетина, изорамнетина и кемпферола, соответственно. Определено содержание кверцетина в трех видах шелухи лука: в шелухе желтого лука содержание составило (34±3) мг/г, в шелухе фиолетового лука (5±1) мг/г, в шелухе белого лука – менее предела обнаружения.

Показана возможность применения микроэмульсий (МЭ) в качестве экстрагентов 10 полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) из почвы с последующим расслоением МЭ, одновременным концентрированием определяемых соединений в органической фазе и их определением методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Степени экстракции для 10 ПАУ из различных типов почв: песка, торфа и глины, лежат в диапазоне 90 – 105%. Определены коэффициенты концентрирования ПАУ в органической фазе, образующейся после расслаивания МЭ. Они находятся в пределах от 5 до 6.5. Предложенный подход характеризуется низкими пределами обнаружения, хорошей селективностью и воспроизводимостью.

Разработана надежная и высокочувствительная методика определения примесей госсипола для внедрения в систему контроля качества при производстве фармацевтической субстанции. Представленная методика обладает хорошей чувствительностью выше  $1,56 \cdot 10^{-5}$  мг/мл, что сопоставимо с результатами зарубежных исследований.

*[Pirogov A.V.](#), [Sokolova L.S.](#), [Sokerina E.](#), [Tataurova O.G.](#), [Shpigun O.A.](#)  
*Determination of flavonoids as complexes Al<sup>3+</sup> in microemulsion media HPLC method with fluorescence detection. // Journal of Liquid Chromatography and Related Technologies, 2016, V. 39, № 4, P. 220-224.**

Авторы: Пирогов А.В., [pirogov@analyt.chem.msu.ru](mailto:pirogov@analyt.chem.msu.ru)  
Организация: МГУ им. М.В. Ломоносова химический факультет, кафедра аналитической химии  
Город: Москва  
Методы: Высокоэффективная жидкостная (в том числе ионная) хроматография, микроэмульсионная хроматография  
Объекты:

Силикагель, модифицированный эремоницином, с дополнительным покрытием слоем бычьего сывороточного альбумина применен для определения профенов методом ВЭЖХ в крови и моче. Показано, что наличие в пробе белков различной молекулярной массы (14 – 669 кДа) не влияет на разделение энантиомеров профенов (на примере кетопрофена).

Авторы: Тихомирова Т.И., [tikhomirova-tatyana@yandex.ru](mailto:tikhomirova-tatyana@yandex.ru); Иванов А.В., [sandro-i@yandex.ru](mailto:sandro-i@yandex.ru)  
Организация: МГУ им. М.В. Ломоносова, химический факультет, кафедра аналитической химии  
Город: Москва  
Методы: Высокоэффективная жидкостная (в том числе ионная) хроматография  
Объекты: Биологические и медицинские объекты

Изучено модифицирование оксида циркония органическим реагентом Арсеназо III путем сорбции его из водных растворов. На основании условий образования, спектральных характеристик, а также свойств модифицированного оксида сделан вывод, что получен сорбент с ковалентно иммобилизованными группами Арсеназо III. Сорбент обладает катионообменными свойствами. Изучено хроматографическое удерживания ионов щелочных металлов (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Rb<sup>+</sup>, Cs<sup>+</sup>) и аммония на оксиде циркония, модифицированном Арсеназо III, при использовании 0,5 МНCl в качестве элюента

Авторы: Тихомирова Т.И., [tikhomirova-tatyana@yandex.ru](mailto:tikhomirova-tatyana@yandex.ru); Иванов А.В., [sandro-i@yandex.ru](mailto:sandro-i@yandex.ru)  
Организация: МГУ им. М.В. Ломоносова, химический факультет, кафедра аналитической химии  
Город: Москва  
Методы: Высокоэффективная жидкостная (в том числе ионная) хроматография  
Объекты:

**Моделирование высокоэффективной хроматографии для выбора оптимальных режимов анализа многокомпонентных смесей.** С помощью программы IONCHROM проведено моделирование новой хроматографической системы на примере ионного хроматографа фирмы METRONM. Для определения всех необходимых параметров необходимо построение динамической карты этой системы, по которой находят режимы требуемого разделения в разных областях значений рН и концентраций, после чего достаточно провести 3–4 эксперимента с выбранными элюентами. Скорректированная с помощью найденных параметров модель использована для прогноза поведения системы и, в частности, для оптимизации анализа.

Авторы: Долгоносов А.М., [amdolgo@mail.ru](mailto:amdolgo@mail.ru)  
Организация: Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, лаборатория сорбционных методов  
Город: Москва  
Методы: Высокоэффективная жидкостная (в том числе ионная) хроматография  
Объекты:

**Повышение селективности метода ионной хроматографии.** Предложен способ избирательного удаления определенных анионов из элюата в ионохроматографическом эксперименте (метод поглощающих колонок) с целью качественного и количественного определения удаляемых анионов и/или соэлюирующихся непоглощаемых компонентов пробы. Показана применимость метода для ряда сложных случаев анионного анализа с применением ионного хроматографа фирмы METRONM.

Авторы: Долгоносов А.М., [amdolgo@mail.ru](mailto:amdolgo@mail.ru)  
Организация: Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, лаборатория сорбционных методов  
Город: Москва  
Методы: Высокоэффективная жидкостная (в том числе ионная) хроматография  
Объекты:

Разработан автоматизированный комбинированный метод на принципах сочетания равновесного проточного анализа и ВЭЖХ с флуориметрическим детектированием, включающий извлечение аналитов из твердофазных проб в УЗ-поле и последующее микроэкстракционное концентрирование с диспергированием экстрагента в водной фазе растворителем с «переключаемой» полярностью. На принципах комбинированного метода разработана полностью автоматизированная методика определения офлоксацина в пробах куриного мяса.

*Irina Timofeeva, Semen Timofeev, Leonid Moskvina, Andrey Bulatov. A dispersive liquid-liquid microextraction using a switchable polarity dispersive solvent. Automated HPLC-FLD determination of ofloxacin in chicken meat. Analytica Chimica Acta. 2017. P. 35-42. DOI information: 10.1016/j.aca.2016.11.018*

Авторы: Булатов А.В., [bulatov\\_andrey@mail.ru](mailto:bulatov_andrey@mail.ru)  
Организация: Санкт-Петербургский государственный университет, Институт химии, кафедра аналитической химии  
Город: Санкт-Петербург  
Методы: Автоматизация анализа (общие решения); Анализ в потоке  
Высокоэффективная жидкостная (в том числе ионная) хроматография

Объекты: Пищевые продукты и корма

Предложен вариант одновременного определения четырёх противотуберкулезных препаратов (ПТП) (*этамбутол, пиразинамид, изониазид, рифампицин*) в плазме крови человека и их метаболитов методом **ОФ ВЭЖХ с тандемным масс-спектрометрическим детектированием** с электроспрей ионизацией в режиме положительной ионизации путём мониторинга множественных реакций (MRM). Пределы обнаружения с УФ детектированием составили от 2 до 20 мкг/мл, с МС детектированием в SIM-режиме от 2 до 15 нг/мл и в MRM-режиме от 0,5 до 10 нг/мл. Оптимизированы условия фрагментации для каждого лекарственного вещества. Предложена процедура пробоподготовки образцов плазмы крови к ВЭЖХ/МС анализу, включающая осаждение белков плазмы крови ацетонитрилом в соотношении 3:1 (объемн.). Значения степеней извлечения 85-90%. Проведена оценка влияния матрицы пробы на разделение и ионизацию ПТП методом пост-экстракционной добавки. Изучена стабильность ПТП в процессе анализа (автосамплер 1 и 12 ч.) и в условиях хранения (3 цикла заморозка-разморозка) и предложен способ увеличения стабильности рифампицина при добавлении в качестве антиоксиданта аскорбиновой кислоты.

Авторы: Карцова Л.А., [kartsova@gmail.com](mailto:kartsova@gmail.com)  
Организация: Санкт-Петербургский государственный университет, Институт химии, кафедра органической химии, лаборатория хроматографии  
Город: Санкт-Петербург  
Методы: Высокоэффективная жидкостная (в том числе ионная) хроматография. Хромато-масс-спектрометрия  
Объекты: Биологические и медицинские объекты; Фармацевтические, наркотические и допинговые препараты

Методами планарной и колоночной жидкостной хроматографии на примере сапонинов и флаваноидов продолжены, расширены и развиты подходы к совершенствованию хроматографических методов анализа, основанные на использовании модифицированных (гибридных) мицеллярных и циклодекстриновых подвижных фаз, содержащих органический растворитель и мицеллы катионных, анионных или неионных поверхностно-активных веществ (ПАВ) и циклодекстрины.

Показано, что использование модифицированных мицеллярных и циклодекстриновых элюентов в нормально-фазовом и обращенно-фазовом вариантах хроматографирования позволяет в 3-4 раза улучшить эффективность и в 7-8 раз селективность разделения аналитов, а также в 2-3 раза повысить чувствительность их определения по сравнению с водно-органическими элюентами. Методом планарной хроматографии (ТСХ) на основе расчета коэффициентов связывания аналитов с мицеллами и циклодекстринами установлено, что основой улучшения хроматографических параметров является разная степень сольubilизации исследуемых веществ в мицеллярные и циклодекстриновые фазы и вклад в удерживании сорбатов трех видов равновесий в системах: растворитель-сорбент, растворитель-мицелла (циклодекстрин) и мицелла (циклодекстрин)-сорбент. В вариантах нормально-фазовой и обращенно-фазовой ТСХ в модифицированных мицеллярных и циклодекстриновых подвижных фазах, разработаны методики раздельного определения кверцетина, рутина, олеаноловой и глицирризиновой кислот и хедеракозида в некоторых фармацевтических препаратах и пищевых продуктах.  $S_f$  составляет 0,01 - 0,02, что существенно ниже по сравнению с водно-органическими ПФ.

*Проведенные исследования соответствуют мировым тенденциям в области жидкостной хроматографии, а в отечественной аналитике практически не проводились.*

Авторы: Сумина Е.Г., [suminaeg@yandex.ru](mailto:suminaeg@yandex.ru)  
Организация: Саратовский государственный университет, кафедра аналитической химии и химической экологии  
Город: Саратов  
Методы: Высокоэффективная жидкостная (в том числе ионная) хроматография.  
Объекты:

2016г компания «ИНТЕРЛАБ» закончила разработку серии современных отечественных жидкостных хроматографов **«МАЭСТРО-ВЭЖХ»**. Особенно следует выделить оригинальные разработки трех детекторов: светодиодного фотометрического, флуориметрического и амперометрического. В светодиодном детекторе впервые были использованы светодиоды как источники света, что позволило увеличить срок службы, надежность и чувствительность детектора. Этот детектор позволяет определять одновременно на любых 7 длинах волн в УФ-, видимой и ближней ИКС, в диапазоне 230-2500нм. Возможно определение и на одной длине

волны. Можно определять отношения сигналов на разных длинах волн, т.е. детектор можно превратить в 3D для идентификации неизвестных соединений. Волоконно-оптические технологии позволили изготовить уникальную аналитическую кювету объемом 11 мкл с увеличенной длиной оптического пути до 40 мм. Благодаря инновационной проточной кювете, используемой в детекторе, хроматографические пики имеют высоту в 4 раза выше, чем пики полученные от обычных 10 мм проточных кювет, при той же концентрации анализируемого вещества.

Принцип работы многоканального флуориметрического детектора на светодиодах основан на измерении светового потока флуоресценции в спектральном диапазоне 400-700 нм от детектируемого вещества, при спектральном возбуждении на фиксированных длинах волн 255 нм, 310 нм, 365 нм, пропускаемого через аналитическую кювету. Детектор может работать в двух режимах «Моноскан» (используется один из трех источников света) и «Мультискан» (одновременно работают все три источника света). В детекторе не требуется замена дорогостоящей ксеноновой лампы.

Принцип работы амперометрического детектора основан на измерении тока при электролизе электроактивных веществ на стеклоуглеродном электроде. Отличительным признаком детектора является возможность работы не только при постоянном потенциале на рабочем электроде, но и в импульсном режиме при подаче программируемого 7-тактного периода потенциала, что расширяет перечень анализируемых соединений.

Амперометрический детектор имеет высокую чувствительность (низкий предел детектирования на уровне пико - фемто грамм) и высокую селективность к соединениям, которые легко окисляются на поверхности рабочего электрода при постоянном потенциале, в частности полифенолы, тиолы, ароматические амины и др. В импульсном режиме области применения расширяются, например, можно напрямую без дериватизации определять такие важные классы соединений, как аминокислоты и сахара. Амперометрический детектор в ВЭЖХ позволяет без концентрирования определять фенол, хлорфенолы, бисфенол на уровне ПДК в питьевых и поверхностных водах. Биомаркеры сердечно-сосудистых, онкологических заболеваний, биомаркеры окислительного стресса: катехоламины, их предшественники и метаболиты, серотонин, гомоцистеин, цистеин, глутатион, убихинол, мочева кислота, измененные нуклеозиды и другие определяются в биологических жидкостях человека также без концентрирования.

Амперометрический детектор прост конструктивно, стоимость его значительно ниже стоимости оптических детекторов. Поэтому, не случайно интерес к амперометрическому детектору постоянно растет в последнее время.

В общем «МАЭСТРО-ВЭЖХ» может комплектоваться (по желанию заказчика) еще следующими детекторами: диодно-матричным, рефрактометрическим, УФ-, по светорассеиванию. По метрологическим характеристикам прибор не уступает лучшим зарубежным образцам, а по некоторым превосходит их. Прибор прошел испытание на соответствие типа (госиспытания) и включен в Госреестр средств измерений РФ. Освоено серийное производство. В 2016г более 40 приборов поставлено в разные отрасли (фармацевтика, медицина, пищевая промышленность, экология и др.). Ниже приведены некоторые аналитические применения приборов:

- с детектором на диодной матрице: определение тадалафила в некоторых биологически активных добавках к пище в соответствии с МУК 4.1.3331-16 «Методика измерения массовой доли синтетических ингибиторов фосфодиэстеразы-5 (тадалафила, варденафила и силденафила) в биологически активных добавках методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с ультрафиолетовым и масс-спектрометрическим детектированием»; антиоксиданта **Е310 Пропилгаллат** в пищевых продуктах; **некоторых пестицидов**, применяемых для протравливания семян; **кофеина в чае** в соответствии с ГОСТ ISO 10727-2013 «Чай и чай растворимый. Определение содержания кофеина»; **аскорбиновой кислоты** в соках в соответствии с ГОСТ 31643-2012 «Продукция соковая. Определение аскорбиновой кислоты методом высокоэффективной жидкостной хроматографии»; **нарингина и неогесперидина** в апельсиновом соке в соответствии с ГОСТ Р 54742-2011 «Продукция соковая. Определение нарингина и неогесперидина в апельсиновом соке методом ВЭЖХ»;

- с детектором на диодной матрице и детектором фотометрическим с фиксированными длинами волн (светодиодный): определение **5-гидроксиметилфурфурала** в меде в соответствии с ГОСТ 31768-2012 «Мед натуральный. Методы определения гидроксиметилфурфурала»;

- с **низкотемпературным испарительным детектором светорассеяния МАЭСТРО ELSD**: определение **аминокислот** в гидролизате яичного белка и в лекарственном препарате.

Закончена разработка новой модели прибора «Близар» для определения суммарного содержания антиоксидантов в пищевых продуктах, напитках, БАДах, лекарствах, поливитаминах, а также для экспрессного определения антиоксидантного статуса человека. Для этого прибора разработана новая ячейка амперометрического детектора, в которой в качестве рабочего электрода используется электрод (возможно применение золотого, серебряного и др. электродов). Вспомогательным электродом служит корпус ячейки из нержавеющей стали. Конструкция корпуса такова, что исключает применение сравнительного электрода, при этом стабильность работы прибора не ухудшается. В этом новизна детектора (защищено патентом №2238555). Амперометрический метод, заложенный в прибор «Близар», рекомендуется вышедшими ГОСТами (ГОСТ Р 54037-2010, ГОСТ Р 54036-2010).

Сотрудники компании «ИНТЕРЛАБ» принимают участие в работе многих семинаров, презентаций, конференциях по аналитической химии и хроматографии и проводят научно-технические исследования, результаты которых публикуют в отечественных и зарубежных журналах и сборниках.

Ниже приведены наиболее важные и актуальные статьи и обзоры сотрудников «ИНТЕРЛАБ»

Приоритетные статьи и обзоры, опубликованные в 2016г

1. Alexander Y. Yashin, Dmitry V. Yashunsky, Alexander N. Vedenin, Nikolay E. Nifantiev, Yakov I. Yashin, Boris V. Nemser *Antioxidant activity of polyphenols from larch wood. An amperometric study. // Nutrition and Food Science 2016. v. 47. №2*

2. Беляев В.Н., Яшин А.Я., Яшин Я.И., Чукичева И.Ю., Федорова И.В., Сукрушева О.В., Кучин А.В. *Определение антиоксидантной активности изоборнилфенолов амперометрическим методом, в печати*

3. Яшин Я.И., Веденин А.Н., Яшин А.Я. *Антиоксиданты и спорт. Основные причины неудачных применений и возможные перспективы. // Спортивная медицина: наука и практика. Научно-практический журнал. 2016. т. 6. №1. с. 35-39.*

Другие важные и актуальные статьи:

1. Яшин Я.И., Веденин А.Н., Яшин А.Я. *60 лет хроматографическому приборостроению. // Аналитика. 2016 №2*

2. Яшин А.Я., Веденин А.Н., Яшин Я.И. *Конференции «PITTCON» в 2012-2016гг. // Ж. аналит. химии. 2016. т. 71. №12. с. 1-3.*

3. Яшин А.Я. *Определение биомаркеров методом ВЭЖХ с амперометрическим детектированием. // Аналитика. 2016. №4. с. 22-28.*

4. Яшин Я.И. *Хроматографы. // Большая Российская Энциклопедия. 2016г*

5. Яшин Я.И., Веденин А.Н., Яшин А.Я. *Природные антиоксиданты - неотъемлемая часть здорового и полноценного питания и защита человека от опасных болезней. Обзор. В сборнике «Питание и обмен веществ» вып. 4. Минск. 2016. с. 378-394.*

6. Yashin A. Ya., Nemser B. V., Vedenin A. N., Yashin Ya. I. *Powerful natural antioxidants their food sources and impact of human health // Antioxidants/ 2016/*

7. Яшин Я.И., Веденин А.Н., Немзер Б.В., Яшин А.Я. *Определение тиолов в биологических жидкостях человека методом ВЭЖХ. // Аналитика. 2016. №6*

Авторы:	Яшин Я.И., <a href="mailto:yashinchrom@mail.ru">yashinchrom@mail.ru</a>
Организация:	Компания "Интерлаб"
Город:	Москва
Методы:	Аналитические приборы; Высокоэффективная жидкостная (в том числе ионная) хроматография
Объекты:	

### Газовая хроматография

Для 6 синтетических каннабиноидов и 15 производных фенэтиламина определены параметры газохроматографического удерживания на неполярной неподвижной жидкой фазе.

Авторы:	Слепченко Г.Б., <a href="mailto:slepchenkogb@mail.ru">slepchenkogb@mail.ru</a>
Организация:	Национальный исследовательский инновационный Томский ПУ, кафедра физической и аналитической химии
Город:	Томск
Методы:	Газовая хроматография

Объекты: Фармацевтические, наркотические и допинговые препараты

Рассмотрено влияние модифицирующей добавки хлорида кобальта(II) на селективность сорбентов и стационарных жидких фаз в газовой хроматографии. Установлено, что указанная добавка приводит к резкому увеличению параметров удерживания кислородсодержащих органических веществ, прежде всего алифатических спиртов, и относительно слабо влияет на удерживание других ЛОВ, включая нуклеофильные азотсодержащие соединения. Добавление хлорида кобальта к карбоваксу значительно увеличивает параметры удерживания метанола и этанола и мало влияет на эти параметры для других аналитов

*Родинков О.В., Журавлёва Г.А., Москвин Л.Н. Влияние модифицирующей добавки хлорида кобальта на селективность стационарных фаз в газовой хроматографии // Журн. аналит. химии. 2016. Т. 71. № 10. С. 1095 – 1100.*

*Журавлёва Г.А., Родинков О.В. Влияние различных факторов на закономерности удерживания низших спиртов и кетонов из газовой фазы хлоридом кобальта (II) // Сорбционные и хроматографические процессы. 2016. Т. 16. № 4. С. 423 – 429.*

Авторы: Родинков О.В., [rodinkov@rambler.ru](mailto:rodinkov@rambler.ru)  
Организация: Санкт-Петербургский государственный университет, Институт химии, кафедра аналитической химии  
Город: Санкт-Петербург  
Методы: Газовая хроматография  
Объекты:

Разработана методика газохроматографического определения N,N-диметиламинопирамидов жирных кислот с применением внутреннего стандарта - тетрадекана. Для установления коэффициентов чувствительности использовали N,N-диметиламинопирамид лауриновой кислоты в совокупности с расчетным методом

Авторы: Котова Д.Л., д.х.н.; Крысанова Т.А., к.х.н. Селеменев В.Ф., зав. кафедрой, профессор  
Организация: Воронежский государственный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Воронеж  
Методы: Газовая хроматография  
Объекты: Органические вещества: природные, синтетические, элементоорганические соединения, полимеры

Разработана методика ГЖХ-определения суммарного содержания ароматических углеводородов (аренов C<sub>6</sub>-C<sub>9</sub>) в водах. Они намного более токсичны, чем другие УВ, но неточно определяются по известным методикам (плохо экстрагируются). В отличие от известных методик, предварительное фракционирование пробы, высокоселективные колонки и специфические детекторы не требуются. Сумму УВ экстрагируют n-гексаном и делят в капиллярной колонке в режиме программирования температуры, детектор – ДИП. Измеряют суммарную площадь пиков опознанных аренов, не рассчитывая их концентрации. Зависимость суммарной площади пиков от суммарного содержания аренов строят с помощью проб с известным суммарным содержанием аренов. Методика позволяет определять сумму аренов C<sub>6</sub> – C<sub>9</sub> с погрешностью, меньшей 12 %. Содержание аренов в экстракте должно быть на уровне 10<sup>-4</sup> – 10<sup>-1</sup> %, в пробе – выше 0,5 мг/л. Продолжительность анализа – 1,5 часа.

Авторы: Вершинин В.И., [vyvershinin@yandex.ru](mailto:vyvershinin@yandex.ru); Усова С.В  
Организация: Омский государственный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Омск  
Методы: Газовая хроматография  
Объекты: Природные, технологические и питьевые воды

### Общие вопросы хроматографических методов анализа

Выявлены и проинтерпретированы новые проявления динамической модификации неподвижных фаз аналитами в газовой хроматографии. Показано, что этот эффект объясняет аномальную температурную зависимость индексов удерживания полярных соединений на неполярных фазах. В

случае неполярных аналитов проявления аналогичного эффекта позволяют объяснить известные примеры частичного разделения энантиомеров на ахиральных неподвижных фазах.

- *Зенкевич И.Г., Павловский А.А. Аномальная температурная зависимость газохроматографических индексов удерживания полярных соединений на неполярных фазах // Журн. физ. химии. 2016. Т. 90. № 5. С. 792-799.*

- *Pavlovskii A.A., Heberger K., Zenkevich I.G. Anomalous temperature dependence of gas chromatographic retention indices of polar compounds on non-polar phases // J. Chromatogr. A. 2016. V. 1445. P. 126-134.*

Авторы: Зенкевич Игорь Георгиевич, [izenkevich@mail15.com](mailto:izenkevich@mail15.com)  
Организация: Санкт-Петербургский государственный университет, Институт химии, лаборатория газовой хроматографии  
Город: Санкт-Петербург  
Методы: Общие вопросы хроматографических методов анализа; Газовая хроматография  
Объекты:

Для уменьшения случайной составляющей погрешностей количественных хроматографических определений методами внешнего стандарта, абсолютной градуировки и стандартной добавки предложена концепция использования дополнительных стандартов. Проанализированы признаки (сходство и отличие) внутренних и дополнительных стандартов и предъявляемые к ним требования.

- *Зенкевич И.Г., Прокофьев Д.В. Уменьшение случайных погрешностей количественного хроматографического анализа при использовании растворителя в качестве дополнительного стандарта // Аналитика и контроль. 2016. Т. 20. № 2. С. 147-153.*

- *Зенкевич И.Г., Прокофьев Д.В. Основной источник случайной составляющей погрешностей площадей хроматографических пиков и его компенсация // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2016. Т. 82. № 11. С. 5-11.*

Авторы: Зенкевич Игорь Георгиевич, [izenkevich@mail15.com](mailto:izenkevich@mail15.com)  
Организация: Санкт-Петербургский государственный университет, Институт химии, лаборатория газовой хроматографии  
Город: Санкт-Петербург  
Методы: Общие вопросы хроматографических методов анализа;  
Объекты:

## Хромато-масс-спектрометрия

Предложены новые методы высокочувствительного определения метилфосфоновой кислоты методом ионной хроматографии-МС/МС.

Авторы: Родин И.В., [igorrodin@yandex.ru](mailto:igorrodin@yandex.ru)  
Организация: МГУ им. М.В. Ломоносова, химический факультет, кафедра аналитической химии  
Город: Москва  
Методы: Хромато-масс-спектрометрия  
Объекты: Органические вещества: природные, синтетические, элементоорганические соединения, полимеры

Предложены способы оценки содержания ряда компонентов некоторых видов растительного сырья с использованием метода QAMS.

Авторы: Родин И.В., [igorrodin@yandex.ru](mailto:igorrodin@yandex.ru)  
Организация: МГУ им. М.В. Ломоносова, химический факультет, кафедра аналитической химии  
Город: Москва  
Методы: Хромато-масс-спектрометрия  
Объекты:

Изучено ВЭЖХ разделение алкилфосфоновых (метил-, этил-, н-пропилфосфоновой) кислот и О-алкилалкилфосфоновых кислот (О-этилметил-, О-пропилметил-, О-пинаколилметилфосфоновой) на пористом графитированном углеродном сорбенте Hypercarb с использованием водного раствора муравьиной кислоты в качестве элюента. Показано, что проведение промывки колонки деионизованной водой перед началом ВЭЖХ разделения позволяет существенно увеличить коэффициенты емкости для всех рассмотренных в работе аналитов. Изучена зависимость коэффициентов емкости от объема пропущенной на стадии промывки деионизованной воды и от концентрации муравьиной кислоты в подвижной фазе. В выбранных оптимальных условиях разделения разработана ВЭЖХ-МС методика определения алкил- и О-алкилалкилфосфоновых кислот.

Авторы:	Статкус М.А., <a href="mailto:mstatkus@gmail.com">mstatkus@gmail.com</a>
Организация:	МГУ им. М.В. Ломоносова, химический факультет, кафедра аналитической химии
Город:	Москва
Методы:	Хромато-масс-спектрометрия
Объекты:	Специальные объекты анализа (токсичные, радиоактивные, взрывчатые и легковоспламеняющиеся вещества, космические объекты и т.п.)

Продолжены исследования в области обнаружения в конденсате выдыхаемого воздуха (КВВ) здоровых добровольцев и больных раком прямой кишки низкомолекулярных органических веществ – потенциальных биомаркеров заболевания. Исследование основано на проведении реакции дериватизации непосредственно в образце КВВ, экстракции полученных производных (а также среднетлетучих органических соединений) органическим растворителем и анализе аликвоты экстракта методом газовой хроматографии/масс-спектрометрии с электронной ионизацией. Выбраны оптимальные условия реакции дериватизации. С помощью метода главных компонент выявлены некоторые различия в профилях соединений, обнаруженных в отобранных образцах КВВ пациентов и здоровых волонтеров.

Авторы:	Ревельский А.И., <a href="mailto:sorbent@yandex.ru">sorbent@yandex.ru</a>
Организация:	МГУ им. М.В. Ломоносова, химический факультет, кафедра аналитической химии
Город:	Москва
Методы:	Хромато-масс-спектрометрия
Объекты:	Биологические и медицинские объекты

Проведены исследования по сорбционному концентрированию фенолкарбоновых кислот – биомаркеров сепсиса из сыворотки крови методом микросорбционного концентрирования с последующей дериватизацией и ГХ/МС анализом полученных производных

Авторы:	Ревельский А.И., <a href="mailto:sorbent@yandex.ru">sorbent@yandex.ru</a>
Организация:	МГУ им. М.В. Ломоносова, химический факультет, кафедра аналитической химии
Город:	Москва
Методы:	Хромато-масс-спектрометрия
Объекты:	Биологические и медицинские объекты

Разработан математический подход, позволяющий выявить случаи отсутствия масс-спектра идентифицируемого соединения в используемой базе данных масс-спектров электронной ионизации. Для конечного пользователя подход представляет собой «черный ящик», на вход которого подаются степени совпадения 10 лучших кандидатов из списка, а на выходе формируется ответ – присутствует ли масс-спектр идентифицируемого соединения в базе данных. Подход позволяет выявить порядка 30% соединений, масс-спектр которых не представлен в базе данных, при числе ложных ответов всего около 1%.

Авторы:	Ревельский А.И., <a href="mailto:sorbent@yandex.ru">sorbent@yandex.ru</a>
Организация:	МГУ им. М.В. Ломоносова, химический факультет, кафедра аналитической химии
Город:	Москва
Методы:	Хромато-масс-спектрометрия
Объекты:	

Охарактеризованы закономерности хроматографического удерживания (газовая хроматография, ВЭЖХ) моноалкиловых эфиров дикарбоновых кислот, в том числе моноалкилфталатов. Определены их газохроматографические индексы удерживания, позволяющие надежно отличать такие эфиры от соответствующих диалкилфталатов, что позволяет предотвратить ошибки хромато-масс-спектрометрической идентификации соединений этого класса.

- *Зенкевич И.Г., Фахретдинова Л.Н. Хроматографическая и хромато-масс-спектральная характеристика моноэфиров дикарбоновых кислот // Журн. аналит. химии. 2016. Т. 71. № 12. С. 1296-1307.*

Авторы: Зенкевич Игорь Георгиевич, [izenkevich@yandex.ru](mailto:izenkevich@yandex.ru)  
Организация: Санкт-Петербургский государственный университет, Институт химии, лаборатория газовой хроматографии  
Город: Санкт-Петербург  
Методы: Хромато-масс-спектрометрия  
Объекты: Органические вещества: природные, синтетические, элементоорганические соединения, полимеры

Предложен новый принцип использования диметилацетата диметилформамида для получения производных аналитов для их хроматографического и хромато-масс-спектрометрического анализа. Показано, что сравнение индексов удерживания исходных соединений и их производных информативно для уточнения их структуры.

- *Зенкевич И.Г., Пушкарева Т.И. Новые возможности использования диметилацетата диметилформамида для дериватизации аналитов в хроматомасс-спектрометрии // Масс-спектрометрия. 2016. Т. 13. № 1. С. 52-61. // J. Analyt. Chem. 2016. V. 71. № 14. P. 53-63.*

Авторы: Зенкевич Игорь Георгиевич, [izenkevich@yandex.ru](mailto:izenkevich@yandex.ru)  
Организация: Санкт-Петербургский государственный университет, Институт химии, лаборатория газовой хроматографии  
Город: Санкт-Петербург  
Методы: Хромато-масс-спектрометрия  
Объекты:

Предложена методология идентификации и определения методом стандартной добавки 493 остаточных количеств токсикантов в пищевых продуктах и кормах из одной навески. Аналиты – антибиотики, ветеринарные препараты, красители, пестициды, микотоксины и др. Метод анализа- ВЭЖХ/квадруполь-времяпролетная масс-спектрометрия высокого разрешения.

Авторы: Амелин В.Г., [amelinvg@mail.ru](mailto:amelinvg@mail.ru)  
Организация: Федеральный центр охраны здоровья животных, Испытательный центр, лаборатория химического анализа  
Город: Владимир  
Методы: Хромато-масс-спектрометрия  
Объекты: Пищевые продукты и корма

Разработаны методики идентификации и определения в пищевых продуктах методом ВЭЖХ/квадруполь-времяпролетная масс-спектрометрия высокого разрешения

- остаточных количеств 10 антибиотиков-макролидов. Проведена метрологическая аттестация методики;

- 22 синтетических красителей в продукции аквакультуры и специях;

- 17 синтетических красителей - пищевых добавок с индексом Е;

- 19  $\beta$ -агонистов.

Авторы: Амелин В.Г., [amelinvg@mail.ru](mailto:amelinvg@mail.ru)  
Организация: Федеральный центр охраны здоровья животных, Испытательный центр, лаборатория химического анализа  
Город: Владимир  
Методы: Хромато-масс-спектрометрия  
Объекты: Пищевые продукты и корма

Предложена методология прямого анализа природных вод в режиме реального времени методом квадруполь-времяпролетной масс-спектрометрии высокого разрешения при электрораспылительной ионизацией образцов. Аналиты – остаточные количества пестицидов различных классов.

Авторы:	Амелин В.Г., <a href="mailto:amelinvg@mail.ru">amelinvg@mail.ru</a>
Организация:	Федеральный центр охраны здоровья животных, Испытательный центр, лаборатория химического анализа
Город:	Владимир
Методы:	Хромато-масс-спектрометрия
Объекты:	Объекты окружающей среды: природные, технологические и питьевые воды

При определении микроэлементного состава природных объектов (вода, почвы, растения, ткани животных) методом ИСП-АЭС основную проблему представляет пробоподготовка образцов, т.е. перевод аналитов в растворы. С этой целью предложена микроволновая минерализация проб, алгоритм которой выбирают в зависимости от основного состава изучаемого объекта. Для определения концентраций аналитов на нано уровне (1 мкг/л и ниже), а также для определения химических форм микроэлементов метод ИСП-АЭС непригоден. Показана целесообразность применения микроволновой минерализации проб и гибридного ВЭЖХ-ИСП-МС метода (прибор «Agilent 8800») для определения содержаний аналитов на уровне 1 - 10 мкг/л и ниже и идентификации форм нахождения ТМ в биологических и природных объектах (воды термальных источников (ТИ), микробные сообщества из ТИ, нефтепродукты из ТИ и др.).

Авторы:	Сапрыкин Анатолий Ильич, <a href="mailto:saprykin@niic.nsc.ru">saprykin@niic.nsc.ru</a>
Организация:	Институт неорганической химии СО РАН, аналитическая лаборатория
Город:	Новосибирск
Методы:	Хромато-масс-спектрометрия
Объекты:	Объекты окружающей среды

## Электрохимические методы

### Вольтамперометрия и полярография

Предложена математическая модель, описывающая процессы электрохимических превращений соединения, диффундирующего из раствора к поверхности наночастиц, локализованных на твердом электроде. На примере электроокисления аскорбиновой и мочевой кислот на не модифицированных и модифицированных наночастицами золота (Au-нано) твердофазных электродах (стеклоуглеродном, GraphiteUltraTrace и золотом). Отмечена особенность протекания электродного процесса на поверхности наночастиц, проявляющаяся в сдвиге потенциала окисления анализируемого вещества в сторону отрицательных значений (тем больше, чем меньше размер частиц). Разработан прототип электрохимического сенсора на основе наночастиц золота, иммобилизованных на толстопленочном углеродсодержащем электроде и покрытых пленкой катионообменного полимера Nafion для селективного определения мочевой кислоты в присутствии аскорбиновой.

Авторы:	Брайнина Х.З. <a href="mailto:baz@usue.ru">baz@usue.ru</a> ; Стожко Н.Ю. <a href="mailto:snvy@usue.ru">snvy@usue.ru</a>
Организация:	Уральский государственный экономический университет, Научно-инновационный центр сенсорных технологий, кафедра химии и физики
Город:	Екатеринбург
Методы:	Вольтамперометрия и полярография; Общие вопросы электрохимических методов анализа; Наноаналитика
Объекты:	Органические вещества: природные, синтетические, элементоорганические соединения, полимеры

Исследованы особенности электрохимических превращений наночастиц  $Fe_3O_4$  в растворе ацетонитрила, используемых в качестве прямой сигналообразующей метки в разработанных электрохимических иммуносенсорах для количественного определения бактерий *Escherichia coli* ATCC 25992 и *Staphylococcus aureus* B-1266. Предложены схемы протекания электрохимических превращений наночастиц  $Fe_3O_4$  на поверхности рабочего электрода в апротонной среде после предварительного электролиза при потенциалах -2,5 В и -1,3 В. Выбраны условия формирования прямого электрохимического отклика от  $Fe_3O_4$  в апротонной среде для дальнейшего использования наночастиц в качестве метки в электрохимическом иммуноанализе.

Обоснована возможность использования наночастиц « $Fe_3O_4$ -хитозан» и « $Fe_3O_4$ -3-аминопропилтриэтоксисилан» в качестве прямой сигналообразующей метки для количественного определения бактерий.

Исследованы кинетические особенности взаимодействия наночастиц « $Fe_3O_4$ -хитозан» и « $Fe_3O_4$ -аминопропилтриэтоксисилан» с клетками *Escherichia coli* ATCC 25992 и *Staphylococcus aureus* B-1266

Разработаны подходы для создания новых электрохимических иммуносенсоров для детектирования бактерий *Escherichia coli* ATCC 25992 и *Staphylococcus aureus* B-1266. Проведены исследования по сравнению разработанных иммуносенсоров и методов бактериального посева и ИФА на модельных суспензиях, смесях бактерий и реальных пробах.

Авторы: Козицина А.Н. [Alisa-Kozitsina@yandex.ru](mailto:Alisa-Kozitsina@yandex.ru) ; [a.n.kozitsina@urfu.ru](mailto:a.n.kozitsina@urfu.ru)  
Организация: Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. кафедра аналитической химии Химико-технологического института  
Город: Екатеринбург  
Методы: Вольтамперометрия и полярография; Иные электрохимические методы  
Объекты: Биологические и медицинские объекты; Наноаналитика

Разработан вольтамперометрический анализатор «ЭльСенс» для определения широкого круга соединений органической и неорганической природы. Произведена опытная партия

Авторы: Козицина А.Н. [Alisa-Kozitsina@yandex.ru](mailto:Alisa-Kozitsina@yandex.ru) ; [a.n.kozitsina@urfu.ru](mailto:a.n.kozitsina@urfu.ru)  
Организация: Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. кафедра аналитической химии Химико-технологического института  
Город: Екатеринбург  
Методы: Вольтамперометрия и полярография; Аналитические приборы  
Объекты: Биологические и медицинские объекты; Наноаналитика

Изучено электрохимическое поведение 4-хлордегидрометилтестостерона и разработана методика аналитического контроля этого анаболического стероида в лекарственных средствах. Доказана высокая эффективность применения метода вольтамперометрии для аналитического контроля специфических элементов в продуктах огнестрельного выстрела на объектах криминалистики.

Авторы: Слепченко Г.Б. [slepchenkogb@mail.ru](mailto:slepchenkogb@mail.ru)  
Организация: Национальный исследовательский инновационный Томский ПУ, кафедра физической и аналитической химии  
Город: Томск  
Методы: Вольтамперометрия и полярография  
Объекты: Фармацевтические, наркотические и допинговые препараты

Разработан алгоритм вольтамперометрического определения галогенпроизводных бензонала в лекарственных средствах

Авторы: Слепченко Г.Б. [slepchenkogb@mail.ru](mailto:slepchenkogb@mail.ru)  
Организация: Национальный исследовательский инновационный Томский ПУ, кафедра физической и аналитической химии  
Город: Томск  
Методы: Вольтамперометрия и полярография

Объекты: Фармацевтические, наркотические и допинговые препараты

Исследованы физико–химические характеристики окисления холестерина на углеродсодержащем композитном электроде, модифицированном 2,6 – диацетил – 2,4,6,8 – тетраазабицикло[3.3.0]октан-3,7-дион-дифосфоновой кислотой, с применением метода циклической вольтамперометрии. Показано, что электродный процесс имеет квазиобратимый характер, осложненный наличием последующей химической реакции. Предложена схема этого процесса.

Авторы: Короткова Е.И., [eikor@mail.ru](mailto:eikor@mail.ru) ; Дерина К.В., [derinaksenia@yandex.ru](mailto:derinaksenia@yandex.ru)  
Организация: Национальный исследовательский инновационный Томский ПУ, кафедра физической и аналитической химии  
Город: Томск  
Методы: Вольтамперометрия и полярография  
Объекты: Биологические и медицинские объекты

Разработан новый неферментативный способ определения холестерина в биологических жидкостях человека и продуктах питания методом анодной ступенчатой вольтамперометрии. Предел обнаружения равен 0,01 мкмоль/дм<sup>3</sup>. Определено содержание холестерина в сыворотке крови человека и ряде пищевых продуктов. Проведено сопоставление полученных результатов с результатами, полученными независимым спектрофотометрическим методом (по реакции Златкиса-Зака).

Авторы: Короткова Е.И., [eikor@mail.ru](mailto:eikor@mail.ru) ; Дерина К.В., [derinaksenia@yandex.ru](mailto:derinaksenia@yandex.ru)  
Организация: Национальный исследовательский инновационный Томский ПУ, кафедра физической и аналитической химии  
Город: Томск  
Методы: Вольтамперометрия и полярография  
Объекты: Биологические и медицинские объекты. Пищевые продукты и корма

Изучено селективное электроокисление висмута из бинарных сплавов с золотом и родием. С использованием теории регулярных растворов проведена оценка фазового состава наноструктурированного бинарного электрохимического осадка золото-висмут и родий-висмут. Разработана методика определения золота и родия в золоторудном минеральном сырье методом инверсионной вольтамперометрии на электродах, модифицированных висмутом.

Авторы: Колпакова Н.А., [nak@tpu.ru](mailto:nak@tpu.ru), Дьяченко Е.Н., [Elena.N.Dyachenko@tpu.ru](mailto:Elena.N.Dyachenko@tpu.ru)  
Организация: Национальный исследовательский инновационный Томский ПУ, кафедра физической и аналитической химии  
Город: Томск  
Методы: Вольтамперометрия и полярография  
Объекты: Минеральное сырье

Осуществлен безфторидный синтез боронат-замещенного полианилина для безреагентного определения полиолов: сахаров и гидроксикислот. В связи с тем, что электрон-акцепторный заместитель анилина в орто-положении не препятствует электрофильной атаке в пара-положение, электрополимеризация о-аминофенилборной кислоты возможна в условиях, сходных с электрополимеризацией незамещенного анилина. Таким образом, рост проводящего полимера осуществлялся из 0.7 М серной кислоты в отсутствие фторид-иона, необходимого для полимеризации м-аминофенилборной кислоты. Рост полимера осуществлен в режиме циклической вольтамперометрии, потенциодинамические кривые иллюстрируют синтез проводящего полимера. Полученный полимер проявлял увеличение проводимости в ответ на добавление сахаридов (фруктоза) и гидроксикислот (лактат). О проводимости судили по спектрам электрохимического импеданса.

Авторы: Карякин А.А. [aak@analyt.chem.msu.ru](mailto:aak@analyt.chem.msu.ru)  
Организация: МГУ им. М.В. Ломоносова, Химический факультет, кафедра аналитической химии

Город: Москва  
Методы: Вольтамперометрия и полярография; Потенциометрия (в том числе ионометрия)  
Объекты:

Стеклоуглеродные электроды (СУЭ), модифицированный наночастицами  $\text{CeO}_2$  и ПАВ различной природы, предложены для определения эвгенола и тимола. Наилучшая форма вольтамперограмм и максимальное увеличение тока окисления наблюдается на СУЭ, модифицированном наночастицами  $\text{CeO}_2$ , диспергированными в цетилпиридиний бромиде ( $\text{CeO}_2$ -ЦПБ/СУЭ) и Brij®35 ( $\text{CeO}_2$ -Brij®35/СУЭ) в случае эвгенола и тимола, соответственно. Поверхность модифицированного электрода охарактеризована методами сканирующей электронной микроскопией и электрохимического импеданса. Установлено, что эвгенол и тимол окисляются по двухэлектронному механизму и процесс контролируется диффузией. Разработаны способы определения эвгенола и тимола методом дифференциально-импульсной вольтамперометрии. Диапазон определяемых концентраций составляет 0.075-75 мкМ для эвгенола и 0.700-10.1 и 10.1-606 мкМ для тимола с пределами обнаружения 19.1 нМ и 0.2 мкМ, соответственно, что заметно превосходит описанные ранее для других модифицированных электродов. В обоих случаях установлена высокая селективность электродов к анализам. Подход применен для определения эвгенола в эфирных маслах и гвоздике и тимола в мицеллярных экстрактах орегано. Для определения эвгенола в гвоздике использовали его предварительную экстракцию этанолом, а для тимола в орегано – мицеллярную экстракцию 0.1 М Brij®35. Установлено, что максимальное извлечение эвгенола достигается при однократной экстракции в течение 15 мин при соотношении сырье/экстрагент 1:20. В случае тимола – при однократной экстракции в течение 10 мин при соотношении 1:40. Результаты вольтамперометрического определения хорошо согласуются с данными стандартных методов.

Авторы: Зиятдинова Г.К., [Ziyatdinovag@mail.ru](mailto:Ziyatdinovag@mail.ru);  
Организация: Казанский Федеральный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Казань  
Методы: Вольтамперометрия и полярография. Экстракция  
Объекты:

Создан новый модифицированный электрод на основе углеродных нанотрубок и электрополимеризованного кверцетина (ПК/МУНТ/СУЭ) для определения фенольных антиоксидантов. Электрополимеризацию кверцетина проводили циклированием потенциала в щелочной среде. Поверхность электродов охарактеризована методами сканирующей электронной микроскопии и электрохимического импеданса. Параметры последнего показывают, что для ПК/МУНТ/СУЭ значительно уменьшается сопротивление переносу заряда по сравнению с СУЭ, а также в 4 раза увеличивается емкость. Площадь поликверцетин-модифицированного электрода в 41 раз больше по сравнению с СУЭ. Установлено, что ПК/МУНТ/СУЭ дает селективный отклик на природные фенольные антиоксиданты различных подклассов (флавоноиды, танины, фенольные кислоты и альдегиды). При этом наблюдается смещение пиков окисления в область меньших значений и значительное увеличение токов окисления по сравнению с не модифицированным электродом. Изучено окисление галловой кислоты, катехина, эпигаллокатехин галлата и кверцетина на ПК/МУНТ/СУЭ. Показана возможность применения поликверцетин-модифицированного электрода для оценки антиоксидантной емкости (АОЕ) чая и полифенол-протеиновых взаимодействий в условиях дифференциально-импульсной вольтамперометрии. В качестве аналитического сигнала использовали суммарную площадь ступеней окисления чая в области 0.08-0.19 В. АОЕ выражали в эквивалентах эпигаллокатехин галлата в пересчете на 100 мл напитка. Изучены взаимодействия катехина и эпигаллокатехин галлата с молочными протеинами (казеином, бычим сывороточным альбумином и  $\beta$ -лактоглобулином). В присутствии протеинов наблюдается уменьшение площади под кривой окисления катехинов, что свидетельствует об уменьшении доли свободных катехинов в смеси за счет связывания с протеинами. Разработанный подход применен для оценки влияния молочных протеинов и молока на АОЕ чая.

Авторы: Зиятдинова Г.К., [Ziyatdinovag@mail.ru](mailto:Ziyatdinovag@mail.ru)  
Организация: Казанский Федеральный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Казань

Методы: Вольтамперометрия и полярография.  
Объекты: Пищевые продукты и корма

Разработаны новые способы оценки антиоксидантной активности (АОА), основанные на реакциях антиоксидантов с иммобилизованными на поверхности электрода стабильными радикалами (2,2-дифенил-1-пикрилгидразилом (ДФПГ) и гальвиноксидом). Установлено, что иммобилизация радикальных частиц на поверхности электрода позволяет значительно увеличить токи восстановления/окисления ДФПГ и гальвиноксила, улучшить форму кривой и повысить степень обратимости системы. Наилучшие вольтамперные характеристики и полная обратимость одноэлектронного восстановления получены на стеклоуглеродном электроде, модифицированном наночастицами  $\text{SeO}_2$ , диспергированными в 0.5 мМ цетилпиридиний бромиде. Варьирование концентрации наночастиц  $\text{SeO}_2$  в дисперсии показало, что наилучшие параметры наблюдаются для концентрации 1 мг/мл для ДФПГ и 0.5 мг/мл для гальвиноксила. Подход применен для оценки антиоксидантной активности природных фенольных антиоксидантов различных классов и извлечений из лекарственного растительного сырья (настоек, настоев и отваров). Установлено, что для протекания реакции с иммобилизованными ДФПГ и гальвиноксидом достаточно 20 и 5 мин, соответственно. Учитывая форму циклических вольтамперограмм после реакции с антиоксидантами, для количественной оценки АОА использовали дифференциально-импульсную вольтамперометрию для ДФПГ и циклическую – для гальвиноксила. АОА фенольных антиоксидантов выражали через параметр  $IC_{50}$ , соответствующий эффективной концентрации вещества, при которой восстанавливается 50% свободных радикалов. Показано, что гальвиноксид характеризуется более высокой активностью по сравнению с ДФПГ. АОА лекарственного растительного сырья оценивали по относительному снижению токов восстановления ДФПГ и гальвиноксила в присутствии экстрактов. Проведено сопоставление полученных результатов с данными независимого спектрофотометрического определения. Важным преимуществом разработанных способов является низкий расход реагента и высокая стабильность аналитического сигнала. Кроме того, вольтамперометрические способы характеризуются простотой и доступностью, а также позволяют исключить недостатки спектрофотометрических методов, связанных с неустойчивостью растворов реагентов.

Авторы: Зиятдинова Г.К., [Ziyatdinovag@mail.ru](mailto:Ziyatdinovag@mail.ru)  
Организация: Казанский Федеральный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Казань  
Методы: Вольтамперометрия и полярография.  
Объекты: Фармацевтические, наркотические и допинговые препараты

По данным электрохимического поведения индия (III) в хлорнокислых растворах диметилформамида (3,0 – 6,0 моль/л ДМФ), содержащих диметилсульфоксид (1,0 – 3,0 моль/л ДМС) разработана экспрессная методика вольтамперометрического определения индия в сплавах галлия. Способ заключается в растворении навески сплава в 1М растворе хлорной кислоты, доведении объема аликвоты полученного раствора до необходимых соотношений ДМФ: ДМС и съемке вольтамперограммы в соответствующей области потенциалов. При этом 100-кратные и более избытки ионов галлия, а также присутствие ионов олова, сурьмы, висмута, цинка, свинца, меди, кадмия, селена и теллура.

Авторы: Трубачев А.В., [trub\\_av@mail.ru](mailto:trub_av@mail.ru)  
Организация: Институт механики УрО РАН  
Город: Ижевск  
Методы: Вольтамперометрия и полярография  
Объекты: Металлы, сплавы и другие продукты металлургического производства

Получены данные об электрохимическом поведении карбидов различного состава, формирующихся в поверхностных слоях высоколегированных сталей в процессе закалки при различных температурах с последующим отпуском, получены экспериментальные зависимости между значениями потенциалов растворения карбидов (МС, МЗС, М6С) и соответствующими анодными токами. Установлены оптимальные условия электрохимического контроля содержания карбидных фаз в поверхностных слоях быстрорежущих сталей и показана возможность его

реализации при отработке режимов закалки и отпуска для формирования соответствующих свойств металла.

Авторы: Трубачев А.В., [trub\\_av@mail.ru](mailto:trub_av@mail.ru); Трубачева Л.В. [trub12@mail.ru](mailto:trub12@mail.ru)  
Организация: Институт механики УрО РАН; Удмуртский государственный университет  
Город: Ижевск  
Методы: Вольтамперометрия и полярография  
Объекты: Металлы, сплавы и другие продукты металлургического производства

В продолжение исследований экологически безопасных способов экстракции и экстракционно-инструментальных методов подготовлен и зарегистрирован патент РФ «Безопасный экстракционно-флуориметрический способ определения селена в водах растворах» №2597769. Опул. от 24.08.2016 (Темерев С.В., Яценко Е.С.).

Получены данные по снеговой и речной воде после извлечения из водной фазы легкоплавким экстрагентом – дисульфосалицилатом гексилдиантипирилметания (температура плавления  $56 \pm 1$  градус). Результаты вольтамперометрического метода подтверждены независимым методом атомной абсорбции. Перспективен легкоплавкий расплав ацетилсалицилат антипирина с плотностью 1,2 г/см<sup>3</sup> и температурой плавления 84–85 градусов. Расплав позволяет эффективно извлекать не только ртуть(II) из кислых хлоридных растворов, но и группу ионов (титана, молибдена, олова, железа). При этом однократная экстракция позволяет количественно концентрировать из раствора ряд ионных форм элементов в соответствии с известной концепцией Пирсона. Подобные системы можно считать бинарными, так как и катион, и анион органические по составу. Эффективность бинарной экстракции зависит также от реакций катионного( анионного) обмена. Изменяя анионный фон анализируемого раствора дополнительно можно управлять экстракционным процессом концентрирования (разделения). ИЖ с катионами пиразолия оказались более эффективными, чем коммерческие ИЖ с катионами имидазолия.

Авторы: Темерев С.В., [temerev@mail.ru](mailto:temerev@mail.ru)  
Организация: Алтайский государственный университет, кафедра техносферной безопасности и аналитической химии  
Город: Барнаул  
Методы: Экстракция. Вольтамперометрия и полярография. Рентгеновские методы; Спектрофотометрия  
Объекты: Неорганические соединения (в том числе особо чистые вещества и полупроводниковые материалы)

В 2016 году завершено выполнение проекта на тему «Разработка электрохимического сенсора патогенной агрегации бета-амилоида при болезни Альцгеймера» (Соглашение о предоставлении субсидии № 14.604.21.0074 от 27 июня 2014 года). В рамках проекта в 2016 году получены следующие основные научные результаты:

1) Показано, что бета-амилоид электрохимически окисляется на поверхности печатных графитовых электродов за счет аминокислотных остатков Тир, Гис и Мет. Вольтамперометрический анализ, основанный на окислении электроактивных аминокислотных остатков, эффективен в распознавании аминокислотных замен и модификаций в пептидах.

(Elena V. Suprun, Svetlana A. Khmeleva, Sergey P. Radko, Sergey A. Kozin, Alexander I. Archakov, Victoria V. Shumyantseva, Direct electrochemical oxidation of amyloid- $\beta$  peptides via tyrosine, histidine, and methionine residues. *Electrochemistry Communications*. V.65. P. 53-56).

2) Основной вклад в сигнал электрохимического окисления бета-амилоида за счет аминокислотного остатка Тир-10 вносят мономеры пептида, число которых закономерно убывает с агрегацией молекул.

(E.V. Suprun, S.A. Khmeleva, Y.Y. Kiseleva, S.P. Radko, A.I. Archakov, V.V. Shumyantseva Quantitative Aspects of Electrochemical Detection of Amyloid- $\beta$  Aggregation // *Electroanalysis*. 2016. V. 28. № 9. P. 1977–1983).

3) Разработан электрохимический способ определения образования комплексов между пептидом амилоид-бета и ионами металлов. Способ основан на регистрации изменения сигнала окисления

амилоида-бета за счет аминокислотного остатка Тир-10. Сигнал окисления Тир-10 пептида чувствителен к аминокислотным заменам и модификациям.

(Suprun E.V., Khmeleva S.A., Radko S.P., Archakov A.I., Shumyantseva V.V. Electrochemical Analysis of Amyloid- $\beta$  Domain 1-16 Isoforms and Their Complexes with Zn(II) Ions. // *Electrochimica Acta*. 2016. V. 187. P. 677-683.)

(Супрун Е.В., Хмельёва С.А., Киселёва Я.Ю., Радько С.П., Арчаков А.И., Шумянцева В.В. Электрохимический способ экспресс-анализа комплексообразования амилоида-бета с ионами металлов. // Патент России № 2585307. 2016. Бюл. № 15.)

Авторы: Супрун Елена Владимировна [lenasuprun@mail.ru](mailto:lenasuprun@mail.ru)  
Организация: Научно-исследовательский институт биомедицинской химии имени В.Н. Ореховича (ИБМХ), лаборатория биоэлектрохимии  
Город: Москва  
Методы: Вольтамперометрия и полярография; Химические сенсоры; Биохимические и биологические методы  
Объекты: Биологические и медицинские объекты

Предложен способ вольтамперометрического определения гуанина на стеклоуглеродном электроде (СУ), модифицированном осадком золота, покрытом катионообменной пленкой из нафтона (НФ). Установлено, что частицы золота, электроосажденные на поверхности электрода из стеклоуглерода (СУ), проявляют каталитическую активность при электроокислении гуанина - многократно увеличивается ток окисления органического соединения и уменьшается потенциал его окисления на 100 мВ по сравнению с немодифицированным электродом. Найдены условия осаждения золота и нанесения катионообменной НФ с целью регистрации максимального каталитического тока на этих электродах. При изучении зависимостей диагностических критериев оценки природы каталитического тока было установлено, что окисление гуанина на электроде Au-SU контролируется диффузией, а на электроде НФ-Au-SU – адсорбцией. Рассчитаны кинетические характеристики каталитического электроокисления гуанина на модифицированном электроде. Разработан способ вольтамперометрического определения изучаемого пуринового основания на электродах Au-SU и НФ-Au-SU. Линейная зависимость величины тока от концентрации гуанина наблюдается в интервале от  $5 \times 10^{-6}$  до  $5 \times 10^{-3}$  моль/л и от  $5 \times 10^{-7}$  до  $5 \times 10^{-3}$  моль/л на электродах Au-SU и НФ-Au-SU соответственно.

Авторы: Шайдарова Л.Г. с сотр., [larisashaidarova@mail.ru](mailto:larisashaidarova@mail.ru)  
Организация: Казанский Федеральный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Казань  
Методы: Вольтамперометрия и полярография  
Объекты: Биологические и медицинские объекты

Каталитические свойства композита на основе смешановалентных оксидов кобальта и рутения ( $\text{CoO}_x$ - $\text{RuO}_x$ ) проявляются при окислении кофеина (КФ). В нейтральной среде на немодифицированном планарном электроде КФ окисляется при  $E > 1.50$  В. При окислении КФ на ПЭ, модифицированном композитом  $\text{RuO}_x$ - $\text{CoO}_x$ , на анодной ветви вольтамперограммы наблюдается один пик, высота которого зависит от концентрации органического соединения. Использование модификатора уменьшает перенапряжения окисления КФ и увеличивает ток по отношению к току модификатора. Установлена также каталитическая активность этого композита и по отношению к парацетамолу (ПЦ), входящему в состав комбинированных лекарственных препаратов на основе КФ. Определена возможность избирательного определения КФ и ПЦ на рассматриваемом ХМЭ. Различие в потенциалах окисления органических соединений определяет возможность селективного определения по одной вольтамперограмме. Показана возможность одновременного амперометрического детектирования ПЦ и КФ в условиях ПИА. Для этого использовали ДПЭ с двумя рабочими электродами, поверхность которых модифицирована композитом  $\text{RuO}_x$ - $\text{CoO}_x$ . Использование такого ХМЭ позволило одновременно определять два соединения при двух различных потенциалах, налагаемых на рабочие электроды. Измерения выполняли в потенциостатических условиях при  $E 0.50$  и  $1.35$  В для ПЦ и КФ соответственно. Такой способ измерения аналитического сигнала в ПИА приводит к улучшению селективности и экспрессности метода анализа. Разработанный способ был использован для одновременного определения ПЦ и КФ в лекарственных препаратах. Присутствие матричных компонентов (таки как

сорбитол, бикарбонат натрия, повидон, лаурилсульфат натрия, диметикон, лимонная кислота, карбонат натрия, ацетилсалициловая кислота) не мешают определению. Статистическая оценка результатов с использованием величины  $t$ -критерия свидетельствует об отсутствии значимой систематической погрешности:  $t_{\text{расч}} < t_{\text{табл}}$ . Производительность при использовании модифицированного ДПЭ в условиях ПИА составила 360 определений/час.

Авторы: Шайдарова Л.Г. с сотр., [larisashaidarova@mail.ru](mailto:larisashaidarova@mail.ru)  
Организация: Казанский Федеральный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Казань  
Методы: Вольтамперометрия и полярография  
Объекты: Биологические и медицинские объекты

Проведено сравнительное исследование новых модифицирующих материалов на основе кросс-сшитых олигомеров молочной кислоты, применяемых в качестве прекурсорсов мезопористых пленок, получаемых капельным нанесением на электроды. Показана зависимость параметров электронного переноса от природы сшивающего агента, в качестве которого использовали различные конфигурации функционализированных тиакаликс[4]аренов. Установлено различие в структуре, проницаемости и морфологии поверхности пленок в зависимости от удельной массы покрытия и конфигурации сшивающего агента. Так, несшитые и сшитые тиакаликс[4]ареном в конфигурации *1,3-альтернат* пленки показали существенно более высокую проницаемость для низкомолекулярных носителей заряда и склонность к автоагрегации, чем аналогичные по составу пленки с тиакаликс[4]аренами в конфигурациях *частичных конус* и *конус*. Продемонстрирована возможность применения пористых покрытий олигомолочной кислоты для получения дендритных покрытий серебра и селективной иммобилизации ДНК. Получены характеристики соответствующих сенсоров в составе ацетилхолинэстеразного биосенсора и электрохимического сенсора на пероксид водорода и тиолы.

Авторы: Евтюгин Г.А. [Gennady.Evtugyn@kpfu.ru](mailto:Gennady.Evtugyn@kpfu.ru)  
Организация: Казанский Федеральный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Казань  
Методы: Вольтамперометрия и полярография  
Объекты: Биологические и медицинские объекты

Разработан способ определения кверцетина с помощью стеклоглеродного электрода, модифицированного многостенными углеродными нанотрубками и полимером метиленового синего, получаемого путем электролиза. Показано с помощью сканирующей электронной микроскопии, что в процессе электрополимеризации образуется компактная фаза полимерной формы красителя, не закрывающая полностью поверхность углеродных нанотрубок. Это обеспечивает возможность электростатического разделения отклика кверцетина и отрицательно заряженных аскорбиновой и мочевой кислот, не мешающих определению кверцетина при относительном избытке до 100:1. Разработанный сенсор позволяет проводить определение до 10 мкМ кверцетина с помощью постоянноточковой вольтамперометрии и до 0.1 мкМ с помощью дифференциально-импульсной вольтамперометрии. Способ апробирован на примере определения кверцетина в белом вине.

Авторы: Евтюгин Г.А. [Gennady.Evtugyn@kpfu.ru](mailto:Gennady.Evtugyn@kpfu.ru)  
Организация: Казанский Федеральный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Казань  
Методы: Вольтамперометрия и полярография  
Объекты: Фармацевтические препараты. Пищевые продукты и корма

Разработан способ высокочувствительного определения антрациклиновых препаратов с помощью амперометрического биосенсора на основе гибридного покрытия полианилин – ДНК, получаемого в одну стадию с помощью потенциометрического электролиза из раствора компонентов в щавелевой кислоте. Установлено влияние параметров электролиза и состава реакционной смеси на электропроводность покрытия в различных интервалах pH, массу и электрохимическую

активность полианилина. Сигналом биосенсора в отношении антрациклинов служило изменение тока окисления-восстановления полианилина при инкубировании сенсора в растворе аналита, связанна с изменением распределения заряда в гибридном покрытии при интеркалировании ДНК. Для повышения чувствительности определения предложено дополнительно покрывать ДНК полианилином, синтезированным в отсутствие биополимера, и насыщать ДНК метиленовым синим. После этого взаимодействие с антрациклином высвобождает связанные молекулы красителя, которые, оставаясь в пределах слоя, выполняют функцию медиатора электронного переноса, увеличивая сигнал окисления-восстановления полианилина. Показано, что чувствительность определения антрациклинов возрастает с количеством связанного метиленового синего и может достигать 10 пМ при общем времени анализа до 40 мин. (на примере доксорубина). Установлена селективность отклика на антрациклины по сравнению с сульфаниламидными препаратами.

Авторы: Евтюгин Г.А. [Gennady.Evtugyn@kpfu.ru](mailto:Gennady.Evtugyn@kpfu.ru)  
Организация: Казанский Федеральный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Казань  
Методы: Вольтамперометрия и полярография  
Объекты: Фармацевтические препараты

Разработаны моноаминоксидазные биосенсоры на основе печатных графитовых электродов, модифицированных разными вариантами гибридных наноматериалов на основе графитовых материалов, полиэфиropолиолов и наночастиц металлов. Получены дисперсии углеродных нанотрубок в полиэфиropолиоле Boltorn H20 и H40, наночастиц Ag в полиэфиropолиоле Boltorn H40, фуллерена C60 в хитозане в сочетании с наночастицами Cu в полиэфиropолиоле Boltorn H40; графен, покрытый электрохимически генерированными наночастицами Co). Впервые использованы аминоксипроизводные на платформе полиэфиropолиола Boltorn H20 как в составе модификаторов поверхности электродов: C<sub>60</sub>-H20-NH<sub>2</sub>, C<sub>60</sub>-УНТ-H20-NH<sub>2</sub>, C<sub>60</sub>-ВГО-H20-NH<sub>2</sub>, так и матричного материала биочувствительной части моноаминоксидазных биосенсоров. Модификаторы обеспечивают прочное связывание покрытия с поверхностью электродов и биочувствительной частью биосенсоров. Модификация поверхности электродов гибридными наноматериалами, рассмотренными наноконкомпозитами позволила в каждом варианте модификации выбрать электроды, обладающие наименьшим сопротивлением переносу электрона по данным спектроскопии электрохимического импеданса, что приводит к увеличению аналитического сигнала моноаминоксидазных биосенсоров. Область рабочих концентраций на 1-1.5 порядка шире, чем для немодифицированных вариантов биосенсоров и составляет  $1 \times 10^{-4}$ -(5-7)  $\times 10^{-9}$  моль/л. Использование моноаминоксидазных биосенсоров на основе модифицированных электродов позволяет снизить нижнюю границу определяемых концентраций до (4-9)  $\times 10^{-10}$  моль/л. Разработаны методики определения лекарственных веществ в препаратах «Амитриптилин», «Сонапакс», «Флуоксетин», «Коаксил», «Сенорм» и в биологических жидкостях с помощью предложенных биосенсоров. Показана возможность определения антидепрессантов в присутствии антибиотика норфлоксацина при соотношении компонентов 1:100. Показана возможность определения веществ, обладающих антидепрессивным действием, в моче в широком концентрационном диапазоне  $1 \times 10^{-4}$ - $10^{-9}$  моль/л.

Авторы: Медянцева Э.П., [Elvina.Medyantseva@kpfu.ru](mailto:Elvina.Medyantseva@kpfu.ru);  
Организация: Казанский Федеральный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Казань  
Методы: Вольтамперометрия и полярография  
Объекты: Фармацевтические препараты

Предложены новые амперометрические биосенсоры для определения зеараленона на основе модифицированных МУНТАg в ГРПО Boltorn H20, H30 печатных графитовых электродов и иммобилизованной пероксидазы, позволяющие расширить диапазон определяемых концентраций, снизить  $s_n$ , улучшить коэффициент корреляции, получить более воспроизводимые результаты. Подобраны условия функционирования разработанных биосенсоров (рН буферного раствора, концентрация субстрата, концентрация пероксида водорода). Установлено, что зеараленон проявляет свойства обратимых ингибиторов пероксидазы, что позволяет проводить его определение с помощью пероксидазных биосенсоров, модифицированных МУНТ/НЧАg, в следующих рабочих концентрационных интервалах: пероксидазный биосенсор,

модифицированный МУНТ - от  $1 \times 10^{-6}$  до  $5 \times 10^{-11}$  моль/л,  $c_n$   $7 \times 10^{-12}$  моль/л; пероксидазный биосенсор, модифицированный МУНТ и НЧАg - от  $1 \cdot 10^{-6}$  до  $1 \times 10^{-11}$  моль/л,  $c_n$   $3 \times 10^{-12}$  моль/л.

Разработаны методики определения зеараленона с помощью предлагаемых ферментных электродов на основе пероксидазы в пищевых продуктах (кукурузной, ячневой крупах, кукурузных хлебцах), позволяющие определять микотоксин на уровне и ниже ПДК с Sr не более 0.057).

Авторы: Медянцева Э.П., [Elvina.Medyantseva@kpfu.ru](mailto:Elvina.Medyantseva@kpfu.ru);  
Организация: Казанский Федеральный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Казань  
Методы: Вольтамперометрия и полярография  
Объекты: Фармацевтические препараты. Пищевые продукты и корма

Разработан аптасенсор на афлатоксин М1 на основе предложенного ранее принципа трехмерного распределения редокс-центров в биочувствительном слое биосенсора. Для его конструирования проводили сначала модификацию электродов поли(нейтральным красным) путем полимеризации мономера в присутствии поликарбоксилированного производного пиллар[5]арена, а после этого пришивали к свободных карбоксильным группам макроцикла молекулы нейтрального красного и аминированного аптамера на микотоксин. Сигнал измеряли с помощью спектроскопии электрохимического импеданса. Сопротивление переноса заряда увеличилось с концентрацией аналита в интервале от 10 до 150 нг/мл. Проведено сравнение характеристик сигнала импеданса, измеренного в присутствии и в отсутствие редокс-индикатора (феррицианид-ионы). Аптасенсор прошел апробацию на примере различных сортов молока и молокопродуктов.

Авторы: Евтюгин Г.А. [Gennady.Evtugyn@kpfu.ru](mailto:Gennady.Evtugyn@kpfu.ru)  
Организация: Казанский Федеральный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Казань  
Методы: Вольтамперометрия и полярография  
Объекты: Пищевые продукты и корма

### Амперометрия

Показана возможность использования модифицированных планарных углеродных электродов с одним (ПЭ) или двумя рабочими электродами (ДПЭ) в качестве амперометрического детектора при проточно-инжекционном анализе (ПИА) лекарственных средств. Использование ПЭ с электросажденными наночастицами золота позволяет проводить высокочувствительное вольтамперометрическое определение триптофана (Трп) и пиридоксина. Электрокаталитический отклик такого ХМЭ был использован в анализе некоторых лекарственных средств, содержащих триптофан или пиридоксин в условиях ПИА (диапазон определяемых концентраций от  $5 \times 10^{-7}$  до  $5 \times 10^{-3}$  М для Трп и от  $5 \times 10^{-8}$  до  $5 \times 10^{-3}$  М для пиридоксина) с производительностью до 180 проб/час. Определению не мешает присутствие матричных компонентов (метилцеллюлоза, стеарат кальция).

Авторы: Шайдарова Л.Г. с сотр., [larisashaidarova@mail.ru](mailto:larisashaidarova@mail.ru)  
Организация: Казанский Федеральный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Казань  
Методы: Амперометрия. Детектирование  
Объекты: Фармацевтические препараты

Разработан способ определения лекарственных веществ с антидепрессивным действием амперометрическими моноаминоксидазными биосенсорами на основе печатных графитовых электродов, модифицированных гибридными наноматериалами (углеродные нанотрубки и наночастицы серебра в гиперразветвленных полиэфирополиолах 4 генерации), в лекарственных препаратах и биологических жидкостях.

Диапазон рабочих концентраций биосенсора составляет от  $1 \times 10^{-4}$  до  $5 \times 10^{-9}$  М, нижняя граница определяемых содержаний составляет  $9 \times 10^{-10}$  М. Разработанные методики определения амитриптилина, флуоксетина, тиоридазина в лекарственных препаратах и биологических жидкостях (урина) отличаются высокой чувствительностью.

Авторы: Бабкина С.С. [sofya.babkina@gmail.com](mailto:sofya.babkina@gmail.com); Улахович Н.А., Кутырева М.П.  
Организация: Московский технический университет, Казанский Федеральный университет, кафедры аналитической химии  
Город: Москва, Казань  
Методы: Амперометрия  
Объекты: Биологические и медицинские объекты. Фармацевтические препараты

Разработан способ хроноамперометрического определения антиоксидантной емкости (АОЕ) чая, основанный на окислении его антиоксидантов на стеклоуглеродном электроде, модифицированном углеродными нанотрубками и электрополимеризованным кверцетином (ПК/МУНТ/СУЭ), на фоне фосфатного буферного раствора (рН 7.0) в условиях потенциостатического электролиза при 0.2 В. Показано, что стационарное состояние электролиза достигается в течение 50 с. АОЕ чая оценивали по разности токов окисления аналита и фонового электролита в пересчете на галловую кислоту. Диапазон определяемых содержаний галловой кислоты составляет 0.25-750 мкМ с пределом обнаружения 0.063 мкМ. Этот подход апробирован на 24 образцах чая. Установлены положительные корреляции АОЕ чая с антиоксидантной активностью по реакции с 2,2-дифенил-1-пикрилгидразилом (ДФПГ) и общим содержанием фенольных соединений ( $r = 0.700$  и  $0.647$  при  $r_{крит} = 0.396$  соответственно). Преимуществами разработанного подхода являются простота и экспрессность по сравнению с общепринятыми методами. Кроме того, снимается проблема использования неустойчивых реагентов, чувствительных к ряду факторов внешней среды, как в случае ДФПГ.

Авторы: Зиятдинова Г.К., [Ziyatdinovag@mail.ru](mailto:Ziyatdinovag@mail.ru)  
Организация: Казанский Федеральный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Казань  
Методы: Амперометрия  
Объекты: Пищевые продукты и корма

Разработаны новые энантиоселективные вольтамперометрические сенсоры и сенсорные системы типа «электронный язык» на основе угольно-пастовых и стеклоуглеродных электродов, модифицированных супрамолекулярными структурами урацила, меламин и циануровой кислоты, для распознавания энантиомеров пропранолола, триптофана и других лекарственных соединений, оптимизированы условия их применения, определены электрохимические и аналитические характеристики. Разработан вольтамперометрический «электронный язык» на основе модифицированных полиарилефталидами стеклоуглеродных электродов для экспрессного распознавания лекарственных средств различных производителей на основе инсулина и пропранолола

Авторы: Майстренко В.Н., [v\\_maystrenko@mail.ru](mailto:v_maystrenko@mail.ru)  
Организация: Башкирский государственный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Уфа  
Методы: Вольтамперометрия. Химические сенсоры  
Объекты: Фармацевтические препараты

## Кулонометрия

Оценена возможность использования кулонометра Эконикс «Эксперт-006» для определения Cl и других галогенов в элементоорганических соединениях и полимерах. Найдены оптимальные условия кулонометрического титрования галогенид-ионов с применением серебряных индикаторных и генераторных электродов и биамперометрической индикации КТТ. Разработана методика определения низких содержаний Cl (< 1%) методом кулонометрического титрования после сжигания образцов по Шенигеру. Предполагается использование данной методики для определения Cl, содержащегося в -CH<sub>2</sub>Cl-группах модифицированных полимеров на основе

сверхсшитого полистирола до и после модификации. Показана перспективность использования данных полимеров, синтезированных в ИНЭОС РАН, для очистки крови и сыворотки крови.

Авторы: Буяновская А.Г. [analyst@ineos.ac.ru](mailto:analyst@ineos.ac.ru)  
Организация: Институт элементоорганических соединений им. А. Н. Несмеянова РАН, лаборатория микроанализа  
Город: Москва  
Методы: Кулонометрия  
Объекты: Органические вещества: природные, синтетические, элементоорганические соединения, полимеры

### **Общие вопросы электрохимических методов анализа**

Оценены аналитические возможности коммутационной амперометрии и установлены особенности метода с использованием твердых электродов. Дано теоретическое обоснование полученных результатов. (Mariia Belebentseva, Daria Navolotskaya, Sergey Ermakov, Vladimir Moshkin, Larisa Khustenko. Interrupted amperometry: An ultrasensitive technique for diffusion current measuring. *Electrochimica Acta*. 2016. V.191. P. 510-515.).

Авторы: Ермаков С.С. [s.ermakov@spbu.ru](mailto:s.ermakov@spbu.ru)  
Организация: Санкт-Петербургский государственный университет, Институт химии, кафедра аналитической химии  
Город: Санкт-Петербург  
Методы: Общие вопросы электрохимических методов анализа. Вольтамперометрия и полярография. Амперометрия  
Объекты:

### **Потенциометрия (в том числе ионометрия)**

Разработан новый потенциометрический метод определения константы скорости генерирования пероксильных радикалов с использованием восстановленной формы металла в составе комплексного соединения. Исследована кинетика термического распада 2,2'-азобис(2-метилпропионамидин)дигидрохлорида. Сформулированы требования к донору электрона (реагенту). В качестве реагента использовали: комплекс железа(II) с ЭДТА, комплекс железа(II) с о!фенантролином, гексацианоферрат(II) калия. Рассчитаны скорость генерирования пероксильных радикалов и константа скорости генерирования, которая составила  $(0.92 \pm 0.06) \cdot 10^{-6} \text{ с}^{-1}$ . Исследования проведены для различных температур, концентраций инициатора и комплекса. Использование восстановленной формы металла в комплексе в качестве реагента позволяет получать результаты, согласующиеся с данными литературы и классическими кинетическими закономерностями. Метод является достаточно простым, экспрессным и не требует применения дорогостоящей аппаратуры и реактивов. Предложенный подход может быть применен и для других инициаторов радикального распада в качестве моделей для исследования антирадикальной активности различных объектов. Впервые предложено использовать метод потенциометрии для исследования кинетики радикальных реакций.

Авторы: Иванова А.В. [a.v.ivanova@urfu.ru](mailto:a.v.ivanova@urfu.ru)  
Организация: Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина Ю кафедра аналитической химии Химико-технологического института  
Город: Екатеринбург  
Методы: Потенциометрия ( в том числе ионометрия); Вольтамперометрия и полярография  
Объекты: Биологические и медицинские объекты. Наноаналитика

Разработан способ точного и воспроизводимого определения интегральной антиоксидантной/оксидантной активности конденсированных органических сред, в том числе биологических, использование которого позволит получать достоверные сопоставимые данные об антиоксидантных свойствах растительных объектов, о влиянии на эти свойства технологических операций в процессе получения целевого продукта (продукты питания, БАДы, фармпрепараты,

косметические средства), о влиянии потребления целевого продукта на антиоксидантный статус организма (АОА биологических жидкостей и тканей).

Получен патент Российской Федерации на изобретение № 2595814 «Способ определения интегральной антиоксидантной/оксидантной активности органических конденсированных сред».

Авторы: Брайнина Х.З. [baz@usue.ru](mailto:baz@usue.ru) ; Стожко Н.Ю., [sny@usue.ru](mailto:sny@usue.ru)  
Организация: Уральский государственный экономический университет, Научно-инновационный центр сенсорных технологий, кафедра физики и химии,  
Город: Екатеринбург  
Методы: Общие вопросы электрохимических методов анализа. Потенциометрия ( в том числе ионометрия)  
Объекты: Биологические и медицинские объекты

Предложен простой, чувствительный и надежный способ определения оксидантной активности озонированной и хлорированной воды, который не требует использования эталонного раствора, что обуславливает его весьма существенные преимущества перед другими методами. Источником информации служит сдвиг потенциала электрода, погруженного в медиаторную систему, когда анализируемая проба, содержащая оксидант, вводится в электрохимическую ячейку. Точность и надежность результатов анализа, полученных предлагаемым способом, подтверждены результатами анализа, полученными стандартными методами

Авторы: Брайнина Х.З. [baz@usue.ru](mailto:baz@usue.ru) ; Стожко Н.Ю., [sny@usue.ru](mailto:sny@usue.ru)  
Организация: Уральский государственный экономический университет, Научно-инновационный центр сенсорных технологий, кафедра физики и химии,  
Город: Екатеринбург  
Методы: Общие вопросы электрохимических методов анализа. Потенциометрия ( в том числе ионометрия)  
Объекты: Природные, технологические и питьевые воды

Разработаны твердоконтактные толстопленочные планарные потенциметрические сенсоры, получаемые с помощью трафаретной печати на поликарбонатной пленке с серебряными проводящими дорожками, покрытыми углеродной пастой и нейтральными ионофорами на основе пергидроксилированного пиллар[5]арена и его деказамещенных производных с морфолидными, пирролидидными и карбоксильными группами. Потенциметрические сенсоры позволяют проводить определение ионов серебра, меди (II) и железа (III) и гидрофосфат- и карбонат-анионов в интервале концентраций от 10 мМ до 0,1 мкМ с высокой селективностью в отношении структурно близких ионов. Потенциметрические сенсоры были апробованы на примере определения ионов серебра и меди в поливитаминах и лекарственных препаратах (Аргосульфам), меди в бордосской жидкости, карбонатов и гидрокарбонатов в минеральной воде и фосфатов в природных поверхностных водах.

Авторы: Евтюгин Г.А. [Gennady.Evtugyn@kpfu.ru](mailto:Gennady.Evtugyn@kpfu.ru)  
Организация: Казанский Федеральный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Казань  
Методы: Потенциометрия (в том числе ионометрия)  
Объекты: Лекарственные препараты

Феноксизамещенный субфталоцианин бора исследован в качестве электродноактивного компонента (ЭАК) пластифицированных ПВХ мембран ионоселективных электродов (ИСЭ). Показано, что введение в мембранную композицию наряду с субфталоцианином ионных жидкостей позволяет получить устойчивый потенциметрический отклик сенсора к гидроксисодержащим органическим катионам. Полученный ряд потенциметрической селективности в целом отличается от ряда Гофмейстера, что указывает на реализацию специфического взаимодействия между ЭАК мембраны и определяемым ионом

Авторы: Шведене Н.В. [shvedene@analyt.chem.msu.ru](mailto:shvedene@analyt.chem.msu.ru); Плетнев И.В. [pletnev@analyt.chem.msu.ru](mailto:pletnev@analyt.chem.msu.ru)  
Организация: МГУ им. М.В. Ломоносова, химический факультет, кафедра аналитической химии  
Город: Москва  
Методы: Потенциометрия ( в том числе ионометрия)  
Объекты: Органические вещества: природные, синтетические, элементоорганические соединения, полимеры

Порфиразин кобальта и четыре ионные жидкости – хлорид и иодид 1,3-дигексадецилимидазолия, бис(трифлил)имид и гексафторфосфатдифенил-бутилэтилфосфония использованы для создания твердотельного сенсора на иодид на основе печатных планарных электродов. Чувствительный и высокоселективный сенсор на иодид получен на основе порфиразина кобальта и ИЖ иодида 1,3-дигексадецилимидазолия.

Авторы: Шведене Н.В. [shvedene@analyt.chem.msu.ru](mailto:shvedene@analyt.chem.msu.ru); Плетнев И.В. [pletnev@analyt.chem.msu.ru](mailto:pletnev@analyt.chem.msu.ru)  
Организация: МГУ им. М.В. Ломоносова, химический факультет, кафедра аналитической химии  
Город: Москва  
Методы: Потенциометрия ( в том числе ионометрия)  
Объекты:

С помощью нейросетевого моделирования оптимизирована архитектура искусственной нейронной сети для обработки данных от мультисенсорной системы в многокомпонентных смесях алкилсульфатов натрия. Использовались сенсоры на основе соединений алкилсульфатов с катионными комплексами медь(II)–органический реагент(пиридин, 1,10-фенантролин,  $\alpha,\alpha$ -дипиридил), [Cu–N,N'-бис-(салицилиден)этилендиамин] с катионогенной добавкой), обеспечивающие определение анионных поверхностно-активных веществ в широком концентрационном интервале ( $2 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-2}$  ( $5 \times 10^{-4}$ )). Показана возможность практического применения мультисенсорных систем, включающих сенсоры с оптимальными электроаналитическими характеристиками, для определения гомологического распределения в образцах технического препарата (сульфонола).

Авторы: Кулапина Е.Г., [kulapinaeg@mail.ru](mailto:kulapinaeg@mail.ru)  
Организация: Саратовский государственный университет, кафедра аналитической химии и химической экологии  
Город: Саратов  
Методы: Потенциометрия ( в том числе ионометрия)  
Объекты:

Разработаны твердоконтактные потенциметрические сенсоры на основе соединения тетрадециламмония с комплексом серебро (I) – цефотаксим, чувствительные к цефотаксиму. Определены их основные электроаналитические характеристики: интервал линейности электродных функций составляет  $5 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-1}$  М, угловой коэффициент  $55 \pm 5$  мВ/рС, концентрация электродно-активного вещества 2%, время отклика 120 с, дрейф потенциала 4-6 мВ/сут, срок службы 2 мес. Разработаны методики экспрессного ионометрического определения содержания цефотаксима в водных и биологических средах. Результаты подтверждены методом «введено-найдено». Достоинством предложенных способов являются экспрессность, широкий диапазон определяемых концентраций, низкий предел обнаружения

Авторы: Кулапина Е.Г., [kulapinaeg@mail.ru](mailto:kulapinaeg@mail.ru)  
Организация: Саратовский государственный университет, кафедра аналитической химии и химической экологии  
Город: Саратов  
Методы: Потенциометрия ( в том числе ионометрия)

Объекты: Биологические и медицинские объекты; Фармацевтические, наркотические и допинговые препараты

Обобщены результаты исследования влияния модификации перфторированных сульфокатионообменных мембран (Nafion и МФ-4СК) на характеристики перекрестно чувствительных ПД-сенсоров (сенсоров, аналитическим сигналом которых является потенциал Доннана) в полиионных растворах органических амфолитов. Предложены способы направленного изменения чувствительности ПД-сенсоров к органическим катионам и анионам, отличающимся размером, природой функциональных групп и гидрофильностью радикала, путем варьирования способов получения и модификации мембран, концентрации вводимых допантов и свойств их поверхности (гидрофильных/гидрофобных, протонодонорных/протоноакцепторных).

Авторы:	Бобрешова О.В., д.х.н., <a href="mailto:bobreshova@chem.vsu.ru">bobreshova@chem.vsu.ru</a> Паршина А.В., д.х.н., <a href="mailto:parshina_ann@mail.ru">parshina_ann@mail.ru</a> ; Селеменев <a href="mailto:V.F., проф., зав. кафедрой, common@chem.vsu.ru">В.Ф., проф., зав. кафедрой, common@chem.vsu.ru</a>
Организация:	Воронежский государственный университет, кафедра аналитической химии
Город	Воронеж
Метод	Потенциометрия (в том числе ионометрия)
Объекты	Органические вещества: природные, синтетические, элементоорганические соединения, полимеры

Методом потенциометрического титрования раствором тиосульфата натрия проведено определение иода в насыщенных водных и водно-спиртовых растворах иода в перфтордекалине. Таким образом, впервые показана способность иода растворяться во фторуглеродах, что может быть перспективным при использовании эмульсий перфторуглеродов в воде для доставки иода внутрь организма при его дефиците (йододефицитная анемия).

Авторы:	Буяновская А.Г., <a href="mailto:analyst@ineos.ru">analyst@ineos.ru</a>
Организация:	Институт элементоорганических соединений им. А. Н. Несмеянова РАНб лаборатория микроанализа
Город	Москва
Метод	Потенциометрия (в том числе ионометрия)
Объекты	Неорганические соединения (в том числе особо чистые вещества)

**РЕЗЮМЕ.** Каждый год ИСАХ подводит итоги исследовательской работы по разделам аналитической химии. В их число входит и ЭМА. И каждый год общую картину исследований и разработок в области ЭМА можно представить в той мере, которую определяют отчеты, как говорят, с мест, т.е. из лабораторий. За 2016 г. по ЭМА в Научный совет поступил 41 отчет из 15 организаций, из них почти треть отчетов (31,7%) поступило из Казанского федерального университета. Нельзя не отметить, что поступившие отчеты не равноценны по информативности: ряд отчетов перегружен второстепенной информацией, а ряд – просто не информативен и состоит буквально их одной - двух фраз, по которым трудно оценить новизну работы (например, для разработанных методик нужно указывать и диапазоны определяемых содержаний, и метрологические параметры, причем в формате резюме к статьям, направляемых в ЖАХ). Если в прошлые годы отчеты представляли, главным образом, заведующие кафедрами или лабораториями, то сейчас свои достижения представляют (или могут представлять) все члены ИСАХ РАН. Такие отчеты трудно обобщить, чтобы представить общую картину проблематики, развиваемой в той или иной лаборатории.

Однако в целом можно сказать, что представленные по ЭМА отчеты в своем большинстве соответствуют уровню как теоретическому, так и экспериментальному, который сейчас

достигнут в мире в этой области аналитики. Тренд развития ЭМА в стране в основном имеет биомедицинский вектор (определение низкомолекулярных органических соединений, имеющих отношение к фармации, токсикологии, медицине и т.д.). И он устойчив в течение последнего пятилетия. Несколько в меньшей мере проявлен интерес к проблемам оценки качества пищевых продуктов и охраны водных объектов. Можно выделить как положительный тренд, который согласуется с мировым, тематику научных групп, которые используют или создают новые материалы для модификации поверхности электродов – сенсоров, для придания им свойств высокой чувствительности и избирательности, а также повышенных операционных характеристик, с применением технологии печатных электродов и наноматериалов, в том числе способных давать устойчивый отклик в потоке жидкости.

Успехи наблюдаются и в области биосенсорики, в которой для организации отклика используют как нативные материалы, так и неферментные решения, а также в использовании технологии печатных электродов. В мире она сейчас востребована, причем и в бумажном варианте. Считается, что технология печатных электродов, в купе с портативной аппаратурой, дает преимущества в деле децентрализации анализа, т.е. переходу от *Laboratory-dependent* к *Laboratory-free*.

Другой возможный тренд – это биомиметика, но в более широком понимании. Мы живем в век революционных преобразований в областях биомедицины. Поскольку общий вектор развития ЭМА связан с потребностями именно этой области науки (если судить по мировому тренду, да и по работам в нашей стране), то несомненный интерес представляют для электроаналитиков то, что делается в областях, с которыми могут быть междисциплинарные взаимодействия. А это проблемы диагностики, исследования работы клеток на молекулярном уровне, контроля эффективности действия лекарств и т.д. Сейчас приобретает актуальность новые технологии и материалы, которые используются в так называемом исполнении в формате 3-D. Речь идет о создании биосовместимых и биоактивных объемных структур с заданной, как говорят, архитектурой на основе полиэфиров, гиалуроновой кислоты и хитозана. Эту технологию применяют в рамках регенеративной медицины. Ее можно, видимо, использовать и в создании устройств в рамках ЭМА. И здесь интерес могут представлять технологии, с помощью которых при создании работающего органа (железы, нейрона, какого-либо другого органа) можно будет «вмонтировать» нанозлектроды на стадии 3-D печати, что позволит контролировать работу этого органа. Фермент (или какой-либо другой рецептор) будет находиться в естественном окружении, и проявлять свою активность в условиях, в полной мере соответствующих принципам биомиметики.

Не меньший интерес представляет применение нанопорошков оксидов металлов для увеличения активной поверхности при модификации электродов и обеспечения каталитического отклика. Эта тематика имеет более широкое значение, в частности, для нанотехнологий получения катализаторов, т.е. не только собственно для ЭМА.

На аналитических микровесах ANDBM-22 (Япония) с точностью взвешивания до 5 мкг разработана простая экспресс-гравиметрическая методика определения из 1 навески 4 элементов (С, Н, В, Rh) в родиевых металлокарборанах. Проблема определения родия по зольному остатку осложняется образованием летучих оксидов родия при стандартной температуре сжигания 900-950°C. Присутствие бора в образце позволило количественно выделить родий совместно с бором в зольном остатке в виде одной аналитической формы - бората Rh(III) при пониженной температуре сжигания. Содержание Rh и В рассчитывали по зольному остатку состава  $nRh_2O_3 \cdot mB_2O_3$ , исходя из атомных соотношений Rh и В в металлокарборане. Одновременно проводили определение С и Н по привесу поглотительных аппаратов с аскаритом и ангидроном.

Авторы: Буяновская А.Г., [analyst@ineos.ac.ru](mailto:analyst@ineos.ac.ru)  
Организация: Институт элементоорганических соединений им. А. Н. Несмеянова РАН, лаборатория микроанализа  
Город: Москва  
Методы: Элементный анализ органических соединений  
Объекты:

В процессе исследования термодинамических свойств L-триптофана (Химфак МГУ) проведен элементный анализ на СНН промышленных образцов триптофана до и после очистки путем перекристаллизации.

Авторы: Буяновская А.Г., [analyst@ineos.ac.ru](mailto:analyst@ineos.ac.ru)  
Организация: Институт элементоорганических соединений им. А. Н. Несмеянова РАН, лаборатория микроанализа  
Город: Москва  
Методы: Элементный анализ органических соединений  
Объекты: Фармацевтические, наркотические и допинговые препараты

Проведена работа по 2 договорам: с ООО «Рошальский завод лаков и красок» (определение азота и фосфора в полиаминофосфатах) и с ООО «Судогодские стеклопластики» (определение йодного числа в продукции завода).

Авторы: Буяновская А.Г., [analyst@ineos.ac.ru](mailto:analyst@ineos.ac.ru)  
Организация: Институт элементоорганических соединений им. А. Н. Несмеянова РАН, лаборатория микроанализа  
Город: Москва  
Методы: Элементный анализ органических соединений  
Объекты: Органические вещества: природные, синтетические, элементоорганические соединения, полимеры

Рассмотрены проблемы, связанные с влиянием качества используемой природной воды на формирование химического состава и особенности образования отложений в теплообменниках систем горячего водоснабжения некоторых районов Краснодарского края. Изучены физико-химические процессы в теплообменниках, связанные с составом природной воды. Изучен элементный состав, идентифицированы основные фазы, входящие в состав образующихся отложений, основу которых составляют карбонат кальция, представленный кальцитом и арагонитом, а также смесь оксидов железа в виде гематита и магнетита. Составлена карта районирования однотипных отложений в теплообменниках по некоторым районам Краснодарского края с учетом качественного состава используемой природной воды.

Авторы: Темердашев З.А. [temza@kubsu.ru](mailto:temza@kubsu.ru)  
Организация: Кубанский государственный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Краснодар  
Методы: Элементный анализ органических соединений  
Объекты: Природные, технологические и питьевые воды

## Ядерно-физические и радиоаналитические методы

Методом мессбауэровской спектроскопии на  $^{57}Fe$  при температуре 298 К исследованы порошки модифицированного диоксида хрома, полученного гидротермальным методом. Количество

модификатора --- соединения  $^{57}\text{Fe}$  --- варьировалось от 2 до 10 mmol/mol Cr при содержании Sb 2.2 и 10 mmol/mol Cr. Установлено, что независимо от концентраций ионы  $\text{Fe}^{3+}$  распределяются между тремя магнитными твердыми растворами (секстеты): на основе  $\text{CrO}_2$  (массивное вещество и обогащенный железом поверхностный слой), на основе  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  --- и поверхностным beta- $\text{CrOOH}$  (дублет). При этом замещение атомов хрома в зародышевой (размером 12 nm) фазе  $\text{CrSbO}_4$  с точностью до коэффициента Мессбауэра не происходит. Сделано предположение, что регулятором коэрцитивной силы порошка кроме размерного фактора является концентрация железа в поверхностном слое  $\text{CrO}_2$ .

Bondarevskii S.I., Eremin V.V., Semeno, V.b, Osmolovsky M.G. Mössbauer study of the iron atom state in modified chromium dioxide // Physics of the Solid State, 2016, Volume 58, Issue 1, Pages 76-80

Авторы:	Панчук В.В.. Семенов В.Г. <a href="mailto:vitpan@mail.ru">vitpan@mail.ru</a>
Организация:	Санкт-Петербургский государственный университет, Институт химии, кафедра аналитической химии
Город:	Санкт-Петербург
Методы:	Ядерно-физические и радиоаналитические методы
Объекты:	Неорганические соединения (в том числе особо чистые вещества и полупроводниковые материалы)

Предложен новый алгоритм количественного анализа в мессбауэровской спектроскопии, основанный на построении градуировочной зависимости с использованием стандартных образцов сравнения, имеющие отличную по отношению к анализируемому объекту матрицу. Коррекция матричных эффектов осуществлялась дополнительными измерениями фактора Лемба-Мессбауэра. Разработанный подход позволяет определять содержание резонансных атомов в реальных образцах силикатных руд с точностью до 3 масс.%. Результаты анализа сравниваются с результатами, полученными безэталоном способом, в основе которого лежит определения всех значимых параметров интеграла пропускания.

*Бутаева Е. В., Панчук В.В., Гребенюк А.В., Иркаев С. М., Семенов В. Г. Новый алгоритм количественного анализа в мессбауэровской спектроскопии, Научное приборостроение. 2016. Т. 26. № 2. С. 47-53.*

Авторы:	Панчук В.В.. Семенов В.Г. <a href="mailto:vitpan@mail.ru">vitpan@mail.ru</a>
Организация:	Санкт-Петербургский государственный университет, Институт химии, кафедра аналитической химии
Город:	Санкт-Петербург
Методы:	Ядерно-физические и радиоаналитические методы
Объекты:	

Предлагается алгоритм расчета оптимальной толщины мессбауэровского поглотителя, позволяющей регистрировать максимальное соотношение сигнал/шум за минимальное время анализа. Показано, что для изотопа железа, находящегося в легкой матрице (состоящей из элементов с малым порядковым номером) оптимальной является толщина тонкого поглотителя, при которой не наблюдается значительных искажений спектральных линий. Для мессбауэровского изотопа, находящегося в тяжелых матрицах оптимальная толщина значительно ниже толщины тонкого поглотителя.

Гребенюк А.В., Панчук В.В., Иркаев С.М., Семенов В.Г. Расчет из первых принципов оптимальной толщины поглотителя в мессбауэровской спектроскопии // Научное приборостроение. 2016. Т. 26. № 1. С. 47-53.

Авторы:	Панчук В.В.. Семенов В.Г. <a href="mailto:vitpan@mail.ru">vitpan@mail.ru</a>
Организация:	Санкт-Петербургский государственный университет, Институт химии, кафедра аналитической химии
Город:	Санкт-Петербург
Методы:	Ядерно-физические и радиоаналитические методы

Объекты:

## Другие методы определения

Проведены эксперименты по формированию фотонных кристаллов (ФК) на двух видах подложек - из кварцевого стекла и акрила. Проанализирован спектральный сдвиг отраженного излучения от структуры на основе ФК с нанесенным на нее полимерным покрытием из полидиметилсилоксана. Даны предварительные оценки оптических параметров, характеризующих структуру ФК. Получены спектры зеркального и диффузного отражения органических матриц на основе фотонных кристаллов из полистирольных микросфер диаметром 230 нм. Участок матрицы после взаимодействия с неполярным растворителем меняет цвет с зеленого на красно-желтый в течение 2-5 мин. Методом спектроскопии диффузного отражения изучена кинетика изменений, происходящих с органической матрицей сенсора после взаимодействия с пробой неполярного органического растворителя (толуола, бензола, гексана). Полное равновесие в органической матрице устанавливается в течение 15-20 мин.

Авторы: Иванов А.В. [sandro-i@yandex.ru](mailto:sandro-i@yandex.ru)  
Организация: МГУ им. М.В. Ломоносова, химический факультет, кафедра аналитической химии  
Город: Москва  
Методы: Другие методы определения  
Объекты:

## МЕТОДЫ РАЗДЕЛЕНИЯ И КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ

### Сорбция

На основании сравнительного изучения сорбционного поведения тетрациклинов и сульфаниламидов на сверхсшитом полистироле (ССПС), магнитных ССПС (ССПС/ $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , ССПС/ $\text{Fe}_3\text{O}_4@SiO_2$ , ССПС/ $\text{Fe}_3\text{O}_4@ПВП$ ) и наночастицах  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  даны объяснения особенностей сорбции этих соединений в зависимости от времени контакта фаз, pH раствора, объема анализируемого раствора и концентрации сорбатов. Обнаружено, что введение наночастиц  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  в матрицу ССПС не влияет на его сорбционную способность по отношению к тетрациклинам и сульфаниламидам. Показано, что магнитный сорбент ССПС/ $\text{Fe}_3\text{O}_4$ (5%) можно использовать для группового концентрирования тетрациклинов и сульфаниламидов методом магнитной твердофазной экстракции. Реализовано сочетание сорбционного концентрирования тетрациклинов и сульфаниламидов на магнитном сверхсшитом полистироле с их определением в элюате методом ОФ ВЭЖХ. При концентрировании из 100 мл пределы обнаружения тетрациклинов и сульфаниламидов составляют 4 – 7 и 0.2 – 0.3 нг/мл соответственно.

Авторы: Дмитриенко С.Г., [dmitrienko@analyt.chem.msu.ru](mailto:dmitrienko@analyt.chem.msu.ru)  
Организация: МГУ им. М.В. Ломоносова, химический факультет, кафедра аналитической химии  
Город: Москва  
Методы: Сорбция  
Объекты: Фармацевтические, наркотические и допинговые препараты

Продолжено изучение сорбционной системы «Nurecarb – субкритическая вода» с позиций модели сольватационных параметров Абрахама. Для температур подвижной фазы 150, 175 и 200°C получены данные об удерживании ряда соединений (гетероциклические соединения, производные анилина, ароматические спирты и эфиры), что позволило повысить точность прогноза удерживания аналитов. Для температуры 175° исследовано удерживание серии соединений в субкритической воде, содержащей 10 и 20% ацетонитрила. Установлено, что добавка ацетонитрила практически не меняет параметры, отвечающие за взаимодействия «диполь-диполь» и «диполь-наведенный диполь», но значительно снижает величины параметров, отвечающих за образование водородных связей.

Авторы: Статкус М.А., [mstatkus@gmail.com](mailto:mstatkus@gmail.com)

Организация: МГУ им. М.В. Ломоносова, химический факультет, кафедра аналитической химии  
Город: Москва  
Методы: Сорбция  
Объекты: Органические вещества: природные, синтетические, элементоорганические соединения, полимеры

Реализовано сочетание сорбционного извлечения, разделения ряда пищевых красителей на мини-колонке, заполненной гидрофобизированным кремнеземом и последующего спектрофотометрического детектирования.

Авторы: Тихомирова Т.И., [tikhomirova-tatyana@yandex.ru](mailto:tikhomirova-tatyana@yandex.ru)  
Организация: МГУ им. М.В. Ломоносова, химический факультет, кафедра аналитической химии  
Город: Москва  
Методы: Сорбция  
Объекты: Пищевые продукты и корма

Изучена сорбция хлорокомплексов благородных металлов в виде их ассоциатов с аминными реагентами - бензиламины, трибутиламин, производные пиридина – на неполярных сверхсшитых полистиролах («Стиросорб») и малополярных сорбентах с привитыми этилендиаминными группами («Strata»). Выбраны оптимальные условия для количественной сорбции Ru, Pd, Ir, Pt и Au. Найдены десорбирующие растворы для обратимого извлечения БМ с поверхности неполярных (спиртовые растворы соляной кислоты) и малополярных (водные растворы тетрабората натрия или аммиака) сорбентов. Изучено влияние породообразующих и сопутствующих элементов на извлечение БМ из растворов горных пород. Исследованы возможные спектральные интерференции при проточно-инжекционном МС определении БМ на квадрупольном масс-спектрометре в растворах с высоким содержанием солей или углерода. Получены данные о сорбции и десорбции 38 элементов на анионите АВ-17 и Стиросорбе 584 при использовании метода «удерживания кислоты» в МС-ИСП анализе для снижения концентрации  $\text{HNO}_3$ . Найдены различия в сорбционном поведении La, Ce, Pr, Nd и остальных РЗЭ.

Авторы: Большов М.А. [bolshov@isan.troitsk.ru](mailto:bolshov@isan.troitsk.ru)  
Организация: МГУ им. М.В. Ломоносова, химический факультет, кафедра аналитической химии  
Город: Москва  
Методы: Сорбция, Масс-спектрометрия  
Объекты: Благородные металлы

Предложен способ оценки суммарного содержания сульфаниламидов в молоке, основанный на их сорбционном выделении и концентрировании из цельного молока с помощью магнитного сверхсшитого полистирола и последующем спектрофотометрическом определении в ацетонитрильном элюате по реакции с *п*-диметиламинокоричным альдегидом. Методика применена для определения суммарного содержания сульфаниламидов в молоке на уровне максимально допустимых содержаний (25 мкг/кг – Россия; 100 мкг/кг – страны ЕС).

Авторы: Дмитриенко С.Г., [dmitrienko@analyt.chem.msu.ru](mailto:dmitrienko@analyt.chem.msu.ru)  
Организация: МГУ им. М.В. Ломоносова, химический факультет, кафедра аналитической химии  
Город: Москва  
Методы: Сорбция; Спектрофотометрия  
Объекты: Пищевые продукты и корма

Наноиониты в пробоподготовке и анализе. Фундаментальные исследования, получение и применение в аналитической химии наноразмерных полимерных ионообменных материалов.

Полимерные иониты с частицами нанометровых размеров, наноиониты, являются необычными объектами — одновременно гиперзаряженными ионами и ионообменниками, создающими устойчивые водные суспензии. Проведены теоретическое и практическое исследования свойств наноионитов, способы их получения. На примерах, в которых проводилась модификация фаз в ионной хроматографии и для фотолюминесценции, показаны перспективы их использования в аналитической химии. Найдены условия определения тяжелых металлов (в

концентрациях порядка  $10^{-7}$  М) по эффекту тушения люминесценции разбавленных растворов НИК и НИА; Путем модификации in situ водным золем НИК разработаны разделяющие и предварительные колонки для ионной хроматографии, позволяющие определять щелочные, щелочно-земельные и переходные металлы в смесях одновременно с анализом их анионного состава. Особенности кинетики ионного обмена, чрезвычайно быстрой в системах с наноионитами, позволили осуществить процесс твердофазного обмена противоионов между ионообменными фазами одинаковой полярности

Авторы: Хамизов Р.Х., Долгонос А.М., [amdolgo@mail.ru](mailto:amdolgo@mail.ru); [khamiz@mail.ru](mailto:khamiz@mail.ru)  
Организация: Институт геохимии и аналитической химии им.В.И. Вернадского РАН, лаборатория сорбционных методов  
Город: Москва  
Методы: Сорбция; Другие методы разделения и концентрирования; Люминесцентные методы  
Объекты:

Изучена сорбция фосфолипидов на силикагеле, мезопористом наноструктурированном сорбенте МСМ-41, синтезированных композитов типа МСМ-41 и SBA-15, сверхсшитом анионообменном сорбенте MN-102, бипористом неионогенном сорбенте MN-202 из водно-органических растворов в статических и динамических условиях. Отмечена высокая сорбционная емкость наноструктурированных кремнийсодержащих материалов типа МСМ-41 и сверхсшитых полистиролов. Показана перспективность использования указанных сорбентов на стадиях извлечения из растительного сырья, концентрирования и разделения близких по природе жирорастворимых БАВ. Отмечено возрастание адсорбционной активности наноструктурированных материалов типа МСМ-41 к фосфолипидам по сравнению с классическими полимерными материалами. Показана возможность сорбционного концентрирования и разделения неполярных веществ (фосфолипиды, жирорастворимые витамины) с учетом термодинамических параметров сорбции наноструктурированными кремнийсодержащими материалами из гексановых растворов. Отмечено возрастание эффективности хроматографических колонок с использованием в качестве неподвижной фазы упорядоченных материалов типа МСМ-41 и SBA-15, полученных темплатным золь-гель синтезом, а также их синтезированных композитов по сравнению с классическими силикагелями. Быстрый массоперенос БАВ в системе мезопор приводит к большей хроматографической эффективности разделения близких по природе биологически активных веществ. Представлены подходы к выбору селективных наноструктурированных сорбентов для выделения, концентрирования и разделения и близких по природе и физико-химическим свойствам биологически активных веществ (фосфолипиды, флавоноиды).

Авторы: Карпов С.И., к.х.н.; Селеменов В.Ф., зав. кафедрой АХ, д.х.н., проф., [common@chem.vsu.ru](mailto:common@chem.vsu.ru)  
Организация: Воронежский государственный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Воронеж  
Методы: Сорбция; Экстракция; Высокоэффективная жидкостная (в том числе ионная) хроматография; Другие методы разделения и концентрирования  
Объекты: Фармацевтические, наркотические и допинговые препараты

Изучено взаимодействие природных сорбентов – алюмосиликатов (клиноптилолита и глауконита) с водой. Показано, что закономерности адсорбции воды и гидратационная способность определяются структурой, природой и количеством внекаркасных катионов сорбентов. Методами изопиестирования и ИК-спектроскопии исследовано влияние импульсного магнитного поля на сродство сорбентов к молекулам воды.

Исследованы закономерности сорбции  $\beta$ -каротина и гидрохлорида пиридоксина на клиноптилолите и глауконите. Проведен анализ изотерм сорбции с применением адсорбционных теорий Лэнгмюра, Фрейндлиха и Редлиха-Петерсона.

Авторы: Котова Д.Л., д.х.н.; Крысанова Т.А., к.х.н.; Селеменов В.Ф., зав. кафедрой АХ, д.х.н., проф., [common@chem.vsu.ru](mailto:common@chem.vsu.ru)  
Организация: Воронежский государственный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Воронеж  
Методы: Сорбция; Инфракрасная и КР-спектроскопия  
Объекты: Фармацевтические, наркотические и допинговые препараты

За прошедший период была проведена экспериментальная работа по выделению нуклеиновых кислот из проб почвы, водопроводной воды и плазмы крови человека. Полученные данные позволили оценить не только эффективность выделения нуклеиновых кислот, но и эффективность лизиса пробы, так как при работе с реальными образцами одно из ключевых значений имеют качественные и количественные показатели содержания ингибиторов специфического анализа пробы НК. Изучено влияние различных факторов на извлечение ДНК/РНК из водных образцов и почвенных вытяжек с использованием проточной системы и стационарной систем с удерживаемым магнитным сорбентом с применение ультразвукового поля. По результатам проделанных экспериментов определено, что применение ультразвука мегагерцового диапазона, для стационарного метода выделения, позволяет выделять нуклеиновые кислоты с высокой эффективностью из образцов плазмы крови человека – до 93%, водопроводной воды – до 96%, дерново-подзолистой почвы до 67%. Предложены технические решения и режимы для реализации автоматизированного высокоэффективного выделения НК с помощью ультразвука на одноразовых картриджах.

Авторы: Петров Д.Г., [dimoon88@mail.ru](mailto:dimoon88@mail.ru)  
Организация: Институт аналитического приборостроения РАН, лаборатория методов и приборов, иммунного и генетического анализа, сектор акустических средств анализа и подготовки проб  
Город: Санкт-Петербург  
Методы: Методы обнаружения и идентификации; Сорбция; Экстракция  
Объекты: Биологические и медицинские объекты

Изучены кинетические и равновесные характеристики сорбции ароматических кислот (бензойной, салициловой и о-хлорбензойной кислот) сетчатым сорбентом на основе N-винилпирролидона при различных рН, времени сорбционного равновесия и присутствия высаливателей. Установлены условия, обеспечивающие практически полное (97-99 %) извлечение ароматических кислот из разбавленных водных растворов. Для практического применения рекомендуется подкисление раствора ароматических кислот до рН 3 раствором HCl, добавление кристаллического сульфата аммония, введение полимерного сорбента в соотношении водно-солевой раствор - сорбент 100 : 1 и перемешивание в течение 50 минут. При коэффициенте концентрирования равном 100, извлекается 97 % и более кислот.

Авторы: Суханов П.Т., [pavel.suhanov@mail.ru](mailto:pavel.suhanov@mail.ru); Савина А.Г., [anika1107@yandex.ru](mailto:anika1107@yandex.ru); Кушнир А.А., [kushnir\\_aleksei@mail.ru](mailto:kushnir_aleksei@mail.ru)  
Организация: Воронежский государственный университет инженерных технологий, кафедра физической и аналитической химии  
Город: Воронеж  
Методы: Сорбция  
Объекты: Органические вещества: природные, синтетические, элементоорганические соединения, полимеры; Природные, технологические и питьевые воды

Предложены двухстадийные способы концентрирования нитрофенолов (4-нитрофенол, 2,4- и 2,5-динитрофенол, 2,4,6-тринитрофенол) из водных растворов. На первой стадии проводят концентрирование и десорбцию нитрофенолов в динамических условиях. В зависимости от природы десорбирующего раствора, на второй стадии, элюат или упаривают (ацетонитрил) или насыщают сульфатом аммония и экстрагируют ацетоном (водный раствор NH<sub>3</sub>). Коэффициенты концентрирования составляют 4000 и 910 соответственно.

*Работа выполнена в рамках НИОКР по ГК № 4.2186.2014/К по теме "Разработка и конструирование мобильного комплекса для экологического мониторинга состояния водных объектов с возможностью концентрирования органических и неорганических загрязнителей на месте" от 17.07.2014 г.*

Авторы: Суханов П.Т., [pavel.suhanov@mail.ru](mailto:pavel.suhanov@mail.ru); Кушнир А.А., [kushnir\\_aleksei@mail.ru](mailto:kushnir_aleksei@mail.ru)  
Организация: Воронежский государственный университет инженерных технологий, кафедра физической и аналитической химии  
Город: Воронеж  
Методы: Сорбция; Экстракция

Объекты: Природные, технологические и питьевые воды

Обоснованы условия и проведен синтез магнетитовых наночастиц и их капсуляция полистиролом, изучены структура и состав полученного сорбента. На примере 1-нафтола, 2-хлорфенола, 4-нитрофенола, 2,4,6-тринитрофенола и фенола в статическом и динамическом режимах изучены сорбционные свойства сорбента, восприимчивого к внешнему магнитному полю. Разработан концентрирующий патрон и устройство для проведения концентрирования в динамическом режиме, перемещающее магнитовосприимчивый сорбент в токе пропускаемой жидкости. Предложен способ определения 2-хлорфенола и 1-нафтола в водных средах фотометрическим методом со стадией предварительного концентрирования, проводимой с применением магнитовосприимчивого сорбента

Авторы: Суханов П.Т., [pavel.suhanov@mail.ru](mailto:pavel.suhanov@mail.ru); Губин А.С., [goubinne@mail.ru](mailto:goubinne@mail.ru); Богдаев А.А., [alexey-bogdaev@rambler.ru](mailto:alexey-bogdaev@rambler.ru)  
Организация: Воронежский государственный университет инженерных технологий, кафедра физической и аналитической химии  
Город: Воронеж  
Методы: Сорбция  
Объекты: Природные, технологические и питьевые воды

Изучено концентрирование анионных поверхностно-активных веществ из вод различного состава в широком интервале концентраций, определены эффективные условия их выделения и концентрирования. Разработан способ определения АПАВ в воде с применением анионообменных сорбентов.

Авторы: Бондарева Л.П., [larbon@mail.ru](mailto:larbon@mail.ru)  
Организация: Воронежский государственный университет инженерных технологий, кафедра физической и аналитической химии  
Город: Воронеж  
Методы: Сорбция  
Объекты: Природные, технологические и питьевые воды

Предложен способ повышения эффективности сорбции тяжелых металлов путем создания сорбентов на основе нанопористых углеродных материалов активацией их поверхности с помощью комплексообразователей, например:

- обработкой нанопористого углерод-фторуглеродного материала 30%-ным раствором пероксида водорода при температуре 70°C;
- обработкой нанопористых углеродных сорбентов гуминовыми кислотами;
- модификацией синтетических и природных пористых углеродных материалов гуматами.

Для улучшения хроматографического разделения N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O и SO<sub>2</sub> (времена удерживания, степени разделения и фактора асимметрии) предложено использовать полимерные сорбенты разной полярности. Это позволило повысить точность определения N, Si и H и усовершенствовать методику прецизионного определения серы в супрамолекулярных и металлоорганических соединениях.

Авторы: Сапрыкин А.И. [saprykin@niic.nsc.ru](mailto:saprykin@niic.nsc.ru)  
Организация: Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН, аналитическая лаборатория,  
Город: Новосибирск  
Методы: Сорбция  
Объекты: Неорганические соединения (в том числе особо чистые вещества и полупроводниковые материалы)

Проведено исследование сорбционной способности комплексообразующего сополимера 1-винил-1,2,4-триазола с акрилонитрилом и метилен-бис-акриламидом по отношению к гексахлоридному комплексу платины. Изучено влияние природы кислот на извлечение платины в интервале 0,01-5М. Эффективность сополимера оценивали величиной сорбционной емкости для 1М растворов кислот (320 и 240 мг/г HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и HNO<sub>3</sub>) и коэффициентов распределения платины 2,4·10<sup>4</sup>; 0,9·10<sup>4</sup>; 0,2·10<sup>4</sup> соответственно. Сорбент регенерируется солянокислым раствором

тиомочевины. В трех циклах сорбция-десорбция его эффективность уменьшается на 20%. Методами ИК-, КР-спектроскопии, элементного анализа установлен механизм взаимодействия активных атомов и состав твердофазного комплекса. Изучено влияние различных факторов на скорость извлечения платины.

Автор: Шаулина Л.П., [dekanat@chem.isu.ru](mailto:dekanat@chem.isu.ru)  
Организация: Иркутский государственный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Иркутск  
Методы: Сорбция  
Объекты: Благородные металлы

Синтезированы новые сорбенты на основе отвержденного желатинового геля с иммобилизованными аналитическими реагентами ряда сульфоталеинов (бромкрезоловый зеленый, БКЗ) и тригидроксифлуоронов (бромпирогаллоловый красный, БПГК). Исследованы закономерности сорбции БКЗ в отвержденный желатиновый гель и установлены оптимальные условия сорбции. На примере тяжелых металлов исследована селективность аналитических реакций и аддитивность оптической плотности прозрачного сорбента, модифицированного БПГК, при протекании в его слое аналитических реакций с участием нескольких аналитов. Исследована возможность применения желатиновых пленок, модифицированных БПГК, для определения Pb(II) в многокомпонентных системах в присутствии тяжелых металлов – Cu(II), Cd(II) и Fe(III). Рассчитаны степени извлечения металлов синтезированными сорбентами на основе и коэффициенты распределения металлов в гетерогенной системе Men+(раствор)/Me-БПГК(пленка). Оценены погрешности определения свинца (II) и показана возможность применения желатиновых пленок, модифицированных БПГК, для сорбционно-рентгенофлуоресцентного определения Pb(II) в многокомпонентных системах.

Авторы: Починок Т.Б. [pochinokt@chem.kubsu.ru](mailto:pochinokt@chem.kubsu.ru)  
Организация: Кубанский государственный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Краснодар  
Методы: Сорбция; Рентгеновские методы  
Объекты: Неорганические соединения (в том числе особо чистые вещества и полупроводниковые материалы)

Реализована ковалентная иммобилизация формазанового фрагмента на поверхности силикагеля. Показано значимое конкурентное влияние ионов Cu(II), Co(II), Ni(II), Cd(II) в условиях сорбции из растворов, содержащих их эквимольные количества, показано, что высокая избирательность в условиях конкурентной сорбции сохраняется при извлечении Cu(II) на различных уровнях начальных концентраций и общей минерализации растворов. Методом ЭПР установлено формирование координационного узла CuN<sub>4</sub> на поверхности функционализированного силикагеля при взаимодействии с Cu(II) при pH 8. Показана возможность сорбционно-рентгенофлуоресцентного определения Cu(II) в водных образцах сложного состава в случае концентрирования в статическом и динамическом режимах. Установлено увеличение избирательности извлечения Cu(II) и Zn(II) на силикагеле, содержащем ковалентно иммобилизованный тиосемикарбазид, при переходе от статического к динамическому режиму концентрирования. Селективность извлечения Cu(II) и Zn(II) из пятикомпонентной системы можно повысить, увеличивая скорость пропускания раствора до 4.5 мл/мин. Продемонстрирована возможность сорбционно-рентгенофлуоресцентного определения Cu(II) и Zn(II) на полученном материале из водных образцов с общей минерализацией 35 г/л, содержащих эквимольные количества Ni(II), Co(II), Cd(II). Проведена проверка возможности повторного использования модифицированного материала и оценено сохранение его сорбционной способности по отношению к Cu(II), Zn(II) после проведения более 10 циклов сорбции-десорбции выбранных аналитов.

Авторы: Коншина Д.Н., [jfox@list.ru](mailto:jfox@list.ru)  
Организация: Кубанский государственный университет, кафедра аналитической химии

Город: Краснодар  
Методы: Сорбция; Рентгеновские методы  
Объекты: Неорганические соединения (в том числе особо чистые вещества и полупроводниковые материалы)

Исследована сорбция аланина, фенилаланина, этиленгликоля, солей металлов на углеродных наночастицах различных производителей, выявлены углеродные наночастицы, обладающие наиболее высокими сорбционными свойствами к указанным соединениям. Проведен квантово-химический расчет энергий сорбции исследуемых соединений на фуллерене C<sub>60</sub> и углеродных нанотрубках различной структуры, на основе которого изучен механизм взаимодействия химических соединений с углеродными наночастицами/

Авторы: Бутырская Е.В., д.х.н.; Селеменов В.Ф., зав. кафедрой, проф., [common@chem.vsu.ru](mailto:common@chem.vsu.ru)  
Организация: Воронежский государственный университет, кафедра аналитической химии,  
Город: Воронеж  
Методы: Сорбция  
Объекты:

На основании анализа равновесных и кинетических кривых сорбции сапонины природным и синтетическим сорбентами выявлена связь между строением адсорбционного слоя на разных этапах заполнения сорбента, гидрофильностью и пространственной ориентацией сорбата в фазе сорбента. Выявлен внутридиффузионный характер лимитирования, рассчитаны коэффициенты внутренней диффузии. Установлено, что ход кривых изотермы сорбции сапонины определяется конкурирующими процессами ассоциации в растворе и поглощения хитозаном. Электростатический характер взаимодействия сапонины с хитозаном подтвержден методом ИК-спектроскопии.

Авторы: Мироненко Н.В., ассистент; Селеменов В.Ф., зав. кафедрой АХ, д.х.н., проф., [common@chem.vsu.ru](mailto:common@chem.vsu.ru)  
Организация: Воронежский государственный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Воронеж  
Методы: Сорбция; Инфракрасная и КР-спектроскопия  
Объекты: Органические вещества: природные, синтетические, элементоорганические соединения, полимеры

Получены композиты глауконита с тетрациклином и наночастицами меди восстановлением «*in situ*» гидразином из аммиаката меди и охарактеризованы различными физико-химическими методами. Отмечена прочная иммобилизация ионов тетрациклина на поверхности глауконита (хемосорбция). Частицы наномеди интеркалированы в матрицу глауконита (диаметр 3-7 нм) и адсорбированы на поверхности минерала (30-50 нм). Наблюдалась высокая антибактериальная активность композитов на штаммах *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* (смертность ~100% после 3-6 ч). Предполагается, что выраженное антибактериальное воздействие композита ГТ-СиНч основано на разрушении мембраны клеток исследованных штаммов под прямым воздействием высвобождающихся из глауконитовой матрицы наночастиц меди совместно с десорбированными ионами меди (II). Отмечена роль глауконитовой матрицы в увеличении контакта композита с бактериальной мембраной.

Авторы: Доронин С.Ю., [doroninsu@mail.ru](mailto:doroninsu@mail.ru); Чернова Р.К., [chernov-ia@yandex.ru](mailto:chernov-ia@yandex.ru)  
Организация: Саратовский государственный университет, кафедра аналитической химии и химической экологии  
Город: Саратов  
Методы: Сорбция  
Объекты: Биологические и медицинские объекты

Методом бескапиллярного электроформования получены нетканые материалы (НМ) на основе полиакрилонитрила (ПАН). Осуществлена химическая модификация нитрильных групп ПАН в амидоксимные (ПАН-оксим) смесью NH<sub>2</sub>OH·HCl с Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> в ДМФА, что доказано весовым (расчет

степеней конверсии) и ИК-Фурье спектроскопическими методами. Показано, что оптимальные соотношения реагентов–модификаторов составили 2 (NH<sub>2</sub>OH·HCl) : 1 (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) при их концентрациях 0,3 М : 0,15 М соответственно. С помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) показано отсутствие дефектов и признаков деградации нановолокон до и после модификации. Средний диаметр нановолокон составил (140 ± 30) нм. На примере ионов свинца (II) и меди (II) были изучены сорбционные свойства ПАН и ПАН-оксима в статическом режиме. Рассчитаны количественные характеристики сорбции металлов: степень извлечения (R, %) и сорбционная емкость (Q, мг/г). Установлено, что ПАН не проявляет сорбционных свойств, тогда как сорбционная емкость НМ на основе ПАН-оксима для меди (II) и свинца (II) составила соответственно (120 ± 3) мг/г и (115 ± 2) мг/г. Построены кинетические кривые и изотермы сорбции исследованных металлов. Сделан прогноз о возможности применения НМ на основе ПАН-оксима для извлечения и очистки различных вод от ионов свинца (II) и меди (II).

Авторы: Доронин С.Ю., [doroninsu@mail.ru](mailto:doroninsu@mail.ru)  
Организация: Саратовский государственный университет, кафедра аналитической химии и химической экологии  
Город: Саратов  
Методы: Сорбция  
Объекты: Биологические и медицинские объекты

Подобраны условия для определения показателя перманганатной окисляемости промывных вод производства жиросодержащих продуктов. Показатель перманганатной окисляемости использован для оценки эффективности сорбционной очистки сточных вод производства растительного масла с применением свершитых полистиролов.

Авторы: Буяновская А.Г., [analyst@ineos.ac.ru](mailto:analyst@ineos.ac.ru)  
Организация: Институт элементоорганических соединений им. А. Н. Несмеянова РАН, лаборатория микроанализа  
Город: Москва  
Методы: Сорбция  
Объекты: Природные, технологические и питьевые воды; Пищевые продукты и корма

## Экстракция

Исследовали возможность получения *in situ* ионных жидкостей на основе катионов четвертичного аммония и нефторированных анионов: N-лауроилсаркозината тетраоктиламмония (TOALS), диоктилсульфосукцинатов тетрагексиламмония (THADOSS) и тетрабутиламмония (TBADOSS). Изучена экстракция ионов металлов в образующиеся *in situ* ИЖ. Установлено, что гидрофобная ИЖ, «возникающий экстрагент», может быть получена из компонентов - при растворении в водном растворе твердых соответствующих солей. Получающаяся в результате обменной реакции ИЖ отделяется от воды и может использоваться для разделения и концентрирования, в том числе ионов металлов. Так, при совместном растворении в воде бромида тетраоктиламмония и N-лауроилсаркозината натрия образуется *in situ* не смешивающаяся с водой ионная жидкость – N-лауроилсаркозинат тетраоктиламмония. В возникающую таким образом новую фазу из водного раствора можно экстрагировать в присутствии 4-(2-пиридилазо)резорцина (ПАР) ионы кадмия, кобальта, меди, никеля, свинца и цинка, а ионы кадмия – и в отсутствие ПАР. Исследована экстракция ионов металлов в образующиеся из соответствующих солей *in situ* THADOSS, TBADOSS. Продемонстрирована возможность многоэлементного определения ионов металлов после концентрирования методом МП-АЭС.

Авторы: Плетнев И.В., [pletnev@analyt.chem.msu.ru](mailto:pletnev@analyt.chem.msu.ru)  
Организация: МГУ им. М.В. Ломоносова, химический факультет, кафедра аналитической химии  
Город: Москва  
Методы: Экстракция  
Объекты: Металлы, сплавы и другие продукты металлургического производства

Для извлечения незаменимых  $\alpha$ -аминокислот из водных сред применены продукты сополимеризации N-винилкапролактама с 1-винил-3,5-диметилпиразолом и 1-метакрилоил-3,5-диметилпиразолом, образующие растворимые и нерастворимые в воде полимеры. Для определения состава сополимеров применяли методы УФ и ИК-спектроскопии. Водорастворимые сополимеры, в отличие от гомополимера N-винилкапролактама, позволяют при однократном экстрагировании достичь степени извлечения гистидина, триптофана и треонина свыше 90%. Максимальная степень извлечения  $\alpha$ -аминокислот при жидко- и твердофазной экстракции (97%) наблюдается в случае применения сополимеров N-винилкапролактама с 1-винил-3,5-диметилпиразолом. Предложены механизмы взаимодействия сополимеров с аминокислотами.

Авторы: Мокшина Н.Я., Шаталов Г.В., [moksnad@mail.ru](mailto:moksnad@mail.ru)  
Организация: Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е.Жуковского и Ю.А.Гагарина, кафедра физики и химии; Воронежский государственный университет, кафедра высокомолекулярных соединений и коллоидов.  
Город: Воронеж  
Методы: Экстракция  
Объекты: Биологические и медицинские объекты

Предложен и обоснован новый метод разделения и концентрирования –обращенно-фазовая хроматомембранная микроэкстракция. В этом методе массообмен между водной и неполярной фазами реализуется в композитном пористом массообменном блоке, в котором водная фаза удерживается на стекловолкне и выступает в качестве неподвижной фазы. Для разделения эмульсий при элюировании водной фазой применяются гидрофильные мембраны. Новый хроматомембранный метод реализован в автоматизированной методике определения анионов в биотопливе, включающей on-line хроматомембранное извлечение аналитов в водную фазу с последующим их определением в элюате метом ионной хроматографии.

Авторы: Булатов А.В., [bulatov\\_andrey@mail.ru](mailto:bulatov_andrey@mail.ru)  
Организация: Санкт-Петербургский государственный университет, Институт химии, кафедра аналитической химии  
Город: Санкт-Петербург  
Методы: Автоматизация анализа (общие решения); Экстракция  
Объекты: Другие объекты анализа

Предложен и обоснован новый дисперсионный микроэкстракционный метод разделения и концентрирования, основанный на диспергировании экстрагента в водной фазе растворителем с «переключаемой» полярностью. Сущность метода заключается в диспергировании органического экстрагента в водной фазе за счет ионизации диспергатора при изменении кислотности раствора. В качестве диспергаторов с «переключаемой» полярностью изучена возможность применения различных карбоновых кислот. Было показано, что при введении смеси различных органических экстрагентов и карбоновых кислот в водную щелочную среду происходит нейтрализация карбоновых кислот и быстрое и эффективное диспергирование органической фазы с последующим разделением фаз без центрифугирования. На примере микроэкстракционного выделения офлоксацина в дихлорметан подтверждено, что диспергатор с «переключаемой» полярностью при ионизации оказывает высаливающий эффект и обеспечивает более высокий коэффициент распределения по сравнению с классическими диспергаторами.

*Irina Timofeeva, Semen Timofeev, Leonid Moskvina, Andrey Bulatov. A dispersive liquid-liquid microextraction using a switchable polarity dispersive solvent. Automated HPLC-FLD determination of ofloxacin in chicken meat. Analytica Chimica Acta. 2017.P. 35-42. DOI information: 10.1016/j.aca.2016.11.018*

Авторы: Булатов А.В., [bulatov\\_andrey@mail.ru](mailto:bulatov_andrey@mail.ru)  
Организация: Санкт-Петербургский государственный университет, Институт химии, кафедра аналитической химии  
Город: Санкт-Петербург  
Методы: Экстракция  
Объекты:

Предложен подход к сочетанию концентрирования фторхинолонов методом магнитной твердофазной экстракции (МТФЭ) на наночастицах магнетита, модифицированных катионами моно- (ЦТАБ) или бисчетвертичных ПАВ, или полиэтиленimina (ПЭИ), и флуориметрического определения указанных лекарственных препаратов. На примере трех представителей фторхинолонов выявлены закономерности их сорбции и концентрирования на наночастицах магнетита, покрытых катионными модификаторами. Установлено, что сорбция характеризуется моделью Ленгмюра. Найдено, что наибольшую десорбцию фторхинолонов (94%) обеспечивает применение смеси ацетон - уксусная кислота при соотношении 9 : 1. Показано значительное упрощение и ускорение до 10-15 секунд процедуры отделения сорбента с анализом от жидкой матрицы анализируемого раствора за счет использования постоянного магнита и явления суперпарамагнетизма магнетита. При варьировании pH, массы магнетита, способа и времени перемешивания, концентрации антибиотиков, температуры найдены оптимальные условия и количественные параметры концентрирования (коэффициенты распределения и коэффициенты концентрирования) энрофлоксацина, левофлоксацина и пефлоксацина. Показано, что при извлечении антибиотиков из раствора объемом 50 мл магнетитом массой 18 мг коэффициент концентрирования изменяется в интервале  $(2.4-2.8) \cdot 10^3$ , а при увеличении объема до 150-250 мл достигает величин  $(5.5-5.7) \cdot 10^3$ . Увеличение температуры раствора при сорбции до 333 К позволяет уменьшить массу сорбента, необходимую для концентрирования антибиотиков в 2 раза.

Изучены факторы, определяющие мицеллярную экстракцию двух пищевых азокрасителей Е-110 и Е-122 в мицеллах неионного ПАВ Тритона Х-100. Показано, что эффективность экстракции улучшается при блокировании заряда сульфогрупп красителей катионным ПАВ хлоридом цетилпиридиния, найдены оптимальные условия мицеллярной экстракции в смешанных мицеллах неионных и катионных ПАВ по механизму разделения фаз при «температуре помутнения». Разработан простой метод фотометрического определения пищевых красителей с применением для их отделения и концентрирования метода мицеллярной экстракции смешанными мицеллами неионных и катионных ПАВ. Метод обеспечивает степени извлечения более 95%, хорошую правильность (93-98%) и воспроизводимость ( $S_r$  менее 2%) определения азокрасителей на уровне от десятых долей до нескольких мкг/мл. Проведено определение содержания указанных пищевых красителей в четырех напитках.

Авторы:	Штыков С.Н., <a href="mailto:shtykovsn@mail.ru">shtykovsn@mail.ru</a>
Организация:	Саратовский государственный университет, кафедра аналитической химии и химической экологии
Город:	Саратов
Методы:	Экстракция
Объекты:	Фармацевтические, наркотические и допинговые препараты; Пищевые продукты и корма

Продолжены исследования в области экологически безопасных способов экстракции и экстракционно-инструментальных методов. В частности зарегистрирован патент РФ «Безопасный экстракционно-флуориметрический способ определения селена в водах растворах» №2597769. Оpubл. от 24.08.2016 (Темерев С.В., Яценко Е.С.).

Продолжены исследование разнообразия легкоплавких расплавов, обладающих выраженной депрессией температур плавления ионных образующихся ассоциатов, в том числе ионных жидкостей с температурами плавления ниже температуры кипения воды. На практике реализовано совместное определение мышьяка и селена в фильтрах снеговой и речной воды после извлечения из водной фазы легкоплавким экстрагентом – дисульфосалицилатом гексилдиантипириметания (температура плавления  $56 \pm 1$  градус). Результаты вольтамперометрического метода подтверждены независимым методом атомной абсорбции. Перспективен легкоплавкий расплав ацетилсалицилат антипириния с плотностью 1,2 г/см<sup>3</sup> и температурой плавления 84-85 градусов. Расплав позволяет эффективно извлекать не только ртуть(II) из кислых хлоридных растворов, но и группу ионов (титана, молибдена, олова, железа). При этом однократная экстракция позволяет количественно концентрировать из раствора ряд ионных форм элементов в соответствии с известной концепцией Пирсона. Нижняя фаза концентрата может анализироваться рентгенофлуоресцентным методом. Подобные системы можно считать бинарными, так как и катион, и анион органические по составу. Эффективность бинарной экстракции зависит также от реакций катионного (анионного) обмена. Изменяя анионный фон анализируемого раствора дополнительно можно управлять

экстракционным процессом концентрирования (разделения). ИЖ с катионами пиразололия оказались более эффективными, чем коммерческие ИЖ с катионами имидазолия.

Продолжены исследования по аналитическому применению систем с тиопирином. Перспективными расслаивающимися системами без органического растворителя по аналитическим возможностям показали системы с лаурилсульфатом натрия и диантипирилметаном. Разработана экстракционно-фотометрическая методика определения железа(III). Разработана экстракционно-фотометрическая методика определения висмута (III) с антипирином.

Авторы: Темерев С.В., [temerev@mail.ru](mailto:temerev@mail.ru)  
Организация: Алтайский государственный университет, кафедра техносферной безопасности и аналитической химии  
Город: Барнаул  
Методы: Экстракция; Вольтамперометрия и полярография; Рентгеновские методы; Спектрофотометрия  
Объекты: Неорганические соединения (в том числе особо чистые вещества и полупроводниковые материалы)

Оценена эффективность экстрагирования биологически активных веществ (БАВ) из зверобоя продырявленного (*Hypericum perforatum* L.). Исследовано экстрагирование водой и водно-спиртовыми растворами в статических условиях и при перемешивании; изучено воздействие ультразвуковой обработки и экстрагирование водой и водно-спиртовыми смесями в динамических условиях при повышенной температуре и давлении; экстрагирование сверхкритическим диоксидом углерода. Установлено, что при извлечении БАВ из растительных объектов первостепенное значение имеет химическое «средство» экстрагента и извлекаемого компонента; вторым по значимости фактором можно назвать проведение экстрагирования при повышенном давлении в динамических условиях.

Авторы: Темердашев З.А., [temza@kubsu.ru](mailto:temza@kubsu.ru)  
Организация: Кубанский государственный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Краснодар  
Методы: Экстракция  
Объекты: Лекарственные препараты

Изучены проблемы и особенности получения кинетических характеристик экстракции биологически активных веществ (БАВ) из растительной матрицы различной природы. Изучены особенности установления кинетических характеристик экстракции БАВ в различных условиях их извлечения на примере зверобоя продырявленного и шалфея лекарственного. Наиболее низким значением средней константы скорости экстракции БАВ из изученных материалов характеризуется вариант статической их экстракции водно-спиртовым экстрагентом при нагревании, а способы статической экстракции при нагревании (аналогично требованиям фармакопейных статей), под воздействием ультразвука, а также с использованием двукратной экстракции под воздействием ультразвука по своей кинетической эффективности мало отличаются друг от друга. Наибольшими значениями констант скорости характеризуется способ динамического экстрагирования БАВ при повышенной температуре и давлении, что приводит к ускорению диффузии БАВ в среду экстрагента. Отмечено, что для некоторых БАВ (например, гиперфорина, карнозоловой кислоты и др.) наблюдается одновременность процессов извлечения в фазу экстрагента и химических превращений, что подтверждается снижением их концентраций в экстрагенте во времени при извлечении из растительных образцов.

Авторы: Темердашев З.А., [temza@kubsu.ru](mailto:temza@kubsu.ru)  
Организация: Кубанский государственный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Краснодар  
Методы: Экстракция  
Объекты: Лекарственные препараты

## Другие методы разделения и концентрирования

Выявлены возможности различных вариантов *on-line* концентрирования катехоламинов и белков на модифицированных капиллярах. На капилляре, модифицированном комплексом  $\text{Cu}^{2+}$ -PEI-Mal-C с применением стэкинга с большим объемом вводимой пробы ПО белков снижены в ~ 30 раз. Обнаруженные закономерности на модельных системах подтверждены при электрофоретическом определении альбумина в образцах крови и лизоцима в слюне, концентрация которых – важный диагностический критерий при определении целого ряда патологий. Стэкинг с большим объемом вводимой пробы на модифицированном капилляре обеспечил обнаружение лизоцима, содержание которого в слюне ниже ПО, достигаемых традиционным КЗЭ. (Фактор концентрирования ~ 89,5).

Пробу плазмы крови последовательно фильтровали через бумажный и стекловолоконный фильтр с размером пор 1-2 мкм, а затем мембранный (инертный к белкам) микрофильтр (размер пор 0,22 мкм), разбавляли в 100 и 10000 раз водой. Пробоподготовка слюны включала ее отбор в эппендорф, центрифугирование (3000 об/мин, 10 мин.), разбавление в 5 и 500 раз водой. Результаты: альбумина – 204 мг/мл; лизоцима - 247,6 мкг/мл.

Авторы:	Карцова Л.А., <a href="mailto:kartsova@gmail.com">kartsova@gmail.com</a>
Организация:	Санкт-Петербургский государственный университет, Институт химии, кафедра органической химии, лаборатория хроматографии
Город:	Санкт-Петербург
Методы:	Другие методы разделения и концентрирования; Капиллярный электрофорез и близкие методы; Общие вопросы пробоподготовки
Объекты:	Биологические и медицинские объекты

Разработана схема идентификации форм связывания ртути растениями, включающая их ступенчатую экстракцию, последующее исследование водной фракции методом ВЭЖХ-ИСП-АЭС с применением гибридной системы, сочетающей хроматографическое разделение с фотометрическим и ИСП-АЭС детектированием. Оптимизированы условия разделения форм ртути (состав подвижной фазы, скорость и режим элюирования), и их детектирования методами ВЭЖХ-УФ и ВЭЖХ-ИСП-АЭС. Проведены исследования по идентификации форм связывания ртути в растениях в процессе биоаккумуляции в лабораторных и полевых условиях (совместно с ИГМ СО РАН) в зоне техногенеза. Установлено, что в водном экстракте корней гиацинта подвижные формы ртути представлены в виде иона  $\text{Hg}^{2+}$  и пептидного соединения с высоким содержанием цистеина (соотношение  $\text{Cys}/\text{Hg}^{2+} = 30$ ).

Авторы:	Сапрыкин Анатолий Ильич, <a href="mailto:saprykin@niic.nsc.ru">saprykin@niic.nsc.ru</a>
Организация:	Институт неорганической химии СО РАН, аналитическая лаборатория
Город:	Новосибирск
Методы:	Другие методы разделения и концентрирования; Высокоэффективная жидкостная (в том числе ионная) хроматография; Хромато-масс-спектрометрия
Объекты:	

Представлены результаты численного моделирования процесса высокоградиентной магнитной фильтрации ультрадисперсных продуктов коррозии из водных теплоносителей. Полученные результаты позволили установить оптимальные технические характеристики высокоградиентных магнитных фильтров. На основании полученных данных разработаны опытные образцы ВГМФ с различными магнитными системами для очистки технологических водных сред атомных энергетических установок от активированных продуктов коррозии.

*Gusev B.A., Semenov V.G., Panchuk V.V. Numerical simulation of high-gradient magnetic filtration // Technical Physics, Volume 61, Issue 9, 2016, Pages 1292-1298*

Авторы:	Панчук В.В., Семенов В.Г., <a href="mailto:vitpan@mail.ru">vitpan@mail.ru</a>
Организация:	лаборатория хроматографии, Институт химии Санкт-Петербургского государственного университета
Город:	Санкт-Петербург

Методы: Другие методы разделения и концентрирования;  
Объекты: Природные, технологические и питьевые воды

Выявлены условия, обеспечивающие селективность и интенсивность массопереноса ионов электролита через профилированные катионо- и анионообменную мембраны при Доннановском обменном диализе раствора смеси минеральной соли с фенилаланином. Установлен характер влияния и оптимальный диапазон концентрации кислоты (щелочи) в принимающем растворе, позволяющий наиболее эффективно проводить деминерализацию раствора. Полученные экспериментальные результаты показывают возможность использования Доннановского обменного диализа с профилированной ионообменной мембраной для селективного извлечения ионов электролита из водно-солевых растворов фенилаланина.

Авторы: Васильева В.И., д.х.н.; Селеменов В.Ф., зав. кафедрой АХ, д.х.н., проф.,  
[common@chem.vsu.ru](mailto:common@chem.vsu.ru)  
Организация: Воронежский государственный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Воронеж  
Методы: Другие методы разделения и концентрирования  
Объекты: Органические вещества: природные, синтетические, элементоорганические соединения, полимеры

## ОБЩИЕ ВОПРОСЫ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ

### Автоматизация анализа (Общие решения)

Разработан автоматизированный комбинированный метод на принципах сочетания равновесного проточного анализа и ВЭЖХ с флуориметрическим детектированием, включающий извлечение аналитов из твердофазных проб в УЗ-поле и последующее микроэкстракционное концентрирование с диспергированием экстрагента в водной фазе растворителем с «переключаемой» полярностью. На принципах комбинированного метода разработана полностью автоматизированная методика определения офлоксацина в пробах куриного мяса.

*Irina Timofeeva, Semen Timofeev, Leonid Moskvina, Andrey Bulatov. A dispersive liquid-liquid microextraction using a switchable polarity dispersive solvent. Automated HPLC-FLD determination of ofloxacin in chicken meat. Analytica Chimica Acta. 2017.P. 35-42. DOI information: 10.1016/j.aca.2016.11.018*

Авторы: Булатов А.В., [bulatov\\_andrey@mail.ru](mailto:bulatov_andrey@mail.ru)  
Организация: Санкт-Петербургский государственный университет, Институт химии, кафедра аналитической химии  
Город: Санкт-Петербург  
Методы: Автоматизация анализа (Общие решения); Анализ в потоке; ВЭЖХ (в том числе ионная).  
Объекты: Пищевые продукты и корма

Предложена общая инструментальная схема пробоподготовки для автоматизированного определения летучих аналитов в твердофазных пищевых продуктах, включающая газодиффузионное извлечение аналита из пробы через гидрофобную мембрану. На принципах инструментального метода пробоподготовки разработана полностью автоматизированная методика определения фенола в пищевых (копченых) продуктах.

Авторы: Булатов А.В., [bulatov\\_andrey@mail.ru](mailto:bulatov_andrey@mail.ru)  
Организация: Санкт-Петербургский государственный университет, Институт химии, кафедра аналитической химии  
Город: Санкт-Петербург  
Методы: Автоматизация анализа (Общие решения)  
Объекты: Пищевые продукты и корма

Показана и обоснована принципиальная возможность комбинирования ВЭЖХ-МС/ВЭЖХ-УФ с проточным методом, включающим извлечение аналитов методом гомогенной экстракции из водных растворов. Впервые автоматизирована процедура гомогенной экстракции с высахариванием в условиях проточного анализа. Возможности разработанных комбинированных методов подтверждены в методиках определения пестицидов в соках, включающие простую и экспрессную пробоподготовку с минимальным расходом пробы и реagens. Разработанная общая инструментальная схема пробоподготовки, включающая гомогенную экстракцию с высахариванием, может рассматриваться как универсальное решение для выделения аналитов в органическую фазу с целью устранения мешающего влияния сложной матрицы пробы

Авторы:	Булатов А.В., <a href="mailto:bulatov_andrey@mail.ru">bulatov_andrey@mail.ru</a>
Организация:	Санкт-Петербургский государственный университет, Институт химии, кафедра аналитической химии
Город:	Санкт-Петербург
Методы:	Автоматизация анализа (Общие решения)
Объекты:	Пищевые продукты и корма

Предложен и обоснован новый метод разделения и концентрирования – обращенно-фазовая хроматомембранная микроэкстракция. В этом методе массообмен между водной и неполярной фазами реализуется в композитном пористом массообменном блоке, в котором водная фаза удерживается на стекловолноке и выступает в качестве неподвижной фазы. Для разделения эмульсий при элюировании водной фазой применяются гидрофильные мембраны. Новый хроматомембранный метод реализован в автоматизированной методике определения анионов в биотопливе, включающей on-line хроматомембранное извлечение аналитов в водную фазу с последующим их определением в элюате методом ионной хроматографии.

Авторы:	Булатов А.В., <a href="mailto:bulatov_andrey@mail.ru">bulatov_andrey@mail.ru</a>
Организация:	Санкт-Петербургский государственный университет, Институт химии, кафедра аналитической химии
Город:	Санкт-Петербург
Методы:	Автоматизация анализа (Общие решения); Экстракция
Объекты:	Другие объекты анализа

Предложена принципиально новая методология контроля атмосферного воздуха, отличительной особенностью которой является то, что она основана на взаимосвязи качества промышленных выбросов и воздушной среды. Автоматизированный мониторинг атмосферного воздуха и промышленных выбросов предприятий включает в себя определение маркерных соединений, присущих конкретному производству, которые могут служить индикаторами для оперативного поиска источника загрязнения. Круглосуточный контроль загрязняющих примесей одновременно на источниках выбросов предприятий и в атмосферном воздухе практически исключает ошибки при поиске источника загрязнения и получении достоверной информации о качестве природной среды. Организация мониторинга промышленных выбросов на источниках загрязнения включает инвентаризацию источников; выбор источников для контроля; выбор маркерных соединений; выбор приборов для контроля; разработку программы сбора и передачи результатов контроля в пункт обработки полученной информации. Организация мониторинга атмосферного воздуха в селитебной зоне заключается в оценке качества воздуха; выборе компонентов для контроля с учетом маркерных соединений, выявленных в выбросах предприятий; создании автоматизированной станции контроля с непрерывным мониторингом атмосферного воздуха по выбранным токсикантам. Определяется место расположения станции, выбираются необходимые приборы контроля, разрабатывается программа сбора и обработки полученных данных.

Авторы:	Сафарова Валентина Исаевна, <a href="mailto:ugak2004@mail.ru">ugak2004@mail.ru</a>
Организация:	Управление государственного аналитического контроля Республики Башкортостан
Город:	Уфа
Методы:	Автоматизация анализа (Общие решения)
Объекты:	Объекты окружающей среды: воздух

## Другие общие вопросы

Изучено влияние природы и концентрации ПАВ на положение максимумов спектров поглощения фенилазонафтолов и таутомерное равновесие; показано, что в мицеллах неионных ПАВ таутомерное равновесие практически идентично таковому в протонных органических растворителях. Установлено, что солюбилизация сульфосодержащих фенилазонафтолов в мицеллах анионных ПАВ и в концентрированных микроэмульсиях на их основе наблюдается в области ККМ<sub>2</sub> и сопровождается небольшим батохромным сдвигом в спектре. Взаимодействие с катионными ПАВ протекает по двум механизмам: образованию гидрофобно-гидратированных ионных ассоциатов (батохромный сдвиг) и одновременному сдвигу таутомерного равновесия в область азоформы (гипсохромный сдвиг), а по мере роста концентрации КПАВ увеличивается доля солюбилизированного ионного ассоциата и азоформы. Определены константы таутомерии и полярность микроокружения в месте локализации фенилазонафтолов в мицеллах различных типов ПАВ.

Изучено влияние образования комплексов включения с  $\alpha$ - и  $\beta$ -циклодекстринами и их 2-гидроксипропил-производными на спектры поглощения и таутомерию новых синтезированных фенилазонафтолов. Установлено, что наиболее значительные изменения наблюдаются для более гидрофобных фенилазонафтолов, не содержащих сульфогруппы в бензольном кольце. Методом ТСХ определены константы распределения фенилазонафтолов в мицеллы ПАВ и циклодекстрины и в системах подвижная фаза – сорбент на полиамиде, сорбфиле и обращенной фазе RP-18, рассчитаны величины свободных энергий указанных процессов

Авторы:	Штыков С.Н., <a href="mailto:shtykovsn@mail.ru">shtykovsn@mail.ru</a>
Организация:	Саратовский государственный университет, кафедра аналитической химии и химической экологии и кафедра общей и неорганической химии
Город:	Саратов
Методы:	Другие общие вопросы
Объекты:	

## История и методология аналитической химии. Терминология

Рассмотрены методологические и терминологические аспекты определения суммарного содержания однотипных аналитов с помощью интегральных показателей состава. Показано, что эти показатели, широко применяемые в анализе объектов окружающей среды, пищевых продуктов, нефтепродуктов и биообъектов, следует рассматривать как особую группу обобщенных показателей. Предложена классификация интегральных показателей (классифицирующий признак – природа стандартного вещества). Даны общие рекомендации по формированию групп однотипных веществ и подбору стандартов.

*Монография «Определение суммарного содержания однотипных веществ (теория интегральных показателей)». 2016. Омск: ОмГУ, гл. 1 и 2.*

Авторы:	Вершинин В.И. ; <a href="mailto:vyvershinin@yandex.ru">vyvershinin@yandex.ru</a>
Организация:	Омский государственный университет, кафедра аналитической химии
Город:	Омск
Методы:	История и методология аналитической химии. Терминология
Объекты:	

## Метрология. Стандартные образцы состава

Рассмотрена метрологическая задача оценивания качества результатов анализов. Показано, что термин «надёжность» не может иметь количественного значения и являться характеристикой качества анализов. Рекомендованный в ГОСТах термин «правильность» на практике используется редко из-за трудностей выбора «истинного» или «опорного» значения

измеряемой величины. Обработка большого массива опубликованных данных по рентгеноспектральному микроанализу различных бинарных систем элементов, перевод их составов в атомные концентрации, позволили выделить группу образцов, имеющих стехиометрические составы. Проведен расчет правильности при анализе таких образцов и методики РСМА. Правильность может быть оценена как в абсолютных, так и в относительных процентах.

Авторы:	Ильин Николай Петрович
Организация:	Научно-производственное предприятие «Квант». аналитический отдел
Город:	Москва
Методы:	Метрология. Стандартные образцы состава. Рентгеновские методы
Объекты:	

Установлено, что широко применяемые в анализе пищевых продуктов и биообъектов методики определения обобщенной антиоксидантной активности (АОА), основанные на взаимодействии ионов  $Fe^{3+}$  с антиоксидантами фенольного типа (метод FRAP), дают сильно заниженные результаты в присутствии комплексантов (фосфаты, тартраты, фториды, цитраты и др.). Систематическую погрешность можно прогнозировать, рассчитывая закомплексованность железа(III) комплексантами. Градуировками, построенными по растворам индивидуальных антиоксидантов, можно пользоваться только в тех случаях, когда содержание комплексантов в объекте анализа ниже  $10^{-5}M$ . Для повышения точности анализа рекомендуется вычислять АОА по способу добавок.

*Аналитика и контроль 2016. Т.20. № 3. С. 209 – 217.*

Авторы:	Вершинин В.И. ; <a href="mailto:vyvershinin@yandex.ru">vyvershinin@yandex.ru</a>
Организация:	Омский государственный университет, кафедра аналитической химии
Город:	Омск
Методы:	Метрология. Стандартные образцы состава
Объекты:	Пищевые продукты и корма. Биологические и медицинские объекты

Исследованы метрологические аспекты определения суммарного содержания однотипных аналитов в пересчете на стандартное вещество. Показано, что определяемые при этом интегральные показатели обладают свойствами множественности и многозначности. Систематизированы и сопоставлены источники неопределенности, возникающей в ходе анализа. Показано, что основной вклад в общую неопределенность результата анализа вносит внутригрупповая селективность аналитических сигналов. Систематизированы способы снижения внутригрупповой селективности сигналов; предложен новый способ, основанный на использовании многомерных градуировок и заранее вычисленных нивелирующих коэффициентов. Эффективность нового способа подтверждена в ходе спектрометрического определения суммарного содержания углеводов.

*Монография «Определение суммарного содержания однотипных веществ (теория интегральных показателей)». 2016. Омск: ОмГУ, главы 2,3,5.*

Авторы:	Вершинин В.И. ; <a href="mailto:vyvershinin@yandex.ru">vyvershinin@yandex.ru</a>
Организация:	Омский государственный университет, кафедра аналитической химии
Город:	Омск
Методы:	Метрология. Стандартные образцы состава. Хемометрика, математизация анализа
Объекты:	Пищевые продукты и корма. Биологические и медицинские объекты

На примере компонентного анализа вин рассмотрены некоторые подходы по оценке их качества и подлинности. Приводятся результаты испытаний вин на соответствие показателям ГОСТ и количественной оценки ряда показателей, рекомендуемых директивами Международной организации виноградарства и виноделия (содержание золы и ее щелочность, показатель Фолин-Чокальтеу, содержание К), а также дополнительных идентификационных параметров: отношения интенсивностей поглощения вин при 420 и 520 нм, элементного состава, соотношения массовых концентраций калия и натрия, золы и калия. Показано, что для установления подлинности и территориальной принадлежности вин требуется анализ и обобщение результатов различных методов исследования продукта по нескольким независимым параметрам.

Авторы: Темердашев З.А., [temza@kubsu.ru](mailto:temza@kubsu.ru)  
Организация: Кубанский государственный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Краснодар  
Методы: Метрология. Стандартные образцы состава  
Объекты: Пищевые продукты и корма

### Общие вопросы пробоподготовки

**Двухтемпературное сорбционное разделение и концентрирование компонентов в растворах, содержащих примеси тиоцианатов.** Цианиды и тиоцианаты хорошо концентрируются на сильноосновных анионитах. Однако трудно осуществить их обратное количественное извлечение малыми объемами десорбирующих растворов. На примере модельных и реальных растворов сточных вод, содержащих тиоцианаты, показана возможность отделения и концентрирования целевого компонента двухтемпературным безреагентным методом за счет терморегулируемых селективных свойств тетраалкиламмониевых анионитов. Разработана схема пробоподготовки, позволяющая извлекать тиоцианат, например, в следовых количествах, на сорбенте и обратно его десорбировать количественно с помощью хлоридов щелочных металлов и аммония с получением конечного раствора с концентрацией целевого компонента почти на 2 порядка превышающей его концентрацию в исходной сточной воде. Полученные результаты могут быть использованы как в пробоподготовке для последующего определения, так и для создания технологических процессов очистки воды.

Авторы: Хамизов Р.Х., Крачак А.Н., [khamiz@mail.ru](mailto:khamiz@mail.ru)  
Организация: Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, лаборатория сорбционных методов  
Город: Москва  
Методы: Общие вопросы пробоподготовки  
Объекты: Природные, технологические и питьевые воды

Разработан улучшенный метод пробоподготовки для определения кремния в растительном сырье. Метод включает озоление с последующим разложением в хлорной кислоте и растворении высвобождающейся кремнекислоты в смешанном растворе гидроксида калия и Трилона-Б. Метод воспроизводимый и быстрый (40 мин). Определение кремния выполнялось с методом капиллярного электрофореза, ранее для этих целей не использовавшегося. Диапазон определяемых концентраций 0.05-2 мг/л, ПО 0.02 мг/л. Анализ различных растительных образцов показал, что предложенный метод применим для определения кремния с удовлетворительной точностью в растительных материалах вплоть до следовых количеств (0.1 мг/г). Общее время анализа 50-52 мин.

Авторы: Никоноров В.В., [nikonorov65@yandex.ru](mailto:nikonorov65@yandex.ru); Никитина Т.Г., [tgn200@yandex.ru](mailto:tgn200@yandex.ru)  
Организация: Санкт-Петербургский государственный университет, Институт химии, кафедра аналитической химии  
Город: Санкт-Петербург  
Методы: Общие вопросы пробоподготовки. Капиллярный электрофорез и близкие методы  
Объекты: Неорганические соединения (в том числе особо чистые вещества и полупроводниковые материалы)

### Пробоотбор

Приведены экспериментальные результаты по изучению влияния технологии отбора образцов слюны, условий их хранения и пробоподготовки на определяемые концентрации микроэлементов методом атомно-эмиссионного цифрового спектрографического анализа жидких проб с возбуждением спектра их сухого остатка с торца угольного электрода в дуге переменного

тока. Сформулированы рекомендации по оптимизации этапов пробоотбора, хранения и пробоподготовки образцов слюны.

*Savinov S.S., Anisimov A.A., Drobyshev A.I. Problems and optimization of sampling, storage, and sample preparation in the determination of the trace element composition of human saliva // Journal of Analytical Chemistry. 2016, v. 71, is. 10, p. 1016-1021 (Савинов С.С., Анисимов А.А., Дробышев А.И. Проблемы и оптимизация отбора образцов, их хранения и пробоподготовки при определении микроэлементного состава слюны человека.*

Авторы:	Савинов С.С., <a href="mailto:s.s.savinov@spbu.ru">s.s.savinov@spbu.ru</a> <a href="mailto:s.sergei.s@mail.ru">s.sergei.s@mail.ru</a>
Организация:	Санкт-Петербургский государственный университет, Институт химии, кафедра аналитической химии
Город:	Санкт-Петербург
Методы:	Общие вопросы пробоподготовки. Капиллярный электрофорез и близкие методы
Объекты:	Биологические и медицинские объекты

### Хеометрика, математизация химического анализа

Судя по отчетным материалам, полученным ученым секретарем НСАХ, исследования в области математизации химического анализа и применения хеометрики ведут 5 групп исследователей из разных городов России (табл.1). В действительности исследованиями в этой области занимается гораздо большее число групп, однако свои отчеты в НСАХ они в 2016 году не прислали.

Таблица 1. **Направления исследований в области применения хеометрики и других математических методов в химическом анализе (по присланным отчетам)**

Лидеры групп	Организация	Город	Область исследований в 2016 г
Муштакова С.П Монахова Ю.Б.	Саратовский ГУ	Саратов	Разработка алгоритма переноса многомерных калибровок при использовании однотипных спектрометров. Разработка дискриминационных алгоритмов при совместном использовании спектров разного типа. Разработка программного обеспечения для обработки спектральных данных и качественного анализа смесей, в частности при изучении состава пищевых продуктов.
Кучменко Т.А., Шуба А.А.	ВГУИТ	Воронеж	Разработка математических моделей для определения токсикантов в водах с применением различных инструментальных методов и оценки мешающего влияния посторонних веществ.
Евгеньев М.И.	Казанский ГТУ	Казань	Анализ многомерных данных для оценки качества коньяков
Темердашев З.А. Халафян А.А. Цюпко Т.Г.	Кубанский ГУ	Краснодар	Статистическое моделирование комплексных показателей качества вин при известных содержаниях летучих веществ, позволяющее проводить вкусовую и органолептическую оценку качества и предсказывать дегустационные оценки виноградных вин. Выявление статистической взаимосвязи между элементарным составом различных сортов винограда и типом почв, позволяющей классифицировать образцы по региональной принадлежности с высокой вероятностью. Оценки региональной и сортовой

			принадлежности красных и белых вин по данным многоэлементного анализа. Предложен способ оценки согласованности экспертных дегустационных оценок на основе интегрального числового критерия надежности экспертизы вин в балльной шкале.
Вершинин В.И. Власова И.В.	Омский ГУ	Омск	Применение многомерных градуировок и интегральных оценок для повышения точности определения суммарного содержания однотипных веществ. Оптимизация методик определения интегральных показателей состава применительно к гидрохимическому анализу.

В 2016 году интересные статьи по применению хемометрических алгоритмов для развития мультисенсорных систем «Электронный язык» опубликовали специалисты из Башкирского ГУ (А.В.Сидельников, В.Н.Майстренко), Саратовского ГУ (Н.М.Макарова) и Санкт-Петербургского ГУ (Д.О.Кирсанов, Л.Б.Львова). Продолжала свои исследования в области хемометрики группа А.Л.Померанцева и О.Е.Родионовой (Москва, ИХФ РАН). Сотрудниками Кубанского ГУ (Темердашев З.А. и др.) опубликована серия работ по использованию статистического моделирования для установления качества вин.

В 2016 году (включая конец 2015 и начало 2017 гг.) защитили докторские диссертации Н.М.Макарова, А.В.Сидельников, Ю.Б.Монахова, Ю.Ф. Якуба, представлена к защите докторская диссертация Л.Б.Львова. Важным аспектом этих исследований является применение хемометрических алгоритмов для решения химико-аналитических задач и интерпретации полученных результатов.

Далее приведены отредактированные и несколько сокращенные отчеты исследовательских групп, перечисленных в табл.1.

Разработан алгоритм переноса многомерной калибровки (проекция на латентные структуры, ПЛС), предназначенный для ЯМР спектрометров высокого разрешения и позволяющий проводить исследования с участием нескольких лабораторий, имеющих спектрометры разной комплектации. Изучена чувствительность метода к типу спектрометров, числу образцов и характеристикам набора переноса. Даже в тех случаях, когда спектры зарегистрированы на вторичных ЯМР-спектрометрах с одинаковой напряженностью магнитного поля, необходима надежная стандартизация данных. С этой целью применяли алгоритмы прямой стандартизации (DS) и кусочно-прямой стандартизации (PDS). В качестве объекта переноса использовали модель для прогнозирования концентрации лецитина. Методом DS получены приемлемые результаты, но в ряде случаев этот подход вел к появлению дополнительного шума. Метод PDS показал лучшую производительность при выявлении растительного происхождения лецитина. Среднеквадратичная ошибка снижена с 5,0-7,3% без стандартизации данных до 2,9-3,2% с использованием PDS.

См. *Y.Monakhova, B.W. Magn. Res. Chem. 2016 V. 54 (9): 712–717.*

Авторы: Муштакова С.П., Монахова Ю.Б. [MushtakovaSP@info.sgu.ru](mailto:MushtakovaSP@info.sgu.ru)  
 Организация: Саратовский государственный университет, кафедра общей и неорганической химии  
 Город: Саратов  
 Методы: Хемометрика, математизация химического анализа  
 Объекты: Пищевые продукты и корма

В ходе изучения способов совместной хемометрической обработки данных, полученных разными инструментальными методами, предложен метод дискриминации данных, сочетающий высокую дискриминантную способность алгоритма PLS-DA (линейный дискриминантный анализ) и способность алгоритма CCSWA (общие компоненты и анализ удельных весов) извлекать максимум полезной информации из различных блоков данных. Обсуждена процедура определения числа компонент и латентных переменных в обобщенной модели. Новый гибридный метод PLS-DA-CCSWA проверен в анализе данных, характеризующих 112 образцов томатов (спектры <sup>1</sup>H ЯМР, ИК спектры, а также данные изотопного анализа). Применение нового метода позволило повысить эффективность отнесения томатов к тому или иному типу выращивания (органический или традиционный) по сравнению с алгоритмами PLS-DA и CCSWA по отдельности. Предпочтительность нового метода дискриминации мультиблочных измерений подтверждена значениями лямбда Уилкса и средними значениями стандартных отклонений.

Авторы: Муштакова С.П., Монахова Ю.Б. [MushtakovaSP@info.sgu.ru](mailto:MushtakovaSP@info.sgu.ru)  
Организация: Саратовский государственный университет, кафедра общей и неорганической химии  
Город: Саратов  
Методы: Хемометрика, математизация химического анализа  
Объекты:

Разработаны три типа компьютерных программ для хемометрической обработки спектрометрических данных (электронные спектры поглощения, ЯМР-спектры). Они позволяют идентифицировать некоторые компоненты в многокомпонентных смесях, определять соединения с перекрывающимися спектрами и дифференцировать образцы по их спектральным откликам. Программы разработаны в рабочей среде MATLAB; они включают импорт данных, предварительную математическую обработку, расчеты с применением хемометрических алгоритмов и генерирование файла отчета. Используются алгоритмы независимых компонент (independent component analysis, ICA) и проекции на латентные структуры - дискриминантный анализ (ПЛС-ДА). Программы апробированы в спектрометрическом анализе кофе, фруктовых соков и алкогольных напитков. В частности, смоделированы электронные спектры поглощения для опознания трех красителей (E110, E102 и E122) в образцах алкогольной продукции, ЯМР-спектры для одновременного определения пяти компонентов (уксусная кислота,  $\gamma$ -аминомасляная кислота, аргинин, ацетальдегид и пролин) в апельсиновом соке без использования образцов стандартного состава, а также ЯМР-спектры образцов кофе для определения его сортовой принадлежности (Арабика/Робуста). Продолжительность обработки данных не превышает 1 мин. Возможно применение разработанных программ для других матриц и/или других спектрометров. См. Монахова Ю.Б., Муштакова С.П. *Журн. аналит. химии.* 2016. Т.71, №8. С.791-799.

Авторы: Муштакова С.П., Монахова Ю.Б. [MushtakovaSP@info.sgu.ru](mailto:MushtakovaSP@info.sgu.ru)  
Организация: Саратовский государственный университет, кафедра общей и неорганической химии  
Город: Саратов  
Методы: Хемометрика, математизация химического анализа  
Объекты: Пищевые продукты и корма

Получены МЛР-модели для прогнозирования стандартных показателей качества воды в зависимости от содержания и природы загрязняющих веществ (фенолы, масляная кислота, аммиак, керосин, ПАВ, ионы меди, железа). Сигналы аналитов получали разными аналитическими методами (спектрофотометрия, кондуктометрия, потенциометрия, цветометрия, гравиметрия, пьезокварцевое микровзвешивание) в ходе анализа водных растворов (модельных смесей). Модели учитывают одновременное присутствие разных загрязняющих веществ. Выявлены компоненты, значимо влияющие на сигналы аналитов.

Авторы: Шуба А.А. [an-mishina@yandex.ru](mailto:an-mishina@yandex.ru); Кучменко Т.А. [tak1907@mail.ru](mailto:tak1907@mail.ru);  
Организация: Воронежский государственный университет инженерных технологий, кафедра физической и аналитической химии  
Город: Воронеж  
Методы: Хемометрика, математизация химического анализа  
Объекты: Природные, технологические и питьевые воды

Проведена хемометрическая оценка качества вин и коньяков на основании использования данных по их химическому составу.

Результаты опубликованы в статьях:

- Умарова Н.Н., Вильданова А.И., Давлетшина Ф.И., Евгеньев М.И. *Вестник технологического университета.* 2016. Т.19, N.11. с. 165-169;
- Умарова Н.Н., Давлетшина Ф.И., Вильданова А.И., Евгеньев М.И. *Вестник технологического университета.* 2016. Т.19, N.13. С. 145-148

Авторы: Евгеньев М.И., [evgenev@kstu.ru](mailto:evgenev@kstu.ru)  
Организация: Казанский государственный технологический университет, кафедра

аналитической химии, сертификации и менеджмента качества  
Город: Омск  
Методы: Хемометрика, математизация химического анализа  
Объекты: Пищевые продукты и корма

С использованием современных статистических методов выявлены комплексные показатели качества виноградных вин, базирующиеся на совокупности единичных показателей состава и органолептических оценок. Используются разные категории вин. Единичными показателями состава служили содержания летучих веществ – ацетальдегида, этилацетата, метанола, фурфурола, высших спиртов, уксусной кислоты. Построены регрессионные модели, позволяющие по значениям выявленных показателей с высокой достоверностью предсказать дегустационные оценки виноградных вин и оценить качество вина в номинальной шкале. Разработан статистический метод интегральной оценки результатов экспертных (дегустационных) оценок, основанный на представлении объектов экспертизы (вин) в виде точек многомерного пространства в системе координат с осями, соответствующими оценкам экспертов в балльной шкале. Показана возможность применения многомерного анализа данных для оценки согласованности экспертных оценок. Предложена вероятностно-статистическая модель (логистическая регрессия), позволяющая по содержаниям вышеуказанных летучих веществ выявить фальсификаты.

См. статьи: А.А.Халафян, Ю.Ф.Якуба, З.А.Темердашев и др. Журнал аналит. химии. 2016. Т. 71. № 11. С.1196–1202; Аналитика и контроль. 2016. Т.20, № 1. С.47-52. Заводск. лаборатория. Диагностика материалов. 2016. Т. 82, № 10. С. 69-74.

Авторы: Халафян А.А., Темердашев З.А., [temza@kubsu.ru](mailto:temza@kubsu.ru)  
Организация: Кубанский государственный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Краснодар  
Методы: Хемометрика, математизация химического анализа  
Объекты: Пищевые продукты и корма

Установлены корреляции между содержаниями нелетучих веществ и дегустационными оценками качества различных вин. В качестве материалов исследования использованы натуральные красные и белые виноградные вина российского производства, полученные по традиционным технологиям из сортов *Vitis Vinifera*, прямых гибридов, а также купажные и экспериментальные вина (более 300 различных образцов). В качестве основных факторов, оказывающих влияние на вкус и аромат вина, рассматриваются содержания органических кислот, свободных аминокислот (пролин, треонин, аргинин) и катионов аммония, калия, натрия, магния, кальция. Компоненты определяли методом капиллярного электрофореза. Статистическое моделирование взаимосвязи дегустационных оценок и показателей химического состава в заданных границах соответствия качества вели с помощью пакета программ STATISTICA 10.

Авторы: Цюпко Т.Г., [tsytko@inbox.ru](mailto:tsytko@inbox.ru)  
Организация: Кубанский государственный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Краснодар  
Методы: Хемометрика, математизация химического анализа  
Объекты: Пищевые продукты и корма

Установлена взаимосвязь между элементарным составом различных сортов винограда и типом почв из региона возделывания. Дискриминантный анализ полученных данных позволил с вероятностью 97 и 94% классифицировать различные изучаемые участки и сорта винограда соответственно. Для изучения корреляции между данными на многомерном уровне применен канонический анализ, выявлены значимые ( $p < 0,001$ ) корреляции между показателями состава почв и винограда.

См. Титаренко В.О., Каунова А.А., Темердашев З.А., Попандопуло В.Г. Аналитика и контроль. 2016. Т.20. №2. С.138

Авторы: Халафян А.А., Темердашев З.А., [temza@kubsu.ru](mailto:temza@kubsu.ru)  
Организация: Кубанский государственный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Краснодар  
Методы: Хемометрика, математизация химического анализа  
Объекты: Пищевые продукты и корма

С использованием дискриминационной статистической модели проведена оценка региональной и сортовой принадлежности красных сухих, белых сухих и полусухих вин. Построены характеристические элементные профили вин изучаемых географических объектов, которые отличаются друг от друга для разных зон, при этом наблюдается схожий характер распределения элементов в винах разных производителей внутри каждой зоны. Показано, что полученные дискриминационные модели позволяют классифицировать исследуемые образцы красных и белых вин с вероятностью не ниже 98% относительно географической зоны (подзоны) и сорта винограда. Проведена апробация предложенной статистической модели на примере различных образцов вин. Для автоматизации вычислений разработан программный модуль, позволяющий по элементному составу вина определить сортовую принадлежность вина и регион его производства.

Результаты изложены в статьях:

Якуба Ю.Ф., Темердашев З.А., Халафян А.А. / Журнал аналит. химии. 2016. Т.71, № 2. С. 212-222; Заводск. лаборатория. Диагностика материалов. 2016. Т. 82, № 2. С.66-71.

Авторы: Халафян А.А., Темердашев З.А., [temza@kubsu.ru](mailto:temza@kubsu.ru)  
Организация: Кубанский государственный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Краснодар  
Методы: Хемометрика, математизация химического анализа  
Объекты: Пищевые продукты и корма

Разработана методика определения суммарного содержания моноциклических аренов в технических водах по поглощению гексановых экстрактов в УФ-области спектра с обработкой данных методом множественной линейной регрессии (МЛР). В случае отсутствия в водах заметных количеств фенола хорошие результаты получены с применением коэффициентов поглощения индивидуальных аренов (вариант прямой градуировки, МЛР-1). Присутствие фенолов в концентрациях того же порядка, что и суммарные концентрации аренов, достоверно искажает результат, погрешности могут достигать 40% отн. Для устранения влияния фенолов предложено вести расчеты в варианте не прямой градуировки метода МЛР (МЛР-2). В этом случае коэффициенты поглощения аренов вычисляются по спектрам модельных смесей, содержащих, помимо аренов, фенол. Применение нового алгоритма позволяет снизить погрешности определения суммарного содержания аренов в 3-5 раз. По разработанной схеме проанализированы пробы технической воды, результаты хорошо согласуются с данными, полученными независимым методом (см. статью И.В.Власовой и соавторов, Вестник Омского университета, 2016, №3. С.54-58).

Авторы: Власова И.В., [vlaso-iri@yandex.ru](mailto:vlaso-iri@yandex.ru)  
Организация: Омский государственный университет, кафедра аналитической химии,  
Город: Омск  
Методы: Хемометрика, математизация химического анализа  
Объекты: Природные, технологические и питьевые воды

Исследованы математические и метрологические аспекты определения суммарного содержания однотипных аналитов в пересчете на стандартное вещество. Показано, что определяемые при этом интегральные показатели обладают свойствами множественности и многозначности. Систематизированы и сопоставлены источники неопределенности, возникающей в ходе анализа. Показано, что основной вклад в общую неопределенность результата анализа вносит внутригрупповая селективность аналитических сигналов. Систематизированы способы снижения внутригрупповой селективности сигналов; предложен новый способ, основанный на использовании многомерных градуировок и заранее вычисленных нивелирующих коэффициентов. Эффективность нового способа подтверждена в ходе спектрометрического определения суммарного содержания углеводов.

Результаты исследований обобщены в монографии «Определение суммарного содержания однотипных веществ (теория интегральных показателей)». 2016. Омск: ОмГУ, главы 2, 3, 5.

Авторы: Вершинин В.И., [vyvershinin@yandex.ru](mailto:vyvershinin@yandex.ru)  
Организация: Омский государственный университет, кафедра аналитической химии,  
Город: Омск  
Методы: Метрология. Стандартные образцы состава. Хемометрика, математизация химического анализа  
Объекты:

## Другие общие вопросы

Проведено сравнение влияния четырех протонодонорных и четырех протонакцепторных растворителей, а также их водно-органических смесей на спектры поглощения и таутомерное равновесие синтезированных ранее фенилазонафтолов, определены максимумы поглощения таутомерных форм; показано, что введение заместителя в о-положение а-нафтола и его природа оказывают влияние на лабильность таутомерного равновесия и разницу в максимумах азо- и гидразотаутомеров, что может быть обусловлено образованием цикла с водородной связью; рассчитаны константы таутомерии 1-(фенилазо)-4-нафтолов и найдены корреляционные зависимости между ними и величиной диэлектрической проницаемости в различных условно-универсальных водно-органических средах. Оценено влияние универсальных и специфических взаимодействий на таутомерию фенилазонафтолов в различных изоэлектрических средах протонодонорных и протон-акцепторных растворителей. Показано, что в протонодонорных растворителях преобладающее влияние на константу таутомерного равновесия оказывает диэлектрическая проницаемость среды, а в протонакцепторных – специфические взаимодействия, что может быть использовано для регулирования концентрации аналитической формы реагента. Выявлено влияние на таутомерию температуры воды и её изотопного состава, что может быть интерпретировано с позиций влияния на таутомерию структурированности воды. Изучено влияние природы и концентрации ПАВ на положение максимумов спектров поглощения фенилазонафтолов и таутомерное равновесие; показано, что в мицеллах неионных ПАВ таутомерное равновесие практически идентично таковому в протонных органических растворителях. Определены константы таутомерии и полярность микроокружения в месте локализации фенилазонафтолов в мицеллах различных типов неионных ПАВ.

Авторы: Штыков С.Н., [shtykovsn@mail.ru](mailto:shtykovsn@mail.ru)  
Организация: кафедра аналитической химии и химической экологии, Саратовский государственный университет  
Город: Саратов  
Методы: Другие общие вопросы  
Объекты:

## АНАЛИТИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ

Разработан опытный образец прибора «Аква-Сток» для измерения запаха сточных вод. Разработана методика анализа и интерпретации полученных результатов, которые апробированы на реальных водах.

*Работа выполнена в рамках НИОКР по ГК № 4.2186.2014/К по теме "Разработка и конструирование мобильного комплекса для экологического мониторинга состояния водных объектов с возможностью концентрирования органических и неорганических загрязнителей на месте" от 17.07.2014 г.*

Авторы: Кучменко Т.А., [tak1907@mail.ru](mailto:tak1907@mail.ru)  
Организация: Воронежский государственный университет инженерных технологий, кафедра физической и аналитической химии  
Город: Воронеж  
Методы: Аналитические приборы  
Объекты: Природные, технологические и питьевые воды

В 2016г компания «ИНТЕРЛАБ» закончила разработку серии современных отечественных жидкостных хроматографов «**МАЭСТРО-ВЭЖХ**». Особенно следует выделить оригинальные разработки трех детекторов: светодиодного фотометрического, флуориметрического и амперометрического. В светодиодном детекторе впервые были использованы светодиоды как источники света, что позволило увеличить срок службы, надежность и чувствительность детектора. Этот детектор позволяет определять одновременно на любых 7 длинах волн в УФ-, видимой и ближней ИКС, в диапазоне 230-2500нм. Возможно определение и на одной длине волны. Можно определять отношения сигналов на разных длинах волн, т.е. детектор можно превратить в 3D для идентификации неизвестных соединений. Волоконно-оптические технологии

позволили изготовить уникальную аналитическую кювету объемом 11 мкл с увеличенной длиной оптического пути до 40 мм. Благодаря инновационной проточной кювете, используемой в детекторе, хроматографические пики имеют высоту в 4 раза выше, чем пики полученные от обычных 10 мм проточных кювет, при той же концентрации анализируемого вещества.

Принцип работы многоканального флуориметрического детектора на светодиодах основан на измерении светового потока флуоресценции в спектральном диапазоне 400-700 нм от детектируемого вещества, при спектральном возбуждении на фиксированных длинах волн 255 нм, 310 нм, 365 нм, пропускаемого через аналитическую кювету. Детектор может работать в двух режимах «Моноскан» (используется один из трех источников света) и «Мультискан» (одновременно работают все три источника света). В детекторе не требуется замена дорогостоящей ксеноновой лампы.

Принцип работы амперометрического детектора основан на измерении тока при электролизе электроактивных веществ на стеклоуглеродном электроде. Отличительным признаком детектора является возможность работы не только при постоянном потенциале на рабочем электроде, но и в импульсном режиме при подаче программируемого 7-тактного периода потенциала, что расширяет перечень анализируемых соединений.

Амперометрический детектор имеет высокую чувствительность (низкий предел детектирования на уровне пико - фемто грамм) и высокую селективность к соединениям, которые легко окисляются на поверхности рабочего электрода при постоянном потенциале, в частности полифенолы, тиолы, ароматические амины и др. В импульсном режиме области применения расширяются, например, можно напрямую без дериватизации определять такие важные классы соединений, как аминокислоты и сахара. Амперометрический детектор в ВЭЖХ позволяет без концентрирования определять фенол, хлорфенолы, бисфенол на уровне ПДК в питьевых и поверхностных водах. Биомаркеры сердечно-сосудистых, онкологических заболеваний, биомаркеры окислительного стресса: катехоламины, их предшественники и метаболиты, серотонин, гомоцистеин, цистеин, глутатион, убихинол, мочева кислота, измененные нуклеозиды и другие определяются в биологических жидкостях человека также без концентрирования.

Амперометрический детектор прост конструктивно, стоимость его значительно ниже стоимости оптических детекторов. Поэтому, не случайно интерес к амперометрическому детектору постоянно растет в последнее время.

В общем «МАЭСТРО-ВЭЖХ» может комплектоваться (по желанию заказчика) еще следующими детекторами: диодно-матричным, рефрактометрическим, УФ-, по светорассеиванию. По метрологическим характеристикам прибор не уступает лучшим зарубежным образцам, а по некоторым превосходит их. Прибор прошел испытание на соответствие типа (госиспытания) и включен в Госреестр средств измерений РФ. Освоено серийное производство. В 2016г более 40 приборов поставлено в разные отрасли (фармацевтика, медицина, пищевая промышленность, экология и др.). Ниже приведены некоторые аналитические применения приборов:

- с детектором на диодной матрице: **определение тадалафила** в некоторых биологически активных добавках к пище в соответствии с МУК 4.1.3331-16 «Методика измерения массовой доли синтетических ингибиторов фосфодиэстеразы-5 (тадалафила, варденафила и силденафила) в биологически активных добавках методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с ультрафиолетовым и масс-спектрометрическим детектированием»; **антиоксиданта Е310 Пропилгаллат** в пищевых продуктах; **некоторых пестицидов**, применяемых для протравливания семян; **кофеина в чае** в соответствии с ГОСТ ISO 10727-2013 «Чай и чай растворимый. Определение содержания кофеина»; **аскорбиновой кислоты** в соках в соответствии с ГОСТ 31643-2012 «Продукция соковая. Определение аскорбиновой кислоты методом высокоэффективной жидкостной хроматографии»; **нарингина и неогесперидина** в апельсиновом соке в соответствии с ГОСТ Р 54742-2011 «Продукция соковая. Определение нарингина и неогесперидина в апельсиновом соке методом ВЭЖХ»;

- с детектором на диодной матрице и детектором фотометрическим с фиксированными длинами волн (светодиодный): **определение 5-гидроксиметилфурфурала** в меде в соответствии с ГОСТ 31768-2012 «Мед натуральный. Методы определения гидроксиметилфурфурала»;

- с **низкотемпературным испарительным детектором светорассеяния МАЭСТРОELSD:** определение **аминокислот** в гидролизате яичного белка и в лекарственном препарате.

Закончена разработка новой модели прибора «**Близар**» для определения суммарного содержания антиоксидантов в пищевых продуктах, напитках, БАДах, лекарствах, поливитаминах, а также для экспрессного определения антиоксидантного статуса человека. Для этого прибора разработана новая ячейка амперометрического детектора, в которой в качестве рабочего электрода используется электрод (возможно применение золотого, серебряного и др. электродов). Вспомогательным электродом служит корпус ячейки из нержавеющей стали. Конструкция корпуса такова, что исключает применение сравнительного электрода, при этом стабильность работы прибора не ухудшается. В этом новизна детектора (защищено патентом №2238555). Амперометрический метод, заложенный в прибор «Близар», рекомендуется вышедшими ГОСТами (ГОСТ Р 54037-2010, ГОСТ Р 54036-2010).

Сотрудники компании «ИНТЕРЛАБ» принимают участие в работе многих семинаров, презентаций, конференциях по аналитической химии и хроматографии и проводят научно-технические исследования, результаты которых публикуют в отечественных и зарубежных журналах и сборниках.

Ниже приведены наиболее важные и актуальные статьи и обзоры сотрудников «ИНТЕРЛАБ»

1. Alexander Y.Yashin, Dmitry V.Yashunsky, Alexander N.Vedenin, Nikolay E.Nifantiev, Yakov I.Yashin, Boris V.Nemser *Antioxidant activity of polyphenols from larch wood.An amperometric study. //Nutrition and Food Science 2016.v.47.№2*

2. Беляев В.Н., Яшин А.Я., Яшин Я.И., Чукичева И.Ю., Федорова И.В., Сукрушева О.В., Кучин А.В. *Определение антиоксидантной активности изоборнилфенолов амперометрическим методом, в печати*

3. Яшин Я.И., Веденин А.Н., Яшин А.Я. *Антиоксиданты и спорт. Основные причины неудачных применений и возможные перспективы.// Спортивная медицина: наука и практика. Научно-практический журнал. 2016.т.6.№1.с.35-39.*

*Другие важные и актуальные статьи:*

1. Яшин Я.И., Веденин А.Н., Яшин А.Я. *60 лет хроматографическому приборостроению.// Аналитика.2016 №2*

2. Яшин А.Я., Веденин А.Н., Яшин Я.И. *Конференции «PITTCON» в 2012-2016гг//Ж. аналит. химии.2016.т.71.№12.с.1-3.*

3. Яшин А.Я. *Определение биомаркеров методом ВЭЖХ с амперометрическим детектированием// Аналитика. 2016.№4.с.22-28.*

4. Яшин Я.И. *Хроматографы.// Большая Российская Энциклопедия. 2016г*

5.Яшин Я.И., Веденин А.Н., Яшин А.Я. *Природные антиоксиданты - неотъемлемая часть здорового и полноценного питания и защита человека от опасных болезней. Обзор. В сборнике «Питание и обмен веществ» вып.4.Минск.2016.с.378-394.*

6.Yashin A.Ya., Nemser B.V., Vedenin A.N.,Yashin Ya.I. *Powerful natural antioxidants their food sources and impact of human health // Antioxidants/ 2016/*

7.Яшин Я.И., Веденин А.Н., Немзер Б.В., Яшин А.Я. *Определение тиолов в биологических жидкостях человека методом ВЭЖХ.// Аналитика.2016. №6*

Авторы:	Яшин Я.И., <a href="mailto:yashinchrom@mail.ru">yashinchrom@mail.ru</a>
Организация:	Компания «Интерлаб»
Город:	Москва
Методы:	Аналитические приборы; Высокоэффективная жидкостная (в том числе ионная) хроматография
Объекты:	

Разработан вольтамперометрический анализатор «ЭльСенс» для определения широкого круга соединений органической и неорганической природы. Произведена опытная партия

Авторы: Козицина А.Н., [Alisa-Kozitsina@yandex.ru](mailto:Alisa-Kozitsina@yandex.ru); [a.n.kozitsina@urfu.ru](mailto:a.n.kozitsina@urfu.ru)  
Организация: Уральский федеральный университет именипервого Президента России  
Б.Н. Ельцина, кафедра аналитической химии Химико-технологического  
института  
Город: Екатеринбург  
Методы: Аналитические приборы; Вольтамперометрия и полярография; Другие  
электрохимические методы

---

# НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СОВЕТА В 2016 г.

## ПЛАНЫ НА 2017 – 2018 гг.

### Всероссийские и международные мероприятия, организованные советом в 2016 г.

**18 – 22 мая 2016 г., Волгоград :** Всероссийская конференция и молодежная школа по химической технологии, работала секция 8 «Аналитический контроль производства, экологические проблемы химической технологии» (Председатели – академик Ю.А. Золотов, д.х.н., профессор К.Ю. Шуняев). Организаторы: РАН, ОХНМ, Научные советы по химической технологии, по металлургии и материаловедению, Волгоградский государственный технический университет и др.

**29 мая - 3 июня 2016 г., Екатеринбург** (база санатория-профилактория «Леневка»): **IX Всероссийская конференция по электрохимическим методам анализа** с международным участием и Молодежная научная школа «ЭМА-2016». Организаторы: РАН, Научный совет РАН по аналитической химии, УрО РАН, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. Ответственный за мероприятие – д.х.н., профессор Анатолий Иванович Матерн. E-mail [a.i.matern@urfu.ru](mailto:a.i.matern@urfu.ru); тел.: 8(343)375-97-56.

**26 июня – 02 июля 2016 г., Углич:** X Всероссийская конференция и молодежная школа по анализу объектов окружающей среды «**Экоаналитика 2016**». Организаторы: НСАХ РАН, ЭАА «Экоаналитика», ИОНХ РАН им. Н.С. Курнакова, Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН. Участвовало 149 человек из 18 городов Российской Федерации и Казахстана, 46 молодых специалистов.

**28 июня 2016 г., г. Углич:** 40-я Годичная сессия Научного совета РАН по аналитической химии, прошла в рамках конференции «Экоаналитика 2016».

**12 – 17 сентября 2016 г., Барнаул:** X Научная конференция «**Аналитика Сибири и Дальнего Востока**». Организаторы: РАН, СО НСАХ РАН, Алтайский государственный университет. Ответственный за мероприятие – Сергей Васильевич Темерев; <http://konf.asu.ru/asdv/>

**26 – 30 сентября 2016 г., Екатеринбург:** 20 Менделеевский съезд по общей и прикладной химии, секция 7 «Аналитическая химия: новые методы и приборы для химических исследований и анализа». Председатели академик Ю.А. Золотов, д.х.н., профессор А.И. Матерн. Организаторы: РАН, УрО РАН, РХО им. Д.И. Менделеева, Министерство образования и науки РФ, Уральский федеральный университет им. Б.Н. Ельцина и др., [www.mendeleev2016.uran.ru](http://www.mendeleev2016.uran.ru)

**14 – 18 ноября 2016 г., Екатеринбург:** XXI Международная Черняевская конференция по химии, аналитике и технологии платиновых металлов. Организаторы: РАН, Научные советы РАН по неорганической химии, по химической технологии, по аналитической химии, ИОНХ СО РАН, ИОНХ РАН, ОАО «Екатеринбургский завод по обработке цветных металлов», РХО им. Д.И. Менделеева.

**12 – 14 апреля 2016 г., Москва. Сокольники:** 14 Международная выставка «АналитикаЭкспо 2016». ИСХ РАН организовал семинар «Анализ нефтей и нефтепродуктов». Организатор семинара и ведущая - д.х.н., профессор С.А. Леонтьева

**24 – 25 октября 2016 г., Москва:** Сателлитный симпозиум «Физико-химический анализ в клинической и спортивной медицине» на II Международном конгрессе «Физиотерапия. Лечебная физкультура. Реабилитация. Спортивная медицина» Организатор симпозиума – д.х.н., профессор, председатель Комиссии по анализу медицинских объектов совета С.С Бабкина.

### **Заседание бюро совета**

21 февраля 2017 г. состоялось очередное заседание бюро совета. Присутствовало 24 человека. Были подведены итоги работы совета в 2016 г. Членами совета были организованы три всероссийских конференции – по электрохимическим методам анализа (Екатеринбург, 28 мая – 03 июня), «Экоаналитика 2016» (Углич, 27 июня – 02 июля) и «Аналитика Сибири и Дальнего Востока» (Барнаул, 12 – 17 сентября), а также заседания секции по аналитической химии на V Конференции-школе по химической технологии (16 – 20 мая, Волгоград), на XX Менделеевском съезде (Екатеринбург, 26 – 30 сентября), на XXI Черняевской конференции по химии, аналитике и технологии платиновых металлов (Екатеринбург, 14 – 18 ноября). Проведен сателлитный симпозиум на II Международном конгрессе «Физиотерапия. Лечебная физкультура. Реабилитация. Спортивная медицина» (Москва, 24 – 25 октября). 40-я годовичная сессия совета состоялась в Угличе 28 июня в рамках конференции «Экоаналитика 2016».

Лауреатом премии совета 2016 г. в номинации «За существенный вклад в развитие аналитической химии» стал д.х.н., профессор С.Н. Штыков (Саратовский национальный исследовательский университет им. Н.Г. Чернышевского. С.Н. Штыкова наградили за пионерские работы в области наноаналитики, значительный вклад в люминесцентный анализ, тонкослойную хроматографию и другие аналитические методы. Премия для молодых ученых присуждена не была.

Главным событием 2017 г. должен стать 3-ий Съезд аналитиков России, который состоится 24-29 сентября в Москве (город Московский), его подготовка идет полным ходом. В рамках съезда пройдет 41-я годовичная сессия совета. Помимо съезда, в 2017 г. намечено провести 3-ю Всероссийскую конференцию по хроматографии и капиллярному электрофорезу и Школу по ионной хроматографии (Краснодар, 21 – 27 мая), VII Всероссийскую конференцию «Масс-спектрометрия и ее прикладные проблемы» (Москва, 9 – 13 октября), а также принять участие в работе 15-ой Международной выставки «АналитикаЭкспо 2017» (Москва, КВЦ «Сокольники», 11 – 13 апреля) с научной программой.

На бюро утвержден оргкомитет V Всероссийского симпозиума «Разделение и концентрирование в аналитической химии и радиохимии» (Краснодар, 27 мая – 02 июня 2018 г.).

Принято решение вновь создать комиссию по хемометрике, председателем которой станет д.х.н. Д.О. Кирсанов (Санкт-Петербургский университет, Институт химии, кафедра аналитической химии).

#### 40-я Годичная сессия совета

40-я Годичная сессия Научного совета РАН по аналитической химии прошла 28 июня 2016 г. в Угличе в рамках X Всероссийской конференции по анализу объектов окружающей среды «Экоаналитика-2016». Заседание было открыто вступительным словом председателя совета академика Ю.А. Золотова. В программе сессии были отчет о научных достижениях российских аналитиков в 2015 г., блестяще сделанный членом бюро, д.х.н., профессором Г.А. Евтюгиным из Казанского (Приволжского) Федерального университета, и отчет о научно-организационной деятельности совета в 2015 г. и планах работы на 2016 и 2017 гг.<sup>1</sup> (ученый секретарь совета, к.х.н. И.Н. Киселева).

Лауреаты молодежных премий совета за 2015 г. к.х.н. И.А. Родин (МГУ им. М.В. Ломоносова) и к.х.н. Д.С. Гроздов (ГЕОХИ РАН, Москва) получили дипломы и коротко рассказали о



своих работах.

**Фото.** Лауреаты молодежной премии совета за 2016 г. (Углич, июнь 2016 г.)  
В центре – Ю.А. Золотов, справа И.А.Родин, слева – Д.С. Гроздов.

О некоторых международных организациях, в работе которых принимают участие российские ученые, рассказали П.С. Федотов «ИЮПАК и его отделение "Химия и окружающая среда"» (Петр Сергеевич – президент этого отделения), Т.А. Марютина – об Отделении аналитической химии ИЮПАК и подготовке издания «Оранжевой книги», включающей терминологию, используемую в аналитической химии (Татьяна Анатольевна – титулярный член Отделения аналитической химии), В.Б. Барановская – о Европейской ассоциации специалистов по метрологии в аналитической химии «Еврахим» (Василиса Борисовна – представитель России в этой организации). Б.Я. Спиваков (ГЕОХИ РАН) в соавторстве с С.Н. Штыковым (Саратовский ГУ) подготовили сообщение об Отделении аналитической химии Европейской ассоциации химических и молекулярных наук (EuChemS), серии конференций «Евроанализ», Европейском химическом

<sup>1</sup> Отчет совета за 2015 г опубликован на сайте [www.rusanalytchem.org](http://www.rusanalytchem.org)

конгрессе (Борис Яковлевич – представитель НСАХ РАН, а Сергей Николаевич - РХО им. Д.И. Менделеева в EuCheMS).

С.Н. Штыков рассказал о сформировавшейся в России к настоящему времени системе повышения квалификации работающих аналитиков. При университетах создано около 40 институтов дополнительного образования, разработаны и утверждены программы обучения, по окончании курсов выдаются документы государственного образца. Часто фирмы проводят курсы обучения работе на аналитических приборах. Г.И. Цизин познакомил участников сессии с состоянием дел в отечественном приборостроении. 24 организации и предприятия, в том числе институты РАН, отраслевые НИИ и фирмы, выпускают отечественные спектрометры, хроматографы, электрохимические приборы, комплексы, включающие пробоподготовку, с долей российских комплектующих от 50 до 85 %. Годовой объем продаж варьируется от 30 до 800 млн. руб. Есть приборы, не имеющие мировых аналогов. Л.Н. Галль представила один из таких приборов – новый масс-спектрометрический метод элементного и изотопного анализа с дополнительными возможностями молекулярного анализа, основанный на использовании электрораспыления – ЭРИАД-МС. Метод создан в Институте аналитического приборостроения РАН. До сих пор не удавалось совместить в одном приборе элементный, изотопный и молекулярный анализ из-за принципиальных различий в методах ионизации, диапазоне масс, разрешающей способности. ЭРИАД имеет преимущества перед ИСП-МС по абсолютной чувствительности (на 1 – 3 порядка больше) за счет отсутствия потерь на распылителе, по возможности регистрации «чистого» масс-спектра, не требующей высокого разрешения и сложных математических алгоритмов для вычитания интерферирующих пиков, по снижению требований к чистоте реактивов, газа-носителя и рабочего помещения из-за отсутствия в масс-спектре интерференций с аргоновыми комплексами, создаваемыми в плазмохимических реакциях. По мнению Л.Н. Галль, есть реальная возможность выпуска отечественных элементных масс-спектрометров, реализующих ЭРИАД.

В дискуссии, завершившей заседание, выступили директор НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина» Ю.А. Рахманин, Б.Б. Дзантиев (ИНБИ РАН), Г.И. Цизин (МГУ им. М.В. Ломоносова), Ю.А. Золотов (Президиум РАН), Л.Н. Москвин (СПбГУ), З.Л. Баскин (Вятский ГУ). Обсуждались вопросы организации структур, способных довести до потребителя научные разработки, важность импортозамещения в отечественном приборостроении; нехватка отечественных технических специалистов, способных выпускать качественные комплектующие для приборов; организация госзаказов на отечественные аналитические приборы. Существенную помощь в получении госзаказа на тот или иной прибор могут оказать ученые, разрабатывая нормативные документы и ГОСТы с использованием соответствующих приборов.

#### ***Вступительное слово***

***председателя Научного совета РАН по аналитической химии академика Ю.А. Золотова на 40-й годичной сессии совета (Углич, 28 июня 2016 г.)***

Нынешняя сессия Научного совета – сороковая. Круглая дата. Сессии проводились в Москве, в подмосковных пансионатах «Звенигородский», «Софрино», «Клязьма», «Сенеж», в Петербурге и в Репино под Петербургом, в Суздале, Сочи (Дагомыс), Юрмале, Пущине, Воронеже,

Архангельске, Светлогорске. Формат сессий и, разумеется, перечень обсуждавшихся вопросов менялся. В сессиях участвовали и выступали на них практически все ведущие аналитики Советского Союза и Российской Федерации, лекции читали крупные ученые-смежники, во время сессий устраивали концерты, встречи с известными людьми, например, с С.П. Капицей, Сергеем Никитиным или Александром Городницким. Я участвовал во всех сорока сессиях и во всех отвечал за научные программы. Организационную работу на первых примерно десяти сессиях проводил С.Б. Саввин и его группа, потом, в основном, ученые секретари Совета Е.К. Корчемная и, особенно, И.Н. Киселева, а также региональные комитеты, если они были.

За период после предыдущей сессии совета, которая состоялась в ноябре 2015 г. в Москве, совет понес потери. 5 мая 2016 г. скончался профессор Московского университета доктор химических наук Вадим Михайлович Иванов, известный ученый в области аналитической химии редких элементов и органических аналитических реагентов, заместитель главного редактора «Журнала аналитической химии». Ушли из жизни два известных специалиста по электрохимическим методам анализа – доктор технических наук Мурат Рустемович Вяселев из Казани и доктор химических наук Овсей Евелевич Рувинский из Краснодара. Мы потеряли хроматографиста и метролога доктора технических наук Владимира Ильича Калмановского, работавшего в Нижнем Новгороде, спектроскописта доктора физико-математических наук, сотрудника ГЕОХИ РАН Николая Васильевича Чекалина; приборостроителя, сотрудника Петербургской фирмы «Люмэкс», кандидата физико-математических наук Анатолия Александровича Крашенинникова.

Хотел бы вернуться к теме, которая обсуждается практически на всех последних сессиях Научного совета, к теме научных публикаций. Растет число наших статей в хороших журналах, но часть статей все еще посылается в узкие, в частности региональные и ведомственные, издания, которые не попадают в мировой информационный поток. Этому способствует существование списка ВАК, который, на мой взгляд, следовало бы сократить в несколько раз, исключив из него разного рода вестники, бюллетени и т.д. В «Журнале аналитической химии», как и в других академических журналах, изменения: русскоязычная версия не будет включать англоязычные статьи; англоязычная версия остается без изменений. Продолжают успешно издаваться журналы «Аналитика и контроль», «Заводская лаборатория», «Сорбционные и хроматографические процессы» и другие. Полезную информационно-пропагандистскую работу проводит журнал «Аналитика».

Число выпускаемых российскими аналитиками монографий, особенно на английском языке, пока очень невелико. В качестве примера книг, изданных в последние годы на английском языке, можно назвать книги Г.А. Евтюгина, М.Н. Михельсона, Б.Л. Мильмана.

В сентябре этого года состоится XX Менделеевский съезд по общей и прикладной химии, на котором будет работать секция аналитической химии. В октябре предстоят выборы в Российскую академию наук; выделена вакансия члена-корреспондента РАН по специальности «Аналитическая химия»; один из выдвинутых кандидатов, надеюсь, будет избран на эту вакансию. Особо хотел бы обратить внимание на готовящийся Съезд аналитиков России, который намечен на конец сентября будущего, 2017-го года; съезд предстоит многоплановый, он будет включать обширную научную программу, в том числе конференции по аналитическим приборам и

рентгеновским методам, симпозиум по преподаванию аналитической химии, сессию Научного совета и, надеюсь, хорошую культурную программу. Основное, что должно отличать съезд от регулярных научных конференций – это, помимо многоплановой научной программы, возможность более широких контактов аналитиков-исследователей с практиками, с теми, кто занимается массовым химическим анализом и аналитическим контролем, с приборостроителями и преподавателями.

#### **14-я Международная выставка лабораторного оборудования и химических реактивов «Аналитика Экспо'2016»**

**(12 – 14 апреля 2016 г., КВЦ «Сокольники»)**

Организатор мероприятия - Группа компаний ITE, соорганизаторы - НП «РОСХИМРЕАКТИВ», НСАХ РАН, ААЦ «Аналитика». Генеральный спонсор выставки: Группа компаний «Фармконтракт». В 2016 г. выставке участвовали 164 компании из 16 стран мира, посетили выставку более 5000 специалистов из 60 регионов России и 25 стран.

Научный совет РАН по аналитической химии в лице председателя комиссии по анализу нефтей и нефтепродуктов д.х.н., профессора Светланы Александровны Леонтьевой организовал и провел семинар «Анализ нефтей и нефтепродуктов», вызвавший большой интерес. Д.ф.-м.н. М.Н. Филиппов прочел лекцию «Современный рентгеноспектральный анализ: аппаратура и возможности».

#### **СЕМИНАРЫ**

**2016 г., Москва, ГЕОХИ РАН: Московский семинар по аналитической химии) – 3**  
заседания

**17 ноября 1916 г., Волгоград:** Семинар «**Инновационные инструменты для фундаментальных исследований**». Организаторы мероприятия: **группа компаний «ИнтерАналит» (г. Москва)**. Место проведения: Волгоградский государственный технический университет

#### **КУРСЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ**

**17 – 25 октября 2016 г., г. Набережные Челны:** Курсы повышения квалификации. Организатор – Волгоградский государственный технологический университет. Число участников – 14 человек.

#### **РАБОТА КОМИССИЙ СОВЕТА**

**Комиссия по информационной поддержке совета** постоянно обновляет информацию на сайте совета, касающуюся событий и мероприятий в области аналитической химии в России. В 2016 г. начата работа по подготовке III Съезда аналитиков России (сентябрь 2017 г., Москва).

**Комиссия по международным связям.** На 40-ой Годичной сессии НСАХ РАН (Углич, 28 июня 2016 г.) было представлено несколько докладов членов Комиссии о некоторых международных организациях и международных конференциях химического профиля, в работе которых они принимают участие, в том числе о деятельности ИЮПАК и его отделения «Химия и

окружающая среда» (П.С. Федотов), Отделения аналитической химии ИЮПАК (Т.А. Марютина), Отделения аналитической химии Европейской ассоциации химических и молекулярных наук, серии конференций «Евроанализ», Европейском химическом конгрессе (Б.Я. Спиваков, С.Н. Штыков), Европейской ассоциации специалистов по метрологии в аналитической химии «Еврахим» (В.Б. Барановская). По материалам докладов были опубликованы две статьи:

- Отделение аналитической химии Европейской ассоциации химических и молекулярных наук и участие российских ученых в его работе (Б.Я. Спиваков, С.Н. Штыков/ Заводская лаборатория. Диагностика материалов. № 12. 2016. Т.82. С 66 – 70).

- Международные организации в области аналитической химии и участие России в их деятельности (В.Б. Барановская, И.В. Болдырев, Ю.А. Карпов, П.С. Федотов/ Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2017. Т.83.№ 1. Часть II. С 5 – 12).

#### **Комиссия по преподаванию аналитической химии:**

- Проведено заседание комиссии с обсуждением целесообразности анкетирования вузов РФ с целью сбора информации о состоянии преподавания аналитической химии в стране, а также содержания вопросов анкеты;

- Под руководством В.И. Вершинина подготовлены к переизданию 2 учебника для высшей школы (В.И.Вершинин и Н.В. Перцев "Планирование и математическая обработка результатов химического эксперимента". М.: Лань, 2017. 236 с – для студентов-химиков бакалавриата и магистратуры.

В.И.Вершинин, И.В.Власова и И.А.Никифорова "Аналитическая химия" М.: Лань, 2017 – для студентов-химиков, обучающихся в бакалавриате классических, педагогических и технических вузов);

- Комиссией создан межвузовский авторский коллектив и подготовлен план-проспект учебного пособия "Аналитическая химия – дополнительные главы" для аналитиков-магистрантов и аспирантов.

**Комиссия по методам разделения и концентрирования** готовила семинар «Определение ксенобиотиков в биологических объектах» для выставки «АналитикаЭкспо 2017» (апрель 2017 г.)

- Издан в Вестнике СПбГУ обзор «Классификация методов разделения», автор Л.Н. Москвин;

- Подготовлена и издана монография «Что такое хроматография? Какие бывают хроматографии?» Москвин Л.Н., Катыхин Г.С., Якимова Н.М.// AP Lambert Academic Publishing. Saarbrucken, Deutschland. 2016;

- Издан обзор «Вода в субкритическом состоянии: применение в химическом анализе» в Журнале аналитической химии. Авторы Д. Р. Борисова, М. А. Статкус, Г. И. Цизин и Ю.А. Золотов

**Комиссия по хроматографии** совместно с сотрудниками кафедры аналитической химии Кубанского государственного университета готовили III Всероссийскую конференцию «Аналитическая хроматография и капиллярный электрофорез (Краснодар, 21 – 27 мая 2017 г.)

**Комиссия по электрохимическим методам анализа** организовала и провела IX Всероссийскую конференцию по электрохимическим методам анализа с международным участием

и Молодежной научной школой «ЭМА-2016». Организаторы мероприятия (в том числе от НСАХ РАН) - Российская академия наук; НСАХ РАН, УрО РАН, ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина». Конференция прошла с 29 мая по 3 июня 2016 г. под Екатеринбургом в санатории-профилакторий «Леневка». Всего на конференцию зарегистрировалось 180 участников, из них приняли участие в работе конференции 112 человек (в том числе из них около 63% (70 человек) – молодые ученые в возрасте до 35 лет).

**Комиссия по анализу медицинских объектов** организовала сателлитный симпозиум «**Физико-химический анализ в клинической и спортивной медицине**» на II Международном конгрессе «Физиотерапия. Лечебная физкультура. Реабилитация. Спортивная медицина» (Москва, 24 – 25 октября 2016 г.). Организатор симпозиума – д.х.н., профессор, председатель Комиссии по анализу медицинских объектов совета С.С Бабкина. В программе симпозиума – доклады членов Комиссии. Организаторы конгресса: Общероссийская общественная организация «Российское общество врачей восстановительной медицины, медицинской реабилитации, курортологов и физиотерапевтов», автономная некоммерческая организация Международный Университет Восстановительной медицины и ГАУЗ МНПЦ медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины ДЗМ. При поддержке Комитета Совета Федерации по экономической политике, Комитета Государственной Думы по охране здоровья, Министерства здравоохранения Российской Федерации, Министерства промышленной торговли Российской Федерации, Медицинского центра Управления делами Президента Российской Федерации, Департамента здравоохранения города Москвы, Некоммерческого партнерства «Национальная Медицинская Палата», **Научного совета по аналитической химии Российской академии наук**, БОУДПО «Российская медицинская академия последипломного образования министерства здравоохранения Российской Федерации», ФГБУ «Российский научный центр медицинской реабилитации и курортологии» Минздрава России, Европейской академии музыкальной терапии. В конгрессе приняли участие 800 человек из 40 городов Российской Федерации, Украины, Белоруссии и Дальнего Зарубежья.

## **Региональные отделения**

### **Поволжское отделение**

**Институт химии Саратовского государственного университета** провел в конце сентября – начале октября **XI Всероссийскую конференцию молодых ученых «Современные проблемы теоретической и экспериментальной химии»**. Более 100 участников.

**Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королева** провел

- LXVI Молодежную научную конференцию, посвященную 55-летию первого полёта человека в космос. Работала секция «Физическая химия и хроматография». (Самара, 7 апреля 2016 г.).

Число участников – 8;

- XLII Самарскую областную студенческую научную конференцию, в программу которой были включены секция «Химия» и подсекция «Физическая, аналитическая химия и хроматография».

Одним из организаторов мероприятия было Агентство по реализации молодежной политики. (Самара, 19 апреля 2016 г.). Число участников 13;

### **Уральское отделение**

**XX Менделеевский съезд по общей и прикладной химии прошел в Екатеринбурге** с 26 по 30 сентября 2016г. Организаторы мероприятия (в том числе от НСХХ РАН): РАН, УрО РАН, ФАНО, Министерство образования и науки РФ, Уральский федеральный университет им. первого президента России Б.Н. Ельцина, правительство Свердловской области, РХО им. Д.И. Менделеева, РФФИ, Национальный комитет российских химиков, Российский союз химиков.

Число участников - 3229 человек из 38 стран, 97 регионов России, 535 организаций. Зарубежных участников – 217, Нобелевский лауреат - 1. Академики и члены-корреспонденты РА – 102, молодые ученые – 1721. учителя школ – 109, школьники – 309.

Работала секция 7 - «Аналитическая химия: новые методы и приборы для химических исследований и анализа». на которой было представлено 4 ключевых доклада, 10 – приглашенных, 40 устных. 119 стендовых, 41 – заочный. Всего 214 докладов.

### **Сибирское отделение**

**Барнаульский государственный университет** провел 12 – 17 сентября 2016 г.в Барнауле Научную конференцию «Аналитика Сибири и Дальнего Востока».

**Национальный исследовательский инновационный Томский политехнический университет, кафедра физической и аналитической химии** организовали и провели международную научную школу «Электрохимия наночастиц» (Томск, 13-14 мая 2016 г.) в рамках XVII Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых «Химия и химическая технология в XXI веке» имени профессора Л.П. Кулёва. В конференции приняли участие более 100 ученых из Томска (Россия), 7 – из Москвы, Кемерово, Тюмени, 5 ученых из Оксфорда (Великобритания). На международной научной школе «Электрохимия наночастиц» состоялась презентация книги Р.Г. Комптона и К.Е. Бэнкса «Постигая вольтамперометрию», переведенную на русский язык в г. Томске, и книги под редакцией Ф. Шольца «Electrochemistry in a divided world». Ответственные за мероприятие - Короткова Е.И. [eikor@mail.ru](mailto:eikor@mail.ru) и Колпакова Н.А. [nak@tpu.ru](mailto:nak@tpu.ru)

**Омский государственный университет.** С 20 по 25 мая 2016 г. в Омске (база отдыха в Чернолученской заповедной зоне) проведена V Всероссийская научная молодежная школа конференция «Химия под знаком Сигма: исследования, инновации, технологии». Конференция является традиционной (проводится раз в два года) для молодых ученых (до 35 лет). Это – самая крупная молодежная научная конференция в области химии. Организаторы – Сибирское отделение РАН, Институт катализа СО РАН, Институт проблем переработки углеводородов СО РАН (г.Омск), Омский государственный университет и др. Общая направленность конференция – химическая технология, кинетика и катализ, аналитический контроль, анализ объектов окружающей среды. Фактическое число участников - 176 молодых ученых из 9 городов России

(преимущественно из Сибири), гости из Казахстана и Белоруссии, приглашенные лекторы. Кроме научных докладов – пленарных, секционных и стендовых – для участников было прочитано более 20 лекций, читали их академики и члены-корреспонденты РАН, доктора наук, руководители предприятий. На конференции работали 3 секции. Секция «Аналитическая химия и физико-химические методы исследования материалов» работала под руководством В.И. Вершинина. На секции было сделано 9 устных и 7 стендовых сообщений, посвященных контролю технологических процессов, анализу объектов окружающей среды, методам исследования состава, структуры и свойств промышленных катализаторов.

## ПЛАНЫ (2016 – 2017 гг.)

### Всероссийские конференции 2017 г.

**11 – 13 апреля 2017 г., Москва, КВЦ «Сокольники»: 15-я Международная выставка лабораторного оборудования и химических реактивов «АналитикаЭкспо 2017».**

НСАХ РАН организует на выставке семинары:

- **12.04** (14:00-18:00) : «Природные и техногенные примеси в нефти и их влияние на нефтепереработку» Председатель – д.х.н., профессор С.А. Леонтьева (Семинар организуют совместно НСАХ РАН и НП «Росхимреактив»)

- **13.04** (14:00 – 18:00): «Определение ксенобиотиков в биологических объектах» ( Председатель – д.х.н., профессор Г.И. Цизин);

- **13.04** (14:00 – 16:00): «Анализ металлов и сплавов» ( Председатели семинара академик

Ю.А. Карпов и член-корр. РАН К.В. Григорович);

- **13.04** (13:10 – 17:45) «Аналитика для здравоохранения» (НСАХ РАН совместно с Национальной ассоциацией лабораторной, персонализированной и трансляционной медицины (Председатели – д.х.н., профессор С.С. Бабкина и д.м.н. С.Н. Щерба)

**21 – 27 мая, Краснодар: 3-я Всероссийская конференция по хроматографии и капиллярному электрофорезу с международным участием.** Организаторы: Министерство образования и науки РФ, РАН, ИОНХ им. Н.С. Курнакова РАН, НСАХ РАН, МГУ имени М.В.Ломоносова, Кубанский государственный университет, ЗАО НТЦ «БиАСеп».

E-mail: [info@biasep.ru](mailto:info@biasep.ru); Тел.: (495)922-98-26; Факс: (495)939-35-14

**08 – 13 октября, Москва: III Съезд аналитиков России.** Организаторы – РАН, НСАХ РАН, Ассоциация «Аналитика», МГУ им. М.В. Ломоносова, ИОНХ им. Н.С. Курнакова РАН, ГЕОХИ им. В.И. Вернадского РАН. Соорганизатор – ООО «НеверСлип». <http://analystscongress.ru/2017>

**03 – 08 сентября, Санкт-Петербург: 21-я Международная конференция по проточно-инжекционному анализу и родственными методами (21st International Conference on Flow Injection Analysis and Related Techniques).** Организаторы конференции: Институт химии Санкт-Петербургского государственного университета, НСАХ РАН, Японская ассоциация по проточному

анализу. Обращаться: Булатов Андрей Васильевич, 8-911-261-33-85, [bulatov\\_andrey@mail.ru](mailto:bulatov_andrey@mail.ru)  
[www.icfia2017.com](http://www.icfia2017.com)

**09 – 13 октября, Москва: Восьмой съезд ВМСО и VII Всероссийская конференция с международным участием «Масс-спектрометрия и ее прикладные проблемы».** Организаторы: ВМСО, ИСХ РАН, ИФХиЭ им. А.Н. Фрумкина, Химический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, ИНХС им. А.В. Топчиева РАН. [www.vmso.ru](http://www.vmso.ru)

**2018 г.**

**26 февраля – 02 марта, г. Санкт-Петербург: 11<sup>th</sup> Winter Symposium on Chemometrics.** Организатор – Российское хемометрическое общество - Комиссия по применению хемометрики в анализе ИСХ РАН, <http://wsc.chemometrics.ru/wsc11/>

**27 мая – 02 июня 2018 г., Краснодар:** V Всероссийский симпозиум «Разделение и концентрирование в аналитической химии и радиохимии» Организатор – Комиссия по разделению и концентрированию ИСХ РАН, Кубанский государственный университет

#### **План работы комиссий и региональных отделений (2017 – 2019 гг.)**

##### **Комиссия по истории и методологии аналитической химии**

- Издание коллективной монографии «Наследие М.С. Цвета в трудах воронежских ученых». Редактор-составитель В.Ф. Селеменев;
- Установка памятника создателю хроматографии М.С. Цвету во внутреннем двореке Воронежского университета;
- «Истории применения нанообъектов и нанотехнологий в химическом анализе» - Штыков С.Н. – стендовый доклад на 3-м Съезде аналитиков России;
- В 2018 г. планируется проведение конференции, посвященной 110-летию со дня рождения зав. кафедрой аналитической химии Мустафина Исаака Савельевича (Саратовский ГУ);
- Комиссия предложила подготовить статью председателю комиссии по хемометрике Д.О. Кирсанову по истории хемометрики и ее применению в аналитической химии для ЖАХ (получено согласие);
- Кафедры аналитической и неорганической химии Казанского (Приволжского) федерального университета проведут в 2019 г. научно-практическую конференцию, посвященную 100-летию со дня рождения А.А. Попеля – основоположника магнитно-релаксационного метода анализа неорганических веществ, нашедшего применение в аналитической химии.

##### **Комиссия по издательским делам планирует**

- Выявлять (особенно через предметные и «объектные» комиссии Научного совета) развитые в России направления, результаты исследований по которым могут быть обобщены в виде монографий. Обращаться к потенциальным авторам с соответствующими предложениями. (При

этом комиссия не берет на себя обязательств по рецензированию, редактированию и изданию монографий).

- Проводить аналогичную работу по иностранным монографиям, справочникам, сборникам и учебникам. Рекомендовать отдельным специалистам и лабораториям осуществлять издания переводов (содействовать в поиске издательств, оказывать помощь в подготовке переводов и т.д.). В необходимых случаях обращаться за содействием к руководству совета (рекомендательные письма в издательства и т.д.).
- Обращать внимание авторов лучших изданных в РФ книг по аналитической химии и зарубежных издательств на целесообразность перевода таких книг на иностранные языки.
- Поддерживать контакты с руководителями российских журналов по аналитической химии (с целью помощи в координации их деятельности и повышения статуса). Журналы: Журнал аналитической химии; Заводская лаборатория. Диагностика материалов; Аналитика и контроль; Сорбционные и хроматографические процессы; Аналитика.
- Способствовать публикациям наиболее значимых результатов прошедших российских и зарубежных конференций, симпозиумов, семинаров по аналитической химии.

#### **Комиссия по преподаванию планирует**

- Проведение анкетирования университетов РФ с целью выяснения нынешнего положения в области преподавания аналитической химии;
- организацию и проведение Симпозиума по преподаванию аналитической химии в рамках 3-го Съезда аналитиков России (отв. Шеховцова Т.Н., Вершинин В.И.);
- подготовку и публикацию в Журнале аналитической химии 1-2 статей по материалам этого симпозиума (отв. Шеховцова Т.Н.);
- участие в работе симпозиума по преподаванию аналитической химии в рамках Международной конференции «Евроанализ 2017» с заказным докладом по реформе высшего образования в России (отв. Шеховцова Т.Н.);
- написание и подготовку к печати учебника по избранным специальным курсам аналитической химии для магистров (отв. В.И. Вершинин);
- оформление раздела по преподаванию на сайте НСАХ.

#### **Комиссия по информационной поддержке совета**

- постоянно публикует на созданном ею сайте «Аналитическая химия в России» информацию о состоянии российской науки и аналитической химии, о симпозиумах, конференциях, о деятельности Научного совета РАН по аналитической химии;
- осуществляет создание сайтов и сопровождение крупных мероприятий Научного совета (съездов аналитиков России).

#### **Комиссия по международным связям**

Члены комиссии представляют нашу страну в международных организациях – Европейской ассоциации химических и молекулярных наук (EuChemS) – Б.Я. Спиваков, С.Н. Штыков, Еврахим (Eurachem) – В.Б. Барановская, СИТАК (CITAC) – Ю.А. Карпов, ИЛАК-АПЛАК (ILAC-APLAC) – И.В. Болдырев, ИЮПАК (IUPAC) – П.С. Федотов, Т.А. Марютина. Российское участие в работе

международных организаций в области аналитической химии необходима и эффективна, направлена на полноценное вхождение России в мировое научное сообщество: позволяет своевременно получать необходимую информацию о последних достижениях в области аналитической химии, метрологии химического анализа, аккредитации аналитических лабораторий, участвовать в разработке терминологии, новых рекомендаций, стандартов, продвигать достижения российских аналитиков на международный уровень. Комиссия будет всемерно способствовать расширению участия российских аналитиков в работе международных организаций.

#### **Комиссия по метрологии химического анализа**

- Организация ежегодного заседания Генеральной Ассамблеи Европейского сообщества по метрологии в химическом анализе Eurachem в 2019/2020 г.г. в Екатеринбурге на базе Уральского научно-исследовательского института метрологии (УНИИМ);
- Организация и проведение сателлитного семинара по проблемам обеспечения качества химического анализа.
- В части разработки и совершенствования терминологии планируется участие в работе Технического комитета по стандартизации - ТК 325:
  - по пересмотру ГОСТ Р 52361-2005 Контроль объекта аналитический. Термины и определения
  - по пересмотру ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий
  - участие в работе других Технических комитетов по стандартизации по пересмотру стандартов серии ИСО 17000 (17043, 17034, 17011)
- Перевод «Руководства по терминологии в аналитических измерениях. Введение в VIM 3» Еврахима на русский язык.
- Организация на базе журнала «Заводская лаборатория. Диагностика материалов» новой рубрики «Обеспечение качества химического анализа и испытаний»;
- Организация на базе журнала «Стандартные образцы» новых рубрик «Метрологическая прослеживаемость аналитических измерений» и «Деятельность международного сообщества по метрологии в аналитической химии Eurachem».
- Разработка учебных программ по метрологии химического анализа, обеспечению качества химического анализа, аккредитации аналитических лабораторий;
- Публикация учебных пособий, подготовленных в соответствии с разработанными учебными программами.
- Представление к премиям Ассоциации аналитических центров «Аналитика» — «За заслуги в аналитическом контроле», «Почетная грамота»
- Стимулировать доклады на аналитических конференциях, статьи, специальные выпуски аналитических журналов, посвященные созданию новых отечественных приборов с улучшенными метрологическими характеристиками

- Информирование научной общественности о возможности метрологической прослеживаемости к имеющимся в РФ первичным и вторичным эталонам
- Участие в работе международных организаций в области метрологии химического анализа: CITAC, Eurachem, CCQM

#### **Комиссия по применению хемометрики в анализе**

- Организация заседания по хемометрике на Третьем съезде аналитиков России в Москве (сентябрь 2017г.);
- Организация и проведение 11-го Международного зимнего симпозиума по хемометрике и Школы для молодых ученых (26 февраля – 02 марта 2018 г., г. Санкт-Петербург)

#### **Комиссия по аналитическому приборостроению**

- Организация конференции «Аналитические приборы» в рамках III Съезда аналитиков России (24 – 29 сентября 2017 г., Москва);
- Содействие распространению отечественных приборов:
  - Прибор для капиллярного электрофореза «Капель» - расширение методического обеспечения;
  - Времяпролетный масс-спектрометр с импульсным тлеющим разрядом ЛЮМАС-30 для элементного и изотопного анализа твердотельных проб;
- Подготовка обзора для Журнала аналитической химии: И.А. Платонов, О.В. Родинков, Л.Н. Москвин, А.Р. Горбачева «Методы и средства приготовления стандартных газовых смесей».

#### **Комиссия по методам разделения и концентрирования**

- Организация семинаров в рамках деловой программы выставки Аналитика Экспо. В частности (2017 г.), семинара «Определение ксенобиотиков в биологических объектах»;
- Участие в подготовке Третьего съезда аналитиков России: участие в организации конференции «Аналитические приборы» и секции «Разделение и концентрирование» в рамках конференции;
- Организация и проведение V Всероссийского симпозиума «Разделение и концентрирование в аналитической химии и радиохимии» (Краснодар-Туапсе, май 2018 г.)
- Постоянно ведется рецензирование статей в российских и международных журналах
- Планируется разработка новых приборов совместно с вновь организованной Комиссией по аналитическим приборам и профильными фирмами.
- Постоянно ведется и будет продолжена работа по информированию членов Совета о крупных конференциях по разделению и концентрированию и участие членов комиссии в работе этих конференций

#### **Комиссия по хроматографии**

##### *Организация конференций, семинаров*

- Организация и проведение III Всероссийской конференции «Аналитическая хроматография и капиллярный электрофорез» с международным участием (май 2017 г.)

- Организация и проведение 15 Международной научно-практической конференции «Физико-химические основы ионообменных и хроматографических процессов «Иониты -2017», посвященной 100-летию Воронежского государственного университета и 115-летию открытия хроматографии
- Организация и проведение Всероссийской конференции «Теория и практика хроматографии» с международным участием
- Организация и проведение научно-практических семинаров с участием ведущих ученых РФ и зарубежья, в том числе постоянно-действующего семинара «Теория и практика хроматографии»

#### *Издательская деятельность*

- Журнал "Сорбционные и хроматографические процессы"
- Журнал "Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация".
- содействие подготовке монографий, особенно коллективных, заказ обзоров, организация рецензирования и т.д.

#### *Содействие подготовке и переподготовке кадров, в т.ч. высшей квалификации*

- курсы повышения квалификации на базе партнерской лаборатории Аджилент – Аналитический центр МГУ имени М.В.Ломоносова
- двухнедельные курсы повышения квалификации по программе «Хроматография (газовая и жидкостная) и хромато-масс-спектрометрия» для специалистов, работающих на предприятиях химической, нефте-, газоперерабатывающей и др. отраслей Самарской области, РФ и ближнего зарубежья.
- очные и on-line научно-практические семинары и консультирование работников предприятий при решении поисковых задач и технического сопровождения аналитического и хроматографического оборудования.
- открытие в Самарском университете диссертационного совета по аналитической и неорганической химии

#### *Стимулирование приборных разработок, содействие объективной оценке и распространению хороших приборов.*

- Организация и проведение научно-технических семинаров с ведущими фирмами-производителями аналитического оборудования (Термо-техно, Interlab, Knauer, Lumex, Agilent, Хроматек, БиоХимМак СТ, Метахром, ШАГ и др.) и представителями аналитических служб предприятий различных отраслей промышленности

**Комиссия по электрохимическим методам анализа** планирует подготовить секцию на III Съезде аналитиков России (сентябрь 2017 г., Москва)

#### **Комиссия по рентгеновским методам анализа** готовит

- Девятую конференцию по РМА в рамках Третьего Съезда аналитиков России (08 – 13 октября 2017 г., Москва);
- семинар в Иркутске, памяти профессора Н.Ф. Лосева (90-летие, декабрь 2017 г.);
- семинары в Ростове-на-Дону и Иркутске памяти профессора М.А. Блохина (110-летие, ноябрь 2018 г.);

- семинар в Москве памяти профессора И.Б. Боровского (110-летие, 2019 г.).

Члены Комиссии участвуют в выполнении аттестационных анализов новых СО; готовят тематические обзоры для журналов по теме, готовят доклады на конференциях, публикации в журналах по вопросам приборного обеспечения направления; организуют экскурсии в лаборатории для студентов и школьников.

#### **Комиссия по масс-спектрометрии** планирует организовать и провести

- 8-ю Конференцию по масс-спектрометрии (9-15 октября 2017 года, Москва);
- 9-ю Конференцию по масс-спектрометрии (октябрь 2019 года, Москва);
- International Conference «Petromass-2018» – (15-18 апреля 2018, Блед, Словения);
- Школы по масс-спектрометрии (14-19 февраля 2017 года; февраль 2018 и 2019 года).
- Предложить к осени 2018 г. Глоссарий новых терминов. Предыдущий был утвержден на секции и распространен осенью 2014 года.
- Продолжить издание журнала «Масс-спектрометрия», его перевод и издание в качестве приложения к Journal of Analytical Chemistry. Журнал перед публикацией получает 2 рецензии от специалистов по тематике публикации.
- Информация о юбилеях и о лауреатах премий выходит в журнале «Масс-спектрометрия»;
- Информация о новых приборах постоянно обсуждается на секции и докладывается широкому кругу исследователей на самых разнообразных школах, конференциях. Члены секции непосредственно задействованы в создании новых масс-спектрометров.
- Информация о Международных конференциях постоянно присутствует на сайте Всероссийского масс-спектрометрического общества. А.Т.Лебедев регулярно представляет секцию в Международном масс-спектрометрическом обществе.

#### **Комиссия по оптическому спектральному анализу**

Члены комиссии примут активное участие в подготовке

- III Всероссийской конференции по аналитической спектроскопии (2019 г.);
- Всероссийского семинара по спектроскопии с перестраиваемыми диодными лазерами (TDLS);
- XVI Международного симпозиума «Применение анализаторов МАЭС в промышленности» (август 2018 г.);
- Научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения А.А. Попеля (2019 г.);
- планируется способствовать возрождению Уральской конференции по спектроскопии на базе Института геологии и геохимии УрО РАН (А.А. Пупышев)

#### *Издательская деятельность*

- планируется начать подготовку коллективной монографии (руководства) по аналитическому контролю производства платиновых металлов (совместно с комиссией по благородным металлам и комиссией по метрологии химического анализа);

- осуществляется научное редактирование перевода монографии Дина (John R. Dean) по ИСП, ИСП-АЭС, ИСП-МС. Обсуждаются возможности перевода более новых монографий и учебных пособий.
- готовится к изданию коллективная монография «Высокоочищенные вещества: получение, анализ, свойства» 3 том (к 100-летию академика Г.Г. Девярых; 2018 г.);
- готовится коллективная монография «Nanoanalytics: Nanoobjects and Nanotechnologies in Analytical Chemistry» (ред. С.Н. Штыков). Монография планируется к изданию в изд. De Gruyter (Германия) в конце 2017 – начале 2018 гг.;
- планируется издание спецвыпуска журнала Anal. Bioanal. Chem., посвященного применению нанообъектов в анализе и спектрометрическим методам анализа нанообъектов (ред. выпуска С.Н. Штыков; 2017 – 2018 гг.);

#### *Подготовка и переподготовка кадров*

Планируется продолжить силами членов комиссии проведение курсов повышения квалификации:

- «Атомно-абсорбционный спектральный анализ», «Методические основы атомного спектрального анализа с применением анализатора МАЭС» (УрФУ) - 72й часа с выдачей свидетельств государственного образца;
- «Спектрометрия с индуктивно связанной плазмой» (А.А. Пупышев);
- «Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой (М.А. Большов, Кафедра АХ, МГУ);
- Разработать учебные курсы для повышения квалификации в области спектрального и масс-спектрального анализа для сотрудников производственных лабораторий (В.Б. Барановская, ИОНХ РАН);
- спецкурс «Оптический спектральный анализ» (В.А. Лабусов, Новосибирский ГТУ);К
- курсы по теоретической и практической подготовке к обучению методу хромато-масс-спектрометрии (36 и 72 часа) аналитиков региона с выдачей свидетельств государственного образца (на базе ЦКП Института химии Саратовского ГУ, С.Н. Штыков)

#### *Стимулирование приборных разработок, содействие распространению хороших приборов*

- подготовка докладов на аналитических конференциях, статей. специальных выпусков журналов. посвященных созданию новых отечественных приборов;
- содействие в участии разработчиков во всероссийских конференциях с демонстрацией стендов, действующих моделей, постеров о новых приборах;
- будет продолжена разработка приборного обеспечения методов сцинтилляционного атомно-эмиссионного спектрального анализа, атомно-абсорбционной спектрометрии для одновременного многоэлементного анализа растворов с источником непрерывного спектра и другие (В.А. Лабусов).

#### *Содействие разработке и выпуску реактивов и стандартных образцов*

- продолжится регулярная деятельность по разработке, изготовлению и сертификации СО различного уровня (УрФУ, В.Б. Барановская);

- сбор информации о межлабораторных сличительных испытаниях СО состава (межлабораторных аттестациях), используемых в спектральном и масс-спектральном анализе;
- содействие активному участию лабораторий в аттестации СО. Формирование предложений по выпуску новых СО.

#### **Комиссия по аналитической химии благородных металлов**

- Организация и проведение ежегодного совещания представителей аналитических служб предприятий и организаций отрасли драгоценных металлов (апрель 2017, 2018 гг.), посвященных проблемам аналитического контроля драгоценных металлов (стандарты на методы анализа, СО, новое оборудование, обмен опытом и др.)
- Организация работы и участие в разработке проекта национального стандарта на пробирный метод анализа аффинированного золота с массовой долей золота 99,5 – 99,9% ( в связи с вводом новых марок аффинированного золота);
- Подготовка монографии по современной аналитической химии благородных металлов (группа авторов);
- Участие в работе Отраслевой службы СО. Служба организована в 2013 г. силами аналитиков отрасли. Главные задачи:
  - организация выпуска необходимой номенклатуры

#### **Комиссия по анализу нефтей и нефтепродуктов**

В планах комиссии

- подготовка и проведение семинара «Природные и техногенные примеси в нефти и их влияние на нефтепереработку» на выставке Аналити каЭкспо 2017 (апрель 2017 г.); а также других семинаров по этой теме;
- разработка и внедрение принципиально новых методов исследований и подходов к процессу нефтепереработки;
- Создание единой системы автоматизации нефтеперерабатывающей промышленности;
- Разработка и внедрение нового отечественного оборудования в практику анализа;
- Разработка методик и национальных стандартов, соответствующих современным требованиям;
- Мониторинг требуемого количества специалистов аналитического профиля для предприятий нефтепереработки и нефтеобеспечения;

#### **Санкт-Петербургское отделение**

- Организация конференции «Аналитические приборы» в рамках III Съезда аналитиков России (24 – 29 сентября 2017 г., Москва);
- Организация 21-ой Международной конференции по проточно-инжекционному анализу и родственными методами (03 – 08 сентября 2017 г., Санкт-Петербург);
- Организация и проведение **11-го Международного зимнего симпозиума по хемометрике и Школы для молодых ученых** (26 февраля – 02 марта 2018 г., г. Санкт-Петербург)

## Поволжское отделение

- **Сентябрь- октябрь 2017 г., Саратов:** XII Всероссийская конференция молодых ученых «Современные проблемы теоретической и экспериментальной химии», секция «Аналитическая химия и химическая экология». Организаторы мероприятия (в том числе от НСХА РАН) **Институт химии Саратовского национального исследовательского государственного университета**, от НСХА РАН: проф. Т.Ю. Русанова, проф. С.Н.Штыков. Ответственная за мероприятие **проф. Шиповская А.Б.**, E-mail [shipovskayaab@yandex.ru](mailto:shipovskayaab@yandex.ru)
- **2018 г., Саратов:** мероприятия к датам: 110 лет со дня рождения профессора И.С. Мустафина; 80 лет со дня рождения профессора Р.К. Черновой; 760 лет со дня рождения профессора С.Н. Штыкова;
- **2018 г., Казань:** подготовка к проведению в 2019 г. научно-практической конференции. посвященной 100-летию со дня рождения А.А. Попеля.

### *Издательская деятельность*

- Организация и выпуск в издательстве De Gruyter (Германия) в конце 2017 г.- начале 2018 г. коллективной монографии «Nanoanalytics: Nanoobjects and Nanotechnologies in Analytical Chemistry» под ред. С.Н. Штыкова;
- Организация в 2017 – 2018 гг. и издание спецвыпуска, посвященного применению нанообъектов и нанотехнологий в анализе ( по предложению редакции журнала Analytical Bioanalytical Chemistry). Редактор С.Н. Штыков
- Издание учебника «Фармацевтическая химия» (авторы: А.Ю. Абрамов, А.С. Берлянд, О.А. Богословская, С.Ю. Гармонов, Т.В. Гребенникова, Е.И. Каленикова, Т.В. Максимова, М.А. Морозова, Т.В. Плетенева, А.В. Сыроешкин, Е.В. Успенская, И.И. Шкробнева – М.: Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа», 2017. – 816 с.);
- Издание учебника «Организация и технология испытаний» (авторы: С.М. Горюнова, С.Ю. Гармонов, Л.В. Петухова, Я.В. Денисова, В.Ф. Сопин – Казань.: КНИТУ, 2018. – 350 с.);
- Подготовка учебного пособия «Наноаналитикак». 2018 г. – С.Н. Штыков

### *Курсы повышения квалификации, консультации*

- Организация на базе ЦКП Института химии Саратовского ГУ курсов по теоретическому и практическому обучению метода хроматомасс-спектрометрии аналитиков региона (36 и 72 часа) с выдачей свидетельства государственного образца. Отв. – С.Н. Штыков;
- 2017 г., Самара: аккредитация в соответствии с Европейскими стандартами гарантии качества образования *ESQ-ENQA* дополнительной профессиональной программы (ДПО) «Аналитические методы контроля технологических процессов, качества сырья и товарной прордукции». Отв. – А.Л. Лобачев;
- 2018 г., Самара: Организация курсов повышения квалификации сотрудников предприятий и орагнизаций ПФО по аккредитованной программе ДПО «Аналитические методы контроля технологических процессов, качества сырья и товарной прордукции». Отв. – А.Л. Лобачев;

- Казань: Организация и проведение постоянных консультаций по проблемам аналитического контроля (АО «Татхимфармпрепараты», Казанский завод синтетического каучука, ЗАОЛ «Татспиртпром», Центр химико-аналитических исследований); по приобретению новых приборов и их аналитическим возможностям.

*Участие в работе международных организаций*

- Участие профессора С.Н. Штыкова в работе DAC EuCheMS и в качестве председателя Task Force «Nanoanalytics».

**Северо-Кавказское отделение**

- **21 – 27 мая 2017 г., Краснодар:** 3-я Всероссийская конференция по хроматографии и капиллярному электрофорезу с международным участием. Организаторы: Министерство образования и науки РФ, РАН, ИОНХ им. Н.С. Курнакова РАН, ИСХ РАН, МГУ имени М.В.Ломоносова, Кубанский государственный университет, ЗАО НТЦ «БиАСеп».

E-mail: [info@biasep.ru](mailto:info@biasep.ru); Тел.: (495)922-98-26; Факс: (495)939-35-14

- **27 мая – 02 июня 2018 г., Краснодар:** V Всероссийский симпозиум «Разделение и концентрирование в аналитической химии и радиохимии» Организатор – Комиссия по разделению и концентрированию ИСХ РАН, Кубанский государственный университет

**Уральское отделение**

- **Июнь 2018г., Абзаково:** XI Всероссийская конференция «Химия и медицина» и Молодежная научная школа. (Отв. В.Н. Майстренко)

*Издательская деятельность*

- Подготовка главы «Nanomaterials: electrochemical properties and application in sensors» в коллективную монографию «Nanoanalytics: Nanoobjects and Nanotechnologies in Analytical Chemistry» под ред. С.Н. Штыкова (Изд-во «Walter de Gruyter GmbH») (Х.З. Брайнина, Н.Ю. Стожко);
- Подготовка и рецензирование цикла статей в ведущих российских и зарубежных журналах – 15 шт. (Х.З. Брайнина, В.Н. Майстренко, Н.Ю. Стожко, А.Н. Козицына и др.)

*Курсы повышения квалификации*

- Программа ДПО «Лаборант химического анализа». Профессиональное обучение. Целевая группа – Специалисты с высшим и средним профессиональным образованием (Уральский ФУ-А.И. Матерн);
- Программа ДПО «Стандартизация, подтверждение соответствия и контроль качества лекарственных средств». Профессиональное обучение (Уральский ФУ – А.И. Матерн);
- Организация и проведение
  - профессиональной переподготовки специалистов промышленных предприятий Удмуртской Республики по аналитической химии, метрологии и аккредитации аналитических лабораторий,
  - переподготовки и повышения квалификации рабочих Удмуртской Республики по профессии «Лаборант химического анализа»;

- проверка квалификации лабораторий Удмуртской Республики применительно к объектам окружающей среды (вода питьевая. прородная. почва) посредством межлабораторных сличений ( Ижевск, Удмуртский ГУ, Л.В. Трубачева);

- Разработка на кафедре фундаментальной и прикладной химии Удмуртского университета (Ижевск) спецкурсов: теоретические и феноменологические основы получения и анализа функциональных нанокпозиционных материалов. включая наноразмерные кластеры и комплексонаты, с прирменением методов высокоэнергетических воздействий (С.М. Решетников); исследование равновесий и идентификация комплексов, образующихся в водных растворах солей двух- и трехзарядных металлов с комплексонами и другими комплексообразующими агентами ( В.И. Корнеев); разработка, получение и метрологическая аттестация СО для контроля точности химико-аналитических работ (Л.В. Трубачева).

*Стимулирование приборных разработок, содействие распространению хороших приборов*

- Выход на рынок аналитического комплекса (АК) «Элсенс Эко», предназначенного для определения содержания токсичных элементов в природных, питьевых и сточных водах, почвах, пищевых продуктах и продовольственном сырье.

АК «Элсенс Эко» открывает серию аналитических комплексов «Элсенс»: «Элсенс-Фарма» - для определения основного вещества и примесей в фармацевтических препаратах; «ЭлсенсБио» - для определения в крови антигенов вирусов. антител. мочевины и креатинина, тяжелых металлов; «Элсенс АОА» - многофункциональный анализатор для экспресс-определения антиоксидантной активности пищевых продуктов, биодобавок, лекарственных препаратов, биологических объектов (Уральский ФУ. А.И. Матерн, А.Н. Козицына);

- Создание прототипов новых комплексов для инвазивной и неинвазивной локальной on-site и in-site оценки общего состояния здоровья пациента в критериях: относительно здоров. зона риска, патология (требуется оперативная детальная диагностика) (Уральский ГЭУ, Х.З. Брайнаина, Я.Е. Казаков);

- Разработка процессов «зеленого синтеза» наноструктур для сенсорных технологий (Уральский ГЭУ, Н.Ю. Стожко).

*Разработка и выпуск стандартных образцов*

- Участие в аттестации образцов сталей, чугунов, ферросплавов, хрома, шлака, бронзы (ЗАО Институт стандартных образцов, Екатеринбург) и образца полиметаллической ьруды (ОАО Западно-Сибирский испытательный центр)- К.Ю. Шуняев

*Содействие международным контактам*

- организована стажировка м.н.с. кафедры аналитической химии УрФУ Охохонина А.В. в Университете Кларксон (г. Потсдем, США) сроком на 3 месяца - 15 мая – 15 августа 2017 г. (УрФУ, А.И. Матерн)

### **Сибирское отделение**

- **16 – 20 апреля 2017г., Новосибирск:** 55-я Международная научная студенческая конференция. Организаторы – Новосибирский государственный университет;

- **27 – 29 октября 2017 г., Новосибирск:** XXII Международная экологическая студенческая конференция (МЭСК-2017). Организаторы – Новосибирский государственный университет ;

- **15 – 19 мая 2017 г., Иркутск:** Байкальская школа-конференция по химии. Организаторы: Иркутский ГУ, Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН; ИНХ СО РАН;
- **18 – 23 сентября 2017 г., Иркутск:** Всероссийская конференция «Современные направления развития геохимии», посвященная 60-летию Института геохимии СО РАН и 100-летию со дня рождения Л.В. Таусона.
- **апрель, 2017 г. , Томск:** XIV Международная конференция студентов и молодых ученых «Перспективы развития фундаментальных наук». Организатор - Национальный исследовательский Томский ГУ. Конференция проводится ежегодно.

## КНИГИ

1. Кто есть кто в Российской аналитической химии. Доктора наук / Ред.-составители Ю.А. Золотов, В.И. Широкова. Изд 3-е, перераб. и доп. – М.: ЛЕНАНД. 2016. – 256 с.
2. Определение суммарного содержания однотипных веществ (теория интегральных показателей)/ В.И. Вершинин. Монография. - Омск: Изд-во Омского гос. ун-та, 2016 - 288 с.
3. Сорбционное концентрирование микрокомпонентов в динамических условиях / Г.И. Цизин, М.А. Статкус. - М.: ЛЕНАНД. 2016. – 480 с.
4. Путешествие по миру для встреч с коллегами. Аналитическая химия в лицах / Ю.А. Золотов. – М.: Изд.во «Спутник+». 2016. – 366 с.

## МЕЖДУНАРОДНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ

### 2017

- 05 – 09.03.2017, Chicago, USA: **The Pittsburgh Conference on Analytical Chemistry and Applied Spectroscopy (Pittcon 2017)**
- 05 – 10.03.2017, Albufeira, Portugal: **ECI — Separations Technology IX: New Frontiers in Media, Techniques, and Technologies**
- 18 – 20.03.2017, Xian, China: **The 4th Conference on Sensors and Networks**  
CSN 2017
- 24 – 26.03.2017, Giza, Egypt: **International Conference in Nanotechnology, Biotechnology and Spectroscopy ICNBS Egypt 2017**
- 10 – 13.04.2017, Munich, Germany: **Analytica-Exib.**
- 28 – 29.04.2017:Brussels, Belgium: **HBIM — International Congress : FROM LAB TO PRACTICE: Lab-on-a-Chip & Microfluidics 2017, Biosensors, Microfluidics & Lab-on-a-Chip Technologies**

05 – 08.05.2017, Hainan, China: **IUPAC International Congress on Analytical Sciences (ICAS 2017)**

11 – 13.05.2017, Barcelona, Spain: **4th European Chemistry Congress**

04 – 08.06.2017, Indianapolis, USA: **65th ASMS Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics 2017**

18 – 22.06.2017, Oslo, Norway: **16th EuCheMS International Conference on Chemistry and the Environment (CCE 2017)**

19 – 23.06.2017, CHAMPAIGN-URBANA, ILLINOIS, USA: **International Symposium on Molecular Spectroscopy, 72ND MEETING**

02 – 06.07.2018, Mauritius: **ICPAC-2018 International Conference on Pure and Applied Chemistry**

09 – 14.07.2017, Sao Paulo, Brazil: **46<sup>th</sup> World Chemistry Congress**

10 – 11.07.2017: Berlin, Germany: **3th International Conference on Electrochemistry**

13 – 14.07.2017, Berlin, Germany: **3th International Conference and Exhib. on Advances in Chromatography & HPLC Techniques**

02 – 04.08.2017, Melbourne, Australia: **Analysis Meeting 2017 — Analytical and Bioanalytical Techniques Congress**

27.08.2017 – 01.09.2017, Providence, USA: **International Society of Electrochemistry – 68<sup>th</sup> Annual Meetings**

28.08 – 02.09.2017, Stockholm, Sweden: **19 EuroAnalysis 2017**

29.08.2017 – 02.09.2017, Trondheim, Norway: **11th International Conference on the History of Chemistry (11ICHC)**

30.08 – 01.09.2017, Glasgow, GB: **Surface Enhanced Raman Scattering - SERS: Faraday Discussions**

03 – 08.09.2017, St. Petersburg, Russia: **21<sup>st</sup> International Conference on Flow Injection Analysis and Related Techniques**

08 – 13.09.2017, Santa Fe, New Mexico: 017 SciX Conference (formerly **FACSS**): Annual National Meeting of the Society for Applied Spectroscopy (**SAS**) / The 44<sup>th</sup> Annual North American Meeting of the Federation of Analytical Chemistry and Spectroscopy Societies,

21 – 23.09 2017, Hyderabad: **Analytica Anacon India, Exhib.**

25 – 27.09.2017, Vienna, Austria: **Annual Pharmaceutical Analysis Conference**

25 – 27.09.2017, Atlanta, USA: **5th International Conference on Current Trends in Mass Spectrometry (Mass-Spectrometry 2017)**

02 – 05.10.2017, Moscow, Russia: **7<sup>th</sup> IUPAC International Conference on Green Chemistry**

18 – 19.10.2017, Osaka, Japan: **10<sup>th</sup> Annual Chemistry Congress – Asia Chemistry 2017**

#### **2018**

08 – 13.01.2018, Amelia Island, Florida, USA: **Winter Conference on Plasma Spectrochemistry**

21 – 23.02.2018, Blankenberge, Belgium: **14th Chemistry Conference for Young Scientists (ChemCYS 2018)**

25.02.2018 – 01.03.2018, Orlando, Florida, USA: **The Pittsburgh Conference on Analytical Chemistry and Applied Spectroscopy (PITTCON 2018)**

10 – 13.04.2018, Munchen: **Analytica-Exib.**

27 – 30.05.2018, Lecce, Italy: CMA4CH - 7th edition — **Multivariate Analysis and Chemometry: an essential support for Environment and Cultural Heritage researchers**

29.07 – 02.08.2018, Washington D.C., USA: **48th International Symposium and Exhibit on High Performance Liquid Phase Separations and Related Techniques (HPLC 2018)**

26 – 30.08.2018, Liverpool, United Kingdom: 7th EuCheMS Chemistry Congress

31 .10 – 02.11.2018: Shanghai: **Analytica China – Exhib.**

21 – 26.10.2018, Atlanta, USA: 2018 SciX Conference (**formerly FACSS**): Annual National Meeting of the Society for Applied Spectroscopy (**SAS**) / The 45<sup>th</sup> Annual North American Meeting of the Federation of Analytical Chemistry and Spectroscopy Societies

#### **2019**

17 – 21.03.2018, Philadelphia, Pennsylvania, USA: **The Pittsburgh Conference on Analytical Chemistry and Applied Spectroscopy (PITTCON 2019)**

13 – 18.10.2019, Palm Springs, California : 2019 SciX Conference (**formerly FACSS**): Annual National Meeting of the Society for Applied Spectroscopy (**SAS**) / The 46<sup>th</sup> Annual North American Meeting of the Federation of Analytical Chemistry and Spectroscopy Societies

#### **2020**

12 – 18.01.2020, Tucson, Arizona, USA: **Winter Conference on Plasma Spectrochemistry**

<b>ОГЛАВЛЕНИЕ</b>	
<b>НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ В 2016 Г</b>	<b>6</b>
<b>МЕТОДЫ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ</b>	<b>6</b>
Методы обнаружения и идентификации	6
<b>МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ</b>	<b>7</b>
Гравиметрия	7
Анализ в потоке	8
Биохимические и биологические методы	9
Капиллярный электрофорез и близкие методы	15
Методы локального анализа и анализа поверхности	17
Масс-спектрометрия	17
Микрочипы в аналитике	18
Наноаналитика	19
Рентгеновские методы	21
Спектральные методы	23
Тест-методы	34
Химические сенсоры	34
Хроматографические методы	46
Хромато-масс-спектрометрия	53
Электрохимические методы	56
Элементный анализ органических соединений	71
Ядерно-физические и радиоаналитические методы	72
Другие методы определения	74
<b>МЕТОДЫ РАЗДЕЛЕНИЯ И КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ</b>	<b>74</b>
Сорбция	74
Экстракция	81
Другие методы разделения и концентрирования	85
<b>ОБЩИЕ ВОПРОСЫ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ</b>	<b>86</b>
Автоматизация анализа (Общие решения)	86
Другие общие вопросы	88
История и методология аналитической химии. Терминология	88
Метрология. Стандартные образцы состава	88
Общие вопросы пробоподготовки	90
Пробоотбор	90
Хемометрика, математизация химического анализа	91
Другие общие вопросы	96
<b>АНАЛИТИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ</b>	<b>96</b>
<b>НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СОВЕТА В 2016 Г. ПЛАНЫ НА 2017 – 2018 ГГ.</b>	<b>100</b>
<b>КНИГИ</b>	<b>121</b>
<b>МЕЖДУНАРОДНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ</b>	<b>121</b>