

**Российская академия наук  
Отделение химии и наук о материалах**

**Научный совет  
по аналитической химии**

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

**Отчет за 2018 год**

Москва 2019

*Бюро совета благодарит членов комиссий, отделений совета и организации, представившие материалы в отчет за 2018 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 лауреатов премии совета за 2018 г.**

**Премии 2018 года в номинации  
«За существенный вклад в развитие аналитической химии»  
присуждены**

доктору физико-математических наук, профессору  
**БРЫТОВУ Игорю Александровичу**  
за выдающиеся заслуги в развитии рентгеноструктурного и  
рентгенофлуоресцентного методов анализа

и

доктору химических наук, профессору  
**ДЗАНТИЕВУ Борису Борисовичу**  
за выдающиеся заслуги в разработке экспрессных иммунохимических и  
иммуносенсорных методов определения биологически активных соединений  
и активную работу в Научном совете РАН по аналитической химии

**Молодежные премии 2018 года  
присуждены**

**к.х.н. ГУСЬКОВУ Владимиру Юрьевичу**  
(Башкирский государственный университет)  
за цикл работ «Новые хиральные неподвижные фазы для хроматографии на основе  
супрамолекулярных структур гетероциклических соединений с индуцированной  
хиральностью»

и

**к.х.н. САМОХИНУ Андрею Сергеевичу**  
(МГУ им. М.В. Ломоносова)  
за развитие научного направления, связанного с разработкой математических  
подходов к увеличению достоверности результатов качественного анализа,  
полученных при использовании метода ГХ/МС с электронной ионизацией

Электронный отчет ИСАХ РАН

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

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ПОЗДРАВЛЯЕМ ЛАУРЕАТОВ ПРЕМИИ СОВЕТА ЗА 2018 Г.....</b>	<b>3</b>
<b>НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ В 2018 Г .....</b>	<b>7</b>
<b>МЕТОДЫ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ .....</b>	<b>7</b>
<i>Методы определения .....</i>	<i>7</i>
Спектроскопические методы .....	7
Рентгеновские методы.....	7
Методы элементного анализа.....	12
Атомно-эмиссионные методы .....	12
Методы на базе ИСП-АЭС .....	16
Атомно-абсорбционные методы .....	20
Спектрофотометрические методы .....	26
Методы колебательной спектрометрии.....	32
Общие вопросы спектроскопических методов. Приборы .....	35
Хроматографические и родственные им методы.....	46
Газовая хроматография .....	46
Высокоэффективная жидкостная (в том числе ионная) хроматография .....	49
Хромато-масс-спектрометрия .....	60
Тонкослойная хроматографии (ТСХ) .....	67
Другие хроматографические методы.....	73
Электрохимические методы.....	75
Потенциометрия. Ионоселективные электроды.....	75
Вольтамперометрия.....	82
Электрохимические сенсоры.....	92
Другие электрохимические методы. Приборы .....	95
Биохимические методы .....	98
Другие методы определения .....	110
<i>Методы разделения и концентрирования (без хроматографических). Общие вопросы пробоподготовки.....</i>	<i>112</i>
Сорбционные методы .....	112
Другие методы разделения и концентрирования.....	129
Общие вопросы пробоподготовки.....	130
<i>Методы обнаружения и идентификации.....</i>	<i>132</i>
<b>СПОСОБЫ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ АНАЛИЗА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ. ....</b>	<b>132</b>
<b>ОБЩИЕ ПОДХОДЫ К АНАЛИЗУ .....</b>	<b>132</b>
<i>Анализ в потоке.....</i>	<i>134</i>
<i>Тест-методы и тест-средства анализа .....</i>	<i>135</i>
<i>Химические сенсоры.....</i>	<i>138</i>
<i>Наноаналитика.....</i>	<i>149</i>
<i>Микрочипы. Микрофлюидика.....</i>	<i>154</i>

<i>Локальный анализ</i> .....	155
<i>Хемометрика, математизация химического анализа</i> .....	156
<i>Метрология и стандартизация анализа</i> .....	161
<b>ОБЩИЕ ВОПРОСЫ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ</b> .....	166
<i>История и методология аналитической химии. Терминология</i> .....	166
<i>Общие вопросы аналитического приборостроения</i> .....	169
<b>НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ</b> .....	170
<i>Всероссийские и международные мероприятия, 2018 г.</i> .....	170
<i>Работа комиссий и отделений совета в 2018 г.</i> .....	186
<i>Всероссийские конференции</i> .....	192
<i>План работы комиссий и региональных отделений</i> .....	195
<b>КНИГИ</b> .....	197
<b>МЕЖДУНАРОДНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ</b> .....	199

**НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ В 2018 г**  
**МЕТОДЫ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

**Методы определения**

**Спектроскопические методы**

***Рентгеновские методы***

Для проведения количественного рентгенофлуоресцентного анализа многокомпонентных объектов произвольной формы, содержащих значительные количества лёгких недетектируемых элементов с малым атомным номером предложены уравнения связи, основанные на использовании отношений интенсивностей спектральных линий и пиков когерентно и некогерентно рассеянного характеристического излучения рентгеновской трубки. Использование предложенных уравнений связи обеспечивает высокую точность результатов анализа, в т. ч. в отсутствие адекватных образцов сравнения. Адекватность разработанного подхода подтверждена при определении элементного состава стандартных образцов бронзы и образцов железорудного сырья.

Предложен способ рентгенофлуоресцентного определения некоторых биогенных микроэлементов в растительном лекарственном сырье и витаминно-минеральных комплексах на уровне  $10^{-4}$ - $10^{-3}$  %. Для повышения чувствительности и селективности определения после вскрытия проб ионы кобальта(II), никеля(II) и цинка извлекали из водных растворов с помощью пенополиуретановых сорбентов, химически модифицированных нитрозоафтолом, резорцином и 8-гидроксихинолином. Предложенный подход использован при анализе листьев мать-и-мачехи, крапивы, травы тысячелистника, а также витаминно-минеральных комплексов «Алфавит», «Витрум» и «Мультитабс».

Авторы:	Осколок К. В., oskolok@analyt.chem.msu.ru ; Алов Н.В., alov@analyt.chem.msu.ru
Организация:	МГУ им. М.В. Ломоносова, Химический факультет, Кафедра АХ; Лаборатория спектроскопических методов анализа
Город	Москва
Методы	Рентгеновские методы
Объекты	Минеральное сырье; Фармацевтические препараты

**Разработан способ учета матричных эффектов при определении состава тонкодисперсных микронных и субмикронных включений золота в сульфидных минералах методом рентгеноспектрального электронно-зондового микроанализа (РСМА).** На многих золоторудных месторождениях значительная часть самородного золота находится в виде микро- и тонкодисперсных включений, приуроченных к сульфидным минералам. Существующие методики РСМА не дают возможности уверенно определять содержание Au, Ag и других сопутствующих элементов в объектах анализа, размер которых меньше области генерации рентгеновского излучения (менее 3-5 мкм).

**Основные результаты работы:** Предложен способ определения состава включений золота в матрице сульфидных минералов, размеры которых сопоставимы или меньше области генерации рентгеновского излучения при РСМА. Способ основан на экстраполяции линейного тренда зависимости интенсивности рентгеновского излучения элемента включения и интенсивности излучения элемента матрицы. Обоснование способа выполнено по расчетным зависимостям интенсивностей рентгеновского излучения от размера включений золота в матрице с помощью моделирования траекторий электронов в веществе методом Монте-Карло. Использована модификация трёхмерной Монте-Карло модели (G. Love, M.G.C. Cox, V.D. Scott, A simple Monte Carlo method for simulating electron-solid interactions and its application to electron probe microanalysis. Journal of Physics D: Applied Physics 1977, 10 (1), 7.) взаимодействия электронов с мишенью при РСМА тонкодисперсного золота в сульфидных минералах, которая позволяет проводить оценку влияния матричных эффектов на интенсивность аналитического сигнала в зависимости от размера включений золота и диаметра электронного зонда.

*Finkelshtein A.L., Tatarinov V.V., Finkelstein E.A., Pavlova L.A., Kravtsova R.G. About the assessment of gold concentrations in tiny inclusions within sulfide mineral matrix: An electron microprobe study // X-Ray Spectrometry. 2018;47(6): 423–431.*

<https://doi.org/10.1002/xrs.2967>.

Авторы: Финкельштейн А.Л., [finkel@igc.irk.ru](mailto:finkel@igc.irk.ru); Татаринов В.В., [captain.tatarinov@gmail.com](mailto:captain.tatarinov@gmail.com); Белозерова О.Ю., [obel@igc.irk.ru](mailto:obel@igc.irk.ru)  
Организация: Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, лаборатория рентгеновских методов анализа



Город	Иркутск
Методы	Рентгеновские методы
Объекты	Минеральное сырье

**Разработана методика рентгенофлуоресцентного определения (РФА) основных породообразующих элементов (Na, Mg, Al, Si, P, K, Ca, Ti, Mn и Fe) в донных и торфяных отложениях.** Особенность исследования кернов донных и торфяных отложений - малая масса анализируемого материала. При палеоклиматических исследованиях для достижения высокого временного разрешения керн делится на отрезки (обычно по 1 см), что снижает представляемую на анализ массу до 300-500 мг.

**Основные результаты работы:** Сопоставлено два способа пробоподготовки: сплавление с метаборатом лития (масса навески 100 мг) и прессование исходных порошков на подложке из борной кислоты (масса навески 300 мг). Оптимальным для РФА торфяных отложений является метод прессования, поскольку торфяные отложения содержат значительную часть органического вещества (иногда до 90 мас. %) и при сплавлении ряд микроэлементов (в т. ч. летучие компоненты) может быть потерян. Выполнена оценка влияния гранулометрического состава проб торфяных отложений на погрешность рентгенофлуоресцентного анализа. Отмечено, что для прессованных проб необходимо учитывать влияние крупности частиц порошков. Оценены метрологические характеристики методики. Сопоставление полученных содержаний определяемых элементов методом РФА с результатами анализа методами пламенной атомно-абсорбционной спектроскопии, пламенной фотометрии и спектрофотометрии показало соответствие результатов третьей категории точности количественного химического анализа. С использованием разработанной методики проанализированы образцы керна донных отложений озера Баунт и образцы разреза торфяных отложений поймы реки Сенца, отобранных в районах с минимальной антропогенной нагрузкой. На основании полученных данных рассчитан ряд геохимических индексов, распределение величин которых по глубине керна вместе с данными палинологического анализа, позволило провести уникальные палеоклиматические

реконструкции региональных изменений окружающей среды и климата районов Восточной Сибири.

*Амосова А.А., Чубаров В.М., Пашкова Г.В. Рентгено-флуоресцентный анализ торфяных отложений р. Сенца для палеоклиматических исследований // Вопросы естествознания. - 2018. - № 1 (15). - С. 47-52.*

Авторы:	Амосова А.А., <a href="mailto:amosova@igc.irk.ru">amosova@igc.irk.ru</a> ; Чубаров В.М., <a href="mailto:chubarov@igc.irk.ru">chubarov@igc.irk.ru</a>
Организация:	Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, лаборатория рентгеновских методов анализа
Город	Иркутск
Методы	Рентгеновские методы
Объекты	Твердые объекты: почвы, донные отложения и др.

Аналитическая и структурная химия биологически активных соединений. Выполнено физико-химическое исследование потенциального тиреостатика 5-меркапто-3-фенил-1,3,4-тиадиазол-2-тион калиевой соли, формирующей внешнесферный комплекс переноса заряда в разбавленном хлороформном растворе с координацией двух молекул иода,  $\lg \beta = 7,91$ . Продукт необратимого окисления 5-меркапто-3-фенил-1,3,4-тиадиазол-2-тион калиевой соли выделен и охарактеризован методом монокристаллической рентгеновской дифракции. Установлено, что формирование 5, 5'-дисульфандиилбис(3-фенил-1,3,4-тиадиазол-2(3Н)-тиона), продукта взаимодействия тиамида с иодом в смешанном (этанол:хлороформ 1:1) растворе зависит от природы гетероароматического фрагмента и присутствия двух тиольных групп.

*Victoria A. Ivolgina, Margarita S. Chernov'yants, Spectroscopic and structural investigation of interaction of 5-mercapto-3-phenyl-1,3,4-thiadiazole-2-thione potassium salt with molecular iodine, Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy 199 (2018) 315–321*

Авторы:	Черновьянц М. С. <a href="mailto:chernov@sfedu.ru">chernov@sfedu.ru</a> ; Колесникова Т. С.
Организация:	Южный Федеральный университет, кафедра аналитической химии
Город:	Ростов-на-Дону
Методы:	Рентгеновские методы; Спектрофотометрические оптические методы; Методы колебательной спектроскопии; Масс-

Объекты: спектрометрические и родственные им методы  
Фармацевтические препараты

Теоретически и экспериментально оценены изменения интенсивности рентгеновского излучения аналитических линий и тормозного излучения рентгеновской трубки, рассеянного атомами образца в диапазоне длин волн 0.1-0.7 нм, при выборе оптимальной толщины Al-фильтра. Эксперимент выполнен на кристалл-дифракционном спектрометре S8 TIGER (Rh-анод, Be-окно толщиной 75 мкм, кристалл-анализатор LiF220). Полученные данные показывают, что при толщине Al-фильтра  $\geq 100$  мкм компонента фона, обусловленная рассеянием на образце тормозного первичного излучения рентгеновской трубки в первом порядке отражения, не вносит вклад в регистрируемую интенсивность фона в области длин волн  $CsLa_1$ -линии. Однако интенсивность рассеянного излучения во втором порядке отражения Al-фильтрами ослабляется менее значительно. Исследовано влияние потенциала на рентгеновской трубке на вклад в интенсивность фона тормозного первичного излучения, рассеянного кристалл-анализатором во II-ом порядке отражения. Экспериментально получено, что использование Al-фильтра толщиной 12.5 мкм повышает контрастность регистрируемого излучения  $CsLa_1$ -линии в 1.5 раза по сравнению с измерениями без фильтра при рентгенофлуоресцентном анализе горных пород. Применение фильтров большей толщины приводит к существенному снижению интенсивности аналитической линии Cs. Для излучения  $BaLa_1$ -,  $LaLa_1$ -,  $CeL\beta_1$ - и  $NdLa_1$ - линий использование фильтра не выявило улучшения этого параметра.

*Ревенко А.Г., Суворова Д.С., Худоногова Е.В. Исследование возможности применения фильтров при рентгенофлуоресцентном анализе в длинноволновой области // Аналитика и контроль. 2018. 22(2): 117-127. doi: 10.15826/analitika.2018.22.2.00*

Авторы: Ревенко А.Г., [xray@crust.irk.ru](mailto:xray@crust.irk.ru); Суворова Д.С., [x.ray.darya@gmail.com](mailto:x.ray.darya@gmail.com)  
Организация: Институт земной коры СО РАН, ЦКП ИЗК СО РАН «Геодинамика и геохронология»  
Город Иркутск  
Методы Рентгеновские методы

### *Методы элементного анализа*

#### *Атомно-эмиссионные методы*

Для изучения межэлементных отношений и установления источников поступления потенциально токсичных элементов (Ag, As, B, Ba, Bi, Co, Cd, Cr, Cu, F, Ge, Mo, Mn, Li, Ni, Pb, Sb, Sn, Sr, Tl, V и Zn) в почвы г. Улан-Батор данные о микроэлементном составе 325 проб были обработаны с использованием многомерного статистического анализа. Микроэлементы в поверхностных почвах имеют положительно искажённые распределения, и с помощью факторного анализа разделены на пять групп. Их географическое распределение указывает на значимое антропогенное влияние пыле-аэрозольных выбросов от сжигания угля (теплоэлектростанции и юрточная застройка). Из-за преобладающих направлений ветра (западное и северо-западное) почвы центральной части города загрязняются продуктами горения углей.

- Бямбасурэн Ц., Шабанова Е.В., Корольков А.Т., Васильева И.Е., Очирбат Г., Хуунхэнхуу Б. Распределение микроэлементов в почвах г. Улан-Батор // Известия Иркутского государственного университета». Серия «Науки о Земле». 2018 б. Т. 26. С. 31–45 <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2018.26.31> (in Russian).

- Бямбасурэн Ц, Хүүхэнхүү Б, Очирбат Г, Васильева И.Е., Шабанова Е.В., Цэдэнбалжир Ц., Корольков А.Т. Улаанбаатар хот орчмын байгалийн цэвэр хөрсний микроэлементүүдийн суурь агуулгын судалгаа // *PMAAS: Proceedings of the Mongolian Academy of Sciences*, 2018 а. V. 58, № 2 (226). P. 15-24. DOI: 10.5564/pmas.v58i2.1001.

Авторы: Шабанова Е.В. [shev@igc.irk.ru](mailto:shev@igc.irk.ru); Васильева И.Е. [vasira@igc.irk.ru](mailto:vasira@igc.irk.ru)

Организация: Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, группа атомно-эмиссионных методов анализа и стандартных образцов; Институт физики и технологии Академии наук Монголии

Город:	Иркутск
Методы:	Атомно-эмиссионный анализ
Объекты:	Твердые объекты (почвы, донные отложения и др.)

Впервые при изучении вещества государственных стандартных образцов состава черных сланцев СЧС-1 и СЛГ-1 (месторождение Сухой Лог, Восточная Сибирь) усовершенствованным методом сцинтилляционной дуговой атомно-эмиссионной спектрометрии (САЭС) показано широкое разнообразие минеральных фаз благородных металлов (БМ): самородные, интерметаллиды, сульфосоли, арсениды, теллуриды, селениды и др. В каждом классе соединений оценены число и размеры частиц Au, Ag, Pt, Pd, Rh, Ru, Os и Ir (рис. 2). Число частиц БМ в породе коррелирует с их кларковыми содержаниям в литосфере и увеличивается в образце руды. Методами САЭС и электронного микрозондового анализа (сканирующая электронная микроскопия и рентгеноспектральный микрозондовый анализ, СЭМ-РСМА) в пробах золоторудных месторождений Наталка, Павлик, Ветренское и Дегдекан изучены составы редких минеральных фаз, содержащих БМ. Методом САЭС найдены десятки и сотни частиц-носителей Au, Ag и всех ЭПГ. Разнообразие элементных составов частиц (форм нахождения БМ) существенно превышает список минералов, ранее установленных методом СЭМ-РСМА и другими аналитическими методами. Размеры частиц БМ, рассчитанные методом САЭС и измеренные методом СЭМ-РСМА, близки. Данные САЭС о валовых содержаниях БМ в пробах удовлетворительно согласуются с результатами метода масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой.

- Васильева И.Е., Шабанова Е.В., Горячева Е.М., Соцкая О.Т., Лабусов В.А., Неклюдов О.А., Дзюба А.А. Благородные металлы в образцах черных сланцев золоторудного месторождения Сухой Лог (Восточная Сибирь) по данным метода сцинтилляционной дуговой атомно-эмиссионной спектрометрии // *Геология и геофизика*, 2018. Т. 59, № 8. С. 1238-1253 DOI: 10.15372/GiG20180808 (англ. DOI: 10.1016/j.rgg.2018.07.019)

- Васильева И.Е., Шабанова Е.В., Горячева Е.М., Соцкая О.Т., Лабусов В.А., Неклюдов О.А., Дзюба А.А. Определение благородных металлов в геологических пробах четырех золоторудных месторождений Северо-Востока России //

Журнал аналитической химии, 2018, Т. 73, № 6, С. 433-445 DOI: 10.7868/S004445021806004X (англ. DOI: 10.1134/S1061934818040123)

- *Dzyuba A.A., Labusov V.A., Vasil'eva I.E., Shabanova E.V.* Optical efficiency and spectral resolution of the Grand, Grand-1500, and STE-1 Spectrometers // *Inorganic materials*, 2018. V. 54, № 14. P. 94-98. (англ. DOI: 10.1134/S0020168518140091)

Авторы:	Шабанова Е.В. <a href="mailto:shev@igc.irk.ru">shev@igc.irk.ru</a> ; Васильева И.Е. <a href="mailto:vasira@igc.irk.ru">vasira@igc.irk.ru</a>
Организация:	Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, группа атомно-эмиссионных методов анализа и стандартных образцов; Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н.А. Шило ДВО РАН; Институт автоматики и электрометрии СО РАН
Город:	Иркутск, Магадан, Новосибирск;
Методы:	Атомно-эмиссионный анализ Рентгеновские методы: рентгеновский микрозондовый анализ; Масс-спектрометрия с ИСП
Объекты:	Минеральное сырье; Благородные металлы

Проведена оценка аналитических возможностей прямого метода сцинтилляционного атомно-эмиссионного определения Au, Ag, Pd и Pt в рудах и горных породах с возбуждением в двухструйном дуговом плазматроне (САЭС-ДДП). Оптимизированы условия возбуждения, регистрации сцинтилляционных спектров и обработки спектральной информации, полученной с использованием в качестве источника возбуждения спектров ДДП и спектрометра «Гранд» («ВМК Оптоэлектроника», Россия). Проведена оценка нулевого порога обнаружения ( $Pr_0$ ) БМ методом САЭС-ДДП и изучено влияние компонентов основы на результаты КХА. Для построения градуировочных графиков предложено использовать единый образец сравнения на основе графитового порошка (ГП) и платинового концентрата (КП-1) с добавкой щелочного гранита (СГЗ) в соотношении ГП : СГЗ - 3:1. Правильность результатов САЭС-ДДП определения БМ проверяли с использованием стандартных образцов (СО) руд с различным матричным составом и содержанием БМ.

Изучено влияние потенциалов ионизации матричных элементов на АС примесей при атомно-эмиссионном анализе растворов с возбуждением в

микроволновой плазме (АЭС-МП). В связи со значительными матричными влияниями в АЭС-МП при градуировке основные компоненты проб вводят в растворы образцов сравнения (ОС). Установлено, что чем выше потенциал ионизации матричного элемента, тем меньше изменяются АС примесей в его присутствии. Например, в образцах на основе цинка ( $E_{\text{ион}} = 9.3$  эВ) возможно определение примесей без введения цинка в растворы ОС. Матричные элементы с потенциалом ионизации ниже 6 эВ значительно изменяют АС примесей. Чем выше энергия возбуждения атомной линии примеси (или сумма энергий возбуждения и ионизации для ионных линий), тем сильнее занижение АС. Причиной является изменение параметров МП в зависимости от потенциалов ионизации матричных компонентов проб. Для расчета концентрации аналитов в пробах с неизвестной матрицей предложено использовать метод мультиэнергетической калибровки (МЭК). Метод основан на предположении, что величина матричного эффекта для различных линий одного элемента одинакова, а зависимость АС от концентрации линейна. МЭК изучен на растворах, содержащих цинк и натрий в концентрации 0,8 % мас. Установлено, что для цинка метод МЭК дает вполне удовлетворительные результаты, тогда как в присутствии натрия элементы с высокими значениями потенциалов возбуждения и ионизации, такие как As, Bi, Hf, Nd, Pr, Sm, Ta, Tb и Te невозможно определить количественно методом МЭК.

Разработана комбинированная АЭС-ДПТ методика анализа высокочистого диоксида германия. Использование комбинированных методик, включающих концентрирование микропримесей отгонкой матричных элементов, позволяет устранить мешающие матричные влияния и снизить пределы обнаружения (ПО) аналитов. Отгонку германия проводили в микроволновой печи Mars 5 в двухкамерных автоклавах, в качестве галогенирующих агентов использовали растворы HCl и HF марки ос.ч. Содержание германия в концентратах после 60-70 мин. выдержки при 180°C не превышало 2%.

Концентраты выпаривали на 50 мг графитового порошка (ГП) марки ос.ч. с добавлением 4% мас. NaCl. Анализ проводили с использованием АЭС-ДПТ на базе спектрографа PGS-2 («Карл-Цейс», Германия), оснащенного МАЭС («ВМК-Оптоэлектроника», Россия), и дугового генератора «Везувий» (ток дуги 13 А). Образцы сравнения для построения градуировочных графиков готовили на основе

ГП, с введенными из растворов аналитами. Установлено, что в концентрате до 47 элементов-примесей: Ag, As, Au, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, Hf, Hg, In, K, Li, Mg, Mn, Mo, Nb, Pb, Sb, Sn, Ta, Te, Ti, W, Zn, Zr и РЗЭ сохраняются на уровне 80 – 100%. Пределы обнаружения находятся в диапазоне от  $n \cdot 10^{-8}$  до  $n \cdot 10^{-5}$  % масс. Относительная погрешность не превышает 15-25 %.

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

### ***Методы на базе ИСП-АЭС***

Разработаны методики определения *Ti, Si, P, Al, Cu, Mo, V, Sn, Zr* в ферротитане, *Ni, Fe, Cu, Co, As* ферроникеле, *Si, Cr, P* ферросиликохроме, *Zr, Si, Al, P, Cu* ферросиликоцирконии и *Mn, Si, P* в ферросиликомарганце методом атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой, включающие микроволновую подготовку проб. Подобраны эффективные реакционные смеси для перевода в раствор проб ферросплавов в автоклаве в условиях микроволнового нагрева, оптимизированы температурно-временные режимы нагрева, позволяющие перевести образцы в раствор без потерь определяемых элементов. Из-за пассивации титана и хрома азотной кислотой, входящей в состав реакционной смеси, растворение ферротитана и ферросиликохрома предложено проводить в два этапа. Для улучшения метрологических характеристик определения элементов в ферросплавах использовали суммарные значения интенсивностей двух аналитических линий или метод внутреннего стандарта, в качестве которого использовали иттрий или кадмий. Оценку правильности разработанных методик осуществляли с помощью стандартных образцов состава ферросплавов и сопоставлением с данными, полученными стандартными методами. Разработанные методики характеризуются



высокой прецизионностью, в 7 – 18 раз сокращают продолжительность анализа, уменьшают расход реактивов за счет определения всех нормируемых элементов в одной навеске пробы

С использованием метода атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой разработана универсальная методика определения примесных элементов (Al, B, Ce, Co, Cr, Cu, Hf, Fe, Mg, Mn, Mo, Nb, Si, Ta, Ti, W, V, Zr), позволяющая экспрессно, без предварительного отделения матрицы с хорошими метрологическими характеристиками и без использования твердых стандартных образцов состава определять указанные элементы в широком диапазоне концентраций от 0,0005 до 10% в жаропрочных никелевых сплавах типа АЖК. Относительное стандартное отклонение (Sr) составляет 0,05-0,005 при содержании элементов от 1 до 10% и не превышает 0,15 при содержании элементов от 0,0005 до 0,1%.

Разработанная универсальная методика использована для определения химического состава никелевого сплава. Методика может использоваться для корректировки технологии выплавки заготовок с использованием дуплекс процесса - вакуумно индукционная – вакуумно дуговая печь. Такие заготовки используются для дальнейшего центробежного распыления и получения порошков для аддитивных технологий.

Авторы:	Волченкова В.А., <a href="mailto:volch.v.a@mail.ru">volch.v.a@mail.ru</a>
Организация:	Институт металлургии и материаловедения им. А.А Байкова РАН, лаборатория диагностики материалов и аналитическая лаборатория,
Город:	Москва
Методы:	Атомно-эмиссионный анализ
Объекты:	Металлы и сплавы

Проведена разработка методик определения элементного состава твердых образцов различного типа с использованием неводных суспензий (этиленгликоль, глицерин). Проведен анализ медных и медно-цинковых руд из различных месторождений Южного Урала с использованием неводных суспензий в сочетании с методом ИСП-АЭС, анализ природных и питьевых вод, в том числе

высокоминерализованных. Разработаны новые методики и проведен сравнительный анализ отечественных и зарубежных лекарственных препаратов и витаминно-минеральных комплексов.

Авторы:	Проскурнин М.А. <a href="mailto:proskurnin@gmail.com">proskurnin@gmail.com</a>
Организация:	МГУ им. М.В. Ломоносова, Химический факультет, кафедра аналитической химии. лаборатория спектроскопических методов анализа
Город:	Москва
Методы:	Атомно-эмиссионные методы
Объекты:	Минеральное сырье; Природные и питьевые воды; Фармацевтические препараты

Совместно с НИЦ «Курчатовский институт» - ЦНИИ КМ «Прометей» разработана методика определения Si, Cr, Mn, Fe, Ni, W в наплавочных материалах на основе кобальта методом АЭС-ИСП после микроволновой пробоподготовки в автоклаве. Применение Sc в качестве внутреннего стандарта при определении Cr и W позволило существенно повысить прецизионность измерений.

Разработаны методики определения Al, Si, V, Cr, Fe, Ni, Cu, Zr, Nb, Mo, а также Ru методом АЭС-ИСП в экспериментальных титановых сплавах объемно легированным рутением. Установлено межэлементное влияние элементов основы на аналитический сигнал определяемых элементов, оптимизированы условия пробоподготовки, позволяющие исключить потери летучих соединений рутения, сократить продолжительность анализа, расширить перечень определяемых элементов и диапазон определяемых концентраций по сравнению со стандартными методиками.

Разработаны методики определения Ti, Cr, Fe, Co, Ni, W в вольфрамсодержащем шламе (от  $n \cdot 10^{-2}$  % масс. до десятков процентов). Рассчитаны пределы обнаружения (от  $3 \cdot 10^{-5}$  до 0,04 % масс.) и оценены нижние границы определяемых содержаний (от  $4 \cdot 10^{-4}$  до 0,06 % масс.) Ti, V, Cr, Fe, Ni, Cu, Zn, Ta. Вследствие отсутствия стандартных образцов состава вторичного вольфрамсодержащего шлама для оценки правильности применяли метод добавок. Правильность определения W в шламе контролировали, используя СО ферровольфрама Ф18.

Авторы:	Ермолаева Т.Н. <a href="mailto:ermolaeva@stu.lipetsk.ru">ermolaeva@stu.lipetsk.ru</a> ; Вячеславов А.В.
---------	---

Организация:	avyacheslavov@icloud.com (ЦНИИ КМ «Прометей»); Липецкий государственный технический университет, кафедра химии; НИЦ «Курчатовский институт» - ЦНИИ КМ «Прометей»
Город:	Липецк; Санкт-Петербург
Методы:	Атомно-эмиссионный анализ
Объекты:	Металлы, сплавы и другие продукты металлургического производства

Стёкла системы Ga-Ge-As-Se перспективны для создания полностью волоконно-оптических высокочувствительных сенсоров излучения среднего ИК-диапазона. Важная задача при этом состоит в контроле матричного состава получаемых стёкол. Разработана методика высокоточного определения матричных элементов стёкол системы Ga-Ge-As-Se методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой (АЭС-ИСП). В качестве метрологического обеспечения создан набор стандартных растворов с мольной долей Ga от 0.0114 до 0.0793, Ge от 0.01661 до 0.2407, As от 0.1437 до 0.1769 и Se от 0.5677 до 0.6456 (от суммарного количества Ga, Ge, As и Se). Стандартные растворы готовили растворением Ga, Ge, As и Se, взятых в виде простых веществ чистотой не ниже 4N, в смеси хлористоводородной, фтористоводородной и азотной кислот. Химическую чистоту исходных веществ контролировали методами атомно-эмиссионной и масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. Подобранные условия приготовления стандартных растворов обеспечивали отсутствие статистически значимых потерь перечисленных элементов в процессе растворения и химическую устойчивость в течение длительного времени (минимум 1-го года). Разработанная методика анализа и созданные стандартные растворы позволяют экспрессно определять матричные элементы стёкол системы Ga-Ge-As-Se с неопределённостью на уровне 0.1 мол. % ( $P = 0.95$ ). При определении матричных элементов метод АЭС-ИСП по точности результатов анализа и экспрессности не уступает рентгеновским методам и не требует набора идентичных пробам стандартных образцов состава. С помощью разработанных методик возможно анализировать пробы малой массы (порядка нескольких миллиграммов), что принципиально при исследовании дорогостоящих материалов (например, изотопно-обогащённых материалов), или когда масса пробы ограничена

(например, волокна). Разработанная методика анализа интенсивно применяется в ИХВВ РАН.

Авторы:	Евдокимов И.И., iliya@citydom.ru; Пименов В.Г., pim@ihps
Организация:	Институт химии высокочистых веществ
Город:	Нижний Новгород
Методы:	Атомно-эмиссионный анализ
Объекты:	Неорганические соединения (в том числе особо чистые вещества и полупроводниковые материалы)

Для рассмотрения возможности определения региональной и сортовой принадлежности красных вин исследовано 144 образца красных сухих вин наименований “Каберне” и “Мерло”, произведенных на территории основных винодельческих предприятий географических зон Краснодарского края. Содержание микро- и макроэлементов в винах определяли методом АЭС-ИСП. Хемометрические исследования проводили методами дискриминантного анализа и деревьев классификации. Предложены адекватные математические модели идентификации сорта винограда и региона его произрастания. Разработан программный продукт, который автоматизирует необходимые вычисления.

Авторы:	Темердашев З.А. temza@kubsu.ru
Организация:	Кубанский государственный университет, кафедра аналитической химии
Город:	Краснодар
Методы:	Атомно-эмиссионный анализ; Хемометрика, математизация химического анализа
Объекты:	Пищевые продукты

### ***Атомно-абсорбционные методы***

Проведена квантовохимическая оценка эффективности действия сорбента-модификатора-тугоплавкого карбида циркония при определении As, Cd, Pb, Sb Se и Te методом атомно-абсорбционной спектроскопии с генерацией гидридов. Изучена природа связывания атомов аналитов. Определены структурные особенности образующихся сорбционных комплексов.

Обоснованы составы и условия синтеза перманентных сорбентов-модификаторов на основе активированного угля, содержащих цирконий, вольфрам,

иридий или их смеси. Методом термодинамического моделирования спрогнозировано формирование в графитовой печи тугоплавких карбидов вольфрама и циркония, а также металлического иридия. Изучены закономерности протекания термохимических процессов на стадии предварительной термической обработки и атомизации в графитовой печи с участием танталсодержащих химических модификаторов на основе активированного угля и определяемых элементов (As, Bi, Cd, Sb, Se и Te). Проведены исследования температурных закономерностей концентрирования газообразных гидридов As, Bi, Sb, Sn и Se в графитовой печи с танталсодержащим сорбентом-модификатором на основе активированного угля. Установлены наиболее оптимальные температуры нагрева (400–700°C) накопления гидридов. Исследованы закономерности термохимических взаимодействий аналитов с участием химических модификаторов на основе церия и магния при электротермическом атомно-абсорбционном определении As, Cd, Pb, Mn.

Изучены закономерности формирования аналитических сигналов Cu, Pd и Hg в присутствии силикагельной матрицы – основы сорбционного материала для твердофазной экстракции элементов. Установлено негативное влияние больших размеров частиц сорбционного материала на закономерности формирования аналитических сигналов определяемых элементов, которое проявляется в виде высокого уровня фонового сигнала в режиме холостого опыта. Предложены условия устранения мешающего влияния с использованием пониженных температур атомизации Pd и Cu. Разработана методика анализа природных и питьевых вод после твердофазной экстракции Cu, Hg и Pd силикагелями, модифицированными органическими реагентами, и последующим ЭТААС определением элементов с дозированием суспензий сорбентов. Пределы обнаружения (3s) и предел определения (10s) при определении составили 5 и 16 (нг/л) для палладия, 18 и 50 (нг/л) для ртути и 1,5 и 5 (нг/л) для меди. Фактор концентрирования элементов в пробе, рассчитанный как отношение масс исходной пробы воды и массы сорбента составил 20000.

Авторы:	Бурылин М.Ю. <a href="mailto:burylin@chem.kubsu.ru">burylin@chem.kubsu.ru</a>
Организация:	Кубанский государственный университет, кафедра аналитической химии

Город:	Краснодар
Методы:	Атомно-абсорбционный анализ
Объекты:	Неорганические соединения

Проведено квантовохимическое обоснование применения железо-и кобальтсодержащих химических модификаторов на основе активированного угля для ЭТААС определения As, Cd и Pb в ряде объектов окружающей среды. Методами термодинамического моделирования и квантовохимических расчетов показана эффективность предложенных составов химических модификаторов для термостабилизации исследуемых легколетучих элементов при ЭТААС определении аналитов. Для разработки методик ЭТААС определения элементов изучены и описаны термохимические процессы взаимодействия разработанных химических модификаторов с аналитами в графитовой печи электротермического атомизатора. На основе проведенных исследований разработана схема определения As, Cd, Pb в пробах морских водорослей и почвах с использованием железо- и кобальтсодержащих химических модификаторов на основе активированного угля.

Авторы:	Цюпко Т.Г., <a href="mailto:tsytko@inbox.ru">tsytko@inbox.ru</a>
Организация:	Кубанский государственный университет, кафедра аналитической химии
Город:	Краснодар
Методы:	Атомно-абсорбционный анализ
Объекты:	Неорганические соединения в объектах окружающей среды

Разработана методика ААС определения золота и палладия в горных породах и рудах с концентрированием на вольфрамовом зонде (ЭТААС-ДЗА). Проведено исследование возможностей многократного концентрирования Au и Pd на вольфрамовый зонд. Ранее было установлено, что эффективность улавливания на зонд различных благородных металлов (БМ) составляет от 15% до 35%. Одним из способов снижения пределов обнаружения (ПО) БМ является многократное осаждение аналитов на зонд. Установлено, что для разбавленных растворов при многократном осаждении на зонд аналитический сигнал (АС) БМ растет пропорционально, а уровень фона остается неизменным. Однако для суспензий

геологических образцов имеет место подавление АС из-за высокого (до n % масс.) содержания Cu, Fe, Ni и др. Использование метода ДЗА позволяет снизить ПО за счет многократного дозирования пробы и селективного осаждения аналита на электрод. Так, при 5-кратном осаждении АС БМ возрастает в ~ 4 раза, что позволило снизить ПО до  $3 \times 10^{-3}$  для Au и  $7 \times 10^{-3}$  мкг/г для Pd. Правильность методики ЭТААС-ДЗА была проверена с использованием стандартных образцов: РМО-5, СЗХ-3 и СОП-2-90 (табл. 2.2.). Принимая во внимание простоту и экспрессность предложенного способа, его использование представляют интерес для оценки перспективности месторождений благородных металлов.

Предложена методика косвенного ААС определения хлора в оксидах металлов. Навески образцов оксидов массой 20 – 40 мг растворяли в смеси  $\text{HNO}_3$  и  $\text{H}_2\text{O}_2$ . После разложения образцов отбирали аликвоты 0.1 – 2 мл (в зависимости от содержания хлора) и добавляли по 1 мл азотнокислого раствора серебра (~ 200 мкг/мл) для образования осадка  $\text{AgCl}$ . Затем методом пламенной ААС определяли концентрацию Ag в растворе над осадком. По разности введенного и найденного Ag рассчитывали содержание хлорид-иона в осадке  $\text{AgCl}$ . Градуировку проводили с использованием растворов сравнения (5 – 20 мкг/мл Ag). Общая случайная погрешность определения хлора характеризуется величиной относительного стандартного отклонения 0,10.

Разработана методика пламенно-фотометрического (ПФ) определения натрия и бария в кристаллах бората бария-натрия. Для прецизионного ПФ определения основного состава монокристаллов бората бария-натрия навески истертых кристаллов 30-40 мг растворяли в 3-х мл разбавленной азотной кислоты, разбавляли бидистиллятом. Влияние бора и бария на АС натрия изучали их введением в анализируемые растворы. Установлено что бор и барий снижают АС натрия. Для исключения влияния использовали спектрохимический буфер – раствор хлорида лантана (5%), который добавляли к анализируемым растворам и растворам сравнения. Эффективность такого способа доказана путем анализа на содержание натрия модельных растворов, имитирующих состав реальных образцов. Влияния натрия и бора на АС бария не обнаружено. Правильность результатов подтверждена сопоставлением результатов полученных ПФ и ИСП-АЭС методами.

Авторы:	Сапрыкин А.И. <a href="mailto:saprykin@niic.nsc.ru">saprykin@niic.nsc.ru</a>
Организация:	Институт неорганической химии СО РАН, аналитическая лаборатория
Город:	Новосибирск
Методы:	Атомно-абсорбционный анализ
Объекты:	Минеральное сырье. Благородные металлы. Неорганические соединения (в том числе особо чистые вещества и полупроводниковые материалы)

## Методы молекулярного анализа

### *Люминесцентные методы*

На основании оценки влияния мицелл поверхностно-активных веществ и наночастиц серебра на эффективность переноса энергии в лантанидных комплексах некоторых тетрациклинов, фторхинолонов, и флуниксина предложен подход к повышению чувствительности определения и снижения предела обнаружения указанных биологически активных веществ методом сенсibilизированной флуоресценции в хелатах с ионами европия и тербия в присутствии нанообъектов и дано обоснование наблюдаемых эффектов. Показано, что усиление сигнала сенсibilизированной флуоресценции хелатов РЗЭ в присутствии наночастиц серебра (донор энергии) является результатом переноса энергии возбуждения, который реализуется за счет перекрывания спектров локального поверхностного плазмонного резонанса и возбуждения лиганда антибиотика, сорбированного на поверхности наночастицы. В результате воздействия на антибиотик внешнего источника излучения и локального поля поверхностного плазмона наночастицы возрастает эффективность возбуждения тетрациклина и внутримолекулярного переноса энергии в хелате европия и растет интенсивность сенсibilизированной флуоресценции на два порядка. Выявлено дифференцирующее влияние липофильности антибиотика на интенсивность сенсibilизированной флуоресценции аналитических систем в присутствии различных нанообъектов.

Выявлены и интерпретированы особенности реакции комплексообразования флуниксина в мицеллярных средах неионогенных ПАВ, связанные с изменением



протолитических свойств флуниксина и увеличением устойчивости его разнолигандного комплекса с  $Tb^{3+}$ . Установлено, что солубилизация хелата в мицеллах неионных ПАВ Triton X-100 способствует возрастанию интенсивности сенсibilизированной флуоресценции. Проведение реакции на силикагеле «Сорбфил АТСХ» позволяет осуществить определение флуниксина в тестовом режиме в диапазоне  $1 \cdot 10^{-4} \text{ М} - 1 \cdot 10^{-2} \text{ М}$  с пределом обнаружения  $5 \cdot 10^{-5} \text{ М}$ .

Показано влияние природы мицелл поверхностно-активных веществ на флуоресцентные свойства пefлоксацина и его комплекса с ионами тербия на поверхности фильтровальной бумаги «синяя лента». Найдены оптимальные условия определения пefлоксацина в интервале  $1 \cdot 10^{-8} - 1 \cdot 10^{-5} \text{ М}$  в присутствии мицелл Бридж-35 М.

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

Продолжено развитие метода «отпечатков пальцев», основанного на добавлении к объекту флуорофоров разной природы и регистрации спектра их эмиссии («флуоресцентный язык»). Компоненты объекта по-разному влияют на интенсивность эмиссии добавляемых флуорофоров, что позволяет различать объекты близкого состава. Особенность данного варианта метода – добавление флуорофоров к анализируемым образцам, позволяющее различать их более эффективно, чем при использовании только собственной флуоресценции объекта. Обнаружено, что для некоторых объектов применение только одного флуорофора позволяет обеспечить удовлетворительное дискриминирование образцов. Методические вопросы развития метода отработывали на примерах различения объектов разной природы (виски, мед, плазма крови сельскохозяйственных животных, соки, напитки).

Авторы:	Беклемишев М.К., <a href="mailto:beklem@inbox.ru">beklem@inbox.ru</a>
Организация:	МГУ им. М.В. Ломоносова, Химический факультет, кафедра аналитической химии, лаборатория кинетических методов

Город:	анализа Москва
Методы:	Люминесцентные методы
Объекты:	Пищевые продукты; Биологические объекты

Продолжены исследования влияния условий синтеза, структуры продуктов на спектрально-люминесцентные свойства люминесцирующих композиций на основе оптических полимеров, неорганических полупроводников и комплексов металлов, оксидов иттрия и алюминия, легированных ионами лантаноидов, в качестве предшественников люминесцирующей керамики.

Авторы:	Темерев С.В., temerev@mail.ru
Организация:	Алтайский государственный университет
Город:	Барнаул
Методы:	Аналитические приборы
Объекты:	Полимеры; неорганические соединения

### ***Спектрофотометрические методы***

Проведен анализ образцов черного чая с использованием разных вариантов метода FRAP (спектрофотометрия в видимой области). Суммарное содержание ( $c_{\Sigma}$ ) фенольных антиоксидантов (ФА) определяли на уровне  $10^{-3}$  моль/г в двух независимых лабораториях, применяя разные реагенты (*o*-фенантролин и 2,2'-дипиридил) и разные времена экспозиции (60 и 10 мин). Результаты анализа ( $c^*$ ) в пересчете на разные стандарты (галловую и аскорбиновую кислоты) характеризуют антиоксидантную активность чая (АОА). Для ряда образцов расхождения результатов анализа в моль-экв/г были статистически достоверны, но во всех случаях они не превышали 20 % отн. Показано, что в чайных настоях нет веществ, снижающих чувствительность определения ФА, в частности комплексантов. Интервальные оценки  $c_{\Sigma}$  рассчитывали по значениям  $c^*$  с учетом внутригрупповой селективности сигналов. Полученные интервалы возможных значений  $c_{\Sigma}$  на порядок шире доверительных интервалов, вычисляемых по Стьюденту. Приблизительное совпадение интервалов, полученных с применением

разных методик измерения сигналов и разных  $X_{ст}$ , позволяет считать метод FRAP пригодным не только для вычисления интегрального показателя АОА, но и для объективной оценки суммарного содержания ФА в чае. Предложено использовать метод FRAP как способ контроля качества чая, менее чувствительный к влиянию посторонних веществ, чем традиционно применяемый в контрольно-аналитических лабораториях метод Фолина-Чокальтеу. Выражение результатов анализа чая по методу FRAP без пересчета на  $X_{ст}$  обеспечивает их метрологическую корректность. Для снижения неопределенности результатов анализа необходимо дальнейшее сближение коэффициентов чувствительности при определении индивидуальных ФА методом FRAP.

Авторы:	Вершинин В.И., <a href="mailto:vyvershinin@yandex.ru">vyvershinin@yandex.ru</a> ; Цюпко Т.Г. <a href="mailto:tsytko@inbox.ru">tsytko@inbox.ru</a>
Организация:	Омский государственный университет, кафедра аналитической химии при участии Кубанского государственного университета, кафедры аналитической химии
Город:	Омск
Методы:	Спектрофотометрические оптические методы. Метрология и стандартизация анализа
Объекты:	Пищевые продукты

На основе иммобилизованных в желатиновый гель реагентов ряда тригидроксифлуоронов (бромпирогаллоловый красный, БПГК) получены прозрачные, механически прочные, простые в изготовлении, стабильные при длительном хранении полимерные пленки для определения тяжелых металлов и белков. Исследовано взаимодействие БПГК, иммобилизованного в желатиновую матрицу, с белками альбуминовой и глобулиновой фракций. Разработана и апробирована методика спектрофотометрического определения белков в биологических жидкостях по реакции и БПГК. Проведена метрологическая экспертиза методики, по результатам которой она включена в Государственный реестр аттестованных методик (Свидетельство об аттестации методики измерений от 27.04.2018 № СМИ 02067847.04.RA.RU.311345–2018). Разработана методика сорбционно-спектроскопического определения общего белка в биологических жидкостях с использованием чувствительных элементов на основе БПГК, модифицированных в отвержденный желатиновый гель. Сопоставлены

метрологические характеристики методик спектрофотометрического и сорбционно-спектроскопического определения белков по реакции с БПГК.

Авторы:	Починок Т.Б. pochinokt@chem.kubsu.ru
Организация:	Кубанский государственный университет, кафедра аналитической химии
Город:	Краснодар
Методы:	Спектрофотометрия
Объекты:	Биологические и медицинские объекты

Спектрофотометрическим методом изучено влияние рН и времени на изменение спектров поглощения молекулярной и диссоциированной по первой гидроксигруппе форм четырех флавоноидов – кверцетина, рутина, морина и нарингенина. Показано, что молекулярная форма кверцетина (рН 3-6) устойчива в водном растворе в течение 10 минут, а спектр поглощения и оптическая плотность диссоциированной формы (рН 8-10) в зависимости от рН быстро изменяются уже в первую минуту. Интенсивность поглощения света молекулярной и диссоциированной форм рутина, морина и нарингенина практически не изменяются на протяжении 10-20 минут. Установлено, что добавление в раствор сульфита натрия для удаления кислорода позволяет предотвратить окисление по ОН-группе в положении 3 и стабилизировать оптическую плотность кверцетина в первые 1-2 минуты, что позволяет изучать его протолитические свойства в щелочной среде, сорбцию на магнетите и взаимодействие с другими веществами.

Авторы	Штыков С.Н., shtykovsn@mail.ru
Организация	Саратовский государственный университет, кафедра аналитической химии и химической экологии
Город	Саратов
Методы	Спектрофотометрические оптические методы
Объекты	Пищевые продукты; Фармацевтические препараты

Разработана методика количественного спектрофотометрического определения папаверина в лекарственных препаратах на основе реакции образования окрашенного ионного ассоциата папаверина с титаном (IV) и бромпирогалловым красным. Определены условия образования комплекса

$\{[TiO(H_2R)_2]^{2-} \cdot 2PP^+\}$ . Установлено, что введение папаверина в раствор анионного комплекса Ti-БПК приводит к батохромному смещению до 640 нм с одновременным гиперхромным смещением. Величина коэффициента молярного поглощения ( $\epsilon = 8800$ ) свидетельствует о достаточной чувствительности реакции. Специфичность реакции по отношению к папаверину позволяет проводить определение без отделения сопутствующих компонентов. Методика отличается высокой чувствительностью, простотой техники выполнения эксперимента, доступностью для массовых исследований, не требует использования токсичных реагентов. Полученные результаты характеризуются хорошей сходимостью ( $S_r = 0,007 - 0,02$ ) и правильностью.

Определены оптимальные условия образования и экстракции малорастворимого ионного ассоциата димедрола с анионным комплексом молибден-галлеин. Установлено, что тройной комплекс экстрагируется бутанолом при pH 4–7. При этом в присутствии димедрола углубляется интенсивность окраски, что проявляется в спектрах поглощения в виде гиперхромного и батохромного смещения. Определены некоторые физико-химические характеристики комплекса, изучена селективность реакции, предложена вероятная схема комплексообразования. Установлено, что комплекс молибден–галлеин–димедрол образуется при соотношении компонентов 1 : 2 : 2. Разработана методика экстракционно-спектрофотометрического определения димедрола в растворах для инъекций и таблетках ( $S_r = 0.015 - 0.020$ ). Диапазон линейности градуировочного графика 0.02–0.20 мг/мл.

Авторы:	Мирзаева Х.А.; Гамзаева У.Г. <a href="mailto:ulzana_g@mail.ru">ulzana_g@mail.ru</a>
Организация:	Дагестанский государственный университет. кафедра аналитической и фармацевтической химии
Город:	Махачкала
Методы:	Спектрофотометрические оптические методы; Жидкостная экстракция
Объекты:	Фармацевтические препараты

Отработана методика спектрофотометрического определения флавоноидов (кверцетина, рутина) в этанольных растворах. Изучены хроматографические свойства индивидуальных соединений флавоноидов (кверцетин, (+)-катехин, нарингин и рутин) и их смесей методом ТСХ в водно-органической подвижной

фазе на основе этилацетата и н-бутанола. Определено содержание флавоноидов в этанольных экстрактах, полученных из плодов софоры японской и фиточая «Нефрофит».

Авторы:	Беланова Н.А., <a href="mailto:belanovana@mail.ru">belanovana@mail.ru</a>
Организация:	Воронежский государственный университет, кафедра аналитической химии
Город:	Воронеж
Методы:	Спектрофотометрические оптические методы; Тонкослойная хроматография
Объекты:	Фармацевтические препараты

Методом спектрофотометрии экспериментально рассчитаны рК функциональных групп синтетических красителей (E102, E110, E122, E123, E124, E127, E131, E132, E133, E142). Методом ИК-спектроскопии и сканирующей силовой микроскопии исследованы структуры полиимидных пленок с молекулярными отпечатками синтетических красителей.

Авторы:	Зяблов А.Н., <a href="mailto:alex-n-z@yandex.ru">alex-n-z@yandex.ru</a>
Организация:	Воронежский государственный университет, кафедра аналитической химии
Город:	Воронеж
Методы:	Спектрофотометрические оптические методы; Методы колебательной спектрометрии; Локальный анализ
Объекты:	Органические соединения

Исследован процесс комплексообразования рубеановодородной кислоты с ионами меди, никеля, кобальта, серебра в водных растворах. Определены условия образования соответствующих рубеанатов: кислотность среды, кинетика комплексообразования и соотношение компонентов. Методом изомолярных серий и молярных отношений впервые рассчитаны значения констант устойчивости рубеанатов меди, никеля, кобальта, серебра

Авторы:	Холмогорова А.С., <a href="mailto:kholmogorovaa@mail.ru">kholmogorovaa@mail.ru</a>
Организация:	Уральский Федеральный университет, кафедра аналитической химии и химии окружающей среды
Город:	Екатеринбург
Методы:	Спектрофотометрические оптические методы;

Разработана система генерации модельных спектров для двумерной корреляционной спектроскопии, представляющих собой синхронно или асинхронно меняющиеся неперекрывающиеся пики, что позволяет проводить анализ двумерных корреляционных карт в отсутствие мешающих факторов. Рассмотрены двухкомпонентные системы одинаковой (пики обоих компонентов растут или уменьшаются при внешнем возмущении) и разной направленности с различными амплитудами, что моделирует основные внешние возмущения в двумерной корреляционной спектроскопии — рН, концентрацию, температуру и время процесса. Оценены предельные соотношения интенсивностей пиков компонентов (10:1), при которых возможно получить достоверно интерпретируемые корреляционные карты и предложены пути решения проблемы (использование квадратных корней спектральной интенсивности).

Расчет констант кислотной диссоциации сульфопфталеинов с перекрывающимися спектрами поглощения недиссоциированной и анионной форм — бромкрезолового синего, тимолового синего и фенолового красного — на основе выбора условий расчета по двумерным корреляционным картам позволяет добиться большей точности по сравнению с выбором исходя из абсолютных и производных спектров. Асинхронные двумерные корреляционные карты показывают разницу в проявлении полос поглощения анионной формы исследованных красителей с ростом рН, что может быть связано с различиями в структурной перестройке их молекул.

При помощи двумерной корреляционной спектроскопии показаны различия между условиями получения комплекса ферроцитохрома *c* с монооксидом углерода в присутствии додецилсульфата и тетраолеилкардиолипина. Найдены характеристики спектров поглощения, связанные с денатурацией белка в условиях получения, а не собственно образованием комплекса. Из сравнения корреляционных карт выяснено, что действие додецилсульфата и тетраолеилкардиолипина на связь железа с метионином в цитохроме *c* при образовании комплекса с монооксидом углерода различно и существенно слабее в случае додецилсульфата.

Авторы:	Проскурнин М.А. proskurnin@gmail.com
Организация:	МГУ им. М.В. Ломоносова, Химический факультет, кафедра аналитической химии, лаборатория спектроскопических методов анализа
Город:	Москва
Методы:	Спектрофотометрические оптические методы
Объекты:	Протолитические и биохимические реакции

### *Методы колебательной спектроскопии*

Предложен способ экспрессного определения гуматов и силикатных компонентов гуминовых удобрений без их выделения как для сухих образцов, так и для водных растворов. Наиболее интенсивные полосы в ИК-спектрах гуминовых веществ характеризуются линейными концентрационными зависимостями 2–200 г/л. Пределы обнаружения в режимах пропускания и НПВО составляют 3 и 1 г/л, соответственно ( $1560\text{ см}^{-1}$ , в расчете на углерод). Полоса  $1015\text{ см}^{-1}$  отнесена к поглощению силикатов, она не перекрывается с полосами органических компонентов и может использоваться для количественной оценки силикатов в гуминовых удобрениях.

Авторы:	Проскурнин М.А.; proskurnin@gmail.com
Организация:	МГУ им. М.В. Ломоносова, Химический факультет, Кафедра аналитической химии. Лаборатория спектроскопических методов анализа
Город:	Москва
Методы:	Методы колебательной спектроскопии
Объекты:	Твердые объекты - почвы

Изучены аналитические проблемы, связанные с определением масел в аппаратном сжатом воздухе. Анализируются достоинства и недостатки существующих методов определения углеводородных масел в сжатом воздухе, включая стандартизированные. Показано, что осуществляемый, на сегодняшний день, периодический контроль за содержанием масла в воздухе не в полной мере отвечает экологическим и производственным требованиям. На примере анализа методик определения масел, допущенных для производственного экологического



контроля и мониторинга, рассматриваются области их применимости. Показано, что в условиях использования в современных компрессорах сжатого воздуха вместо классического масла неуглеводородных синтетических охлаждающих жидкостей (НСОЖ) на основе эфиров высокоатомных спиртов – полиалкиленгликолей существующая база аналитических методик требует существенной актуализации, т.к. они не учитывают специфику химического состава НСОЖ. Обоснована и реализована аналитическая схема, позволяющая определять НСОЖ в сжатом воздухе на уровне ПДК. На основе проведенных ИК-спектроскопических исследований НСОЖ разработана оригинальная методика ее определения при 1100 см<sup>-1</sup>, позволяющая проводить измерения без остановки технологической установки. Предложенная схема определения НСОЖ в сжатом технологическом воздухе существенно сокращает время анализа, пределы обнаружения и количественного определения НСОЖ при 1100 см<sup>-1</sup> составили 70 и 139 мг/л, соответственно. Изучены особенности отбора проб сжатого воздуха с использованием различных типов фильтров (фильтры «белая лента», «синяя лента» и АФА-ХА). Наиболее эффективными при осуществлении пробоотбора является фильтр АФА-ХА, с использованием которого потери аналита минимальны. Предложенная схема определения была апробирована на реальном объекте.

Авторы:	Темердашев З.А., <a href="mailto:temza@kubsu.ru">temza@kubsu.ru</a>
Организация:	Кубанский государственный университет. кафедра аналитической химии
Город:	Краснодар
Методы:	Инфракрасная спектроскопия
Объекты:	Нефтепродукты

С использованием разработанной в НИОХ СО РАН компьютерной системы ИК ЭКСПЕРТ реализован новый подход к анализу ИК-спектров сложных природных соединений – гуминовых кислот. Были исследованы гуминовые кислоты, выделенные из горно-тундровых и таежных почв массива Монгун-Тайга (республика Тыва), тундровых и таежных почв республики Коми, 5-ти метровой стратиграфической колонки торфа Мухриновского болота Западной Сибири.

Авторы:	Тихова В.Д., <a href="mailto:tikhova@nioch.nsc">tikhova@nioch.nsc</a>
---------	---

Организация:	Новосибирский институт органической химии СО РАН
Город:	Новосибирск
Методы:	Методы колебательной спектроскопии
Объекты:	Твердые объекты (почвы, донные отложения и др.),

Методом производной ИК-Фурье спектроскопии изучен характер структурных фрагментов продуктов карамелизации моно- и дисахаридов в водно-этанольных средах. Анализом вторых и четвертых производных полос ИК-Фурье спектров установлено наличие гликозидных фрагментов смешанного типа в структуре всех видов субстратов. Предложены механизмы формирования хромофорных фрагментов структуры карамелей, показана перспективность применения последних в качестве антиоксидантов и красителей. Разработаны методики количественной оценки структурных параметров продуктов термодеструкции углеводов, основанные на определении соотношения интенсивности спектральных полос.

Авторы:	Черепанов И.С., cherchem@mail.ru
Организация:	Удмуртский государственный университет, кафедра фундаментальной и прикладной химии
Город:	Ижевск
Методы:	Методы колебательной спектроскопии
Объекты:	Органические соединения

### *Другие спектроскопические методы*

Изучены основные факторы, влияющие на метрологические характеристики определения мутности, а также цветности воды в полевых условиях (on-site) методом цифровой цветиметрии. Объектами исследования являются формазинные взвеси, а также растворы дихромат-кобальтовой шкалы цветности, которые применяют для градуирования в унифицированных спектрофотометрических методиках контроля качества воды. К влияющим факторам относят: геометрию сосуда (кюветы) для цветиметрических проб, качество изготовления юстировочного устройства (рисунка шахматных полей), способ фиксации фотокамеры при съемке, способ выполнения контрольного опыта, освещенность объекта фотосъемки, степень обрезки краев фотоснимка шахматных полей при его

цифровой обработке, выбор цветорегистрирующего устройства, взаимное влияние цветности и мутности на цветометрические функции, такие как контраст фотоснимка и его среднеквадратическая яркость. Показано, что для дизайна фотографического метода on-site достаточно иметь цифровую камеру или смартфон, юстировочное устройство и измерительный сосуд. Фотографирование можно выполнять “с рук”. В качестве оптически прозрачного образца для контрольного опыта можно использовать пустой измерительный сосуд. На примере мониторинга качества водопроводной воды показана возможность одновременного определения ее мутности и цветности фотографическим методом. Таким образом можно преодолеть недостаток существующей методики (ГОСТ 3351), основанной на спектрофотометрических измерениях, которая нуждается в предварительной микрофльтрации образцов. Метрологические характеристики предложенного on-site метода отвечают требованиям ГОСТ 27384. «Вода. Нормы погрешности измерения показателей состава и свойств».

Авторы:	Голованов В.И. ; vlagolo@yandex.ru
Организация:	Челябинский государственный университет, кафедра аналитической и физической химии
Город:	Челябинск
Методы:	Другие спектроскопические методы; Тест-методы; Хемометрика, математизация химического анализа
Объекты:	Природные, технологические и питьевые воды

### ***Общие вопросы спектроскопических методов. Приборы***

Проведены экспериментальные исследования фундаментальных шумов, присущих методу диодной лазерной спектроскопии (ДЛС). К таким шумам относятся собственные шумы диодного лазера и шумы фототока приемника излучения. Эксперименты проводились в условиях, когда между диодным лазером и детектором не было никаких дополнительных источников шума. Проведены эксперименты с различными типами диодных лазеров, в этих экспериментах приемниками излучения служили фотодиоды. Показано, что шумы диодного лазера максимальны при токах накачки близких к пороговому значению. При токах, которые значительно превышают пороговые значения, отношение сигнал/шум стремится к константе. Экспериментально показано, что шум фототока

фотодиода является дробовым. При регистрации излучения РОС-лазеров ближнего ИК диапазона дробовой шум фототока преобладает при фототоках менее 100 мкА. При токах, превышающих указанную величину, преобладает собственный шум диодного лазера. Полученные результаты имеют важное прикладное значение, и могут быть использованы при разработке аналитической аппаратуры для измерения низких концентраций газообразных веществ.

Авторы: Надеждинский А.И., nad@nsc.gpi.ru  
Организация: Институт общей физики им.А.М.Прохорова РАН, отдел диодной лазерной спектроскопии (ДЛС)  
Город: Москва  
Методы: Общие вопросы спектроскопических методов. Приборы

Разработан прототип оптического устройства на основе офисного планшетного фотосканера со слайд-адаптером, предназначенного для анализа жидкофазных объектов методами цифровой цветометрии, фотометрии, флуориметрии и нефелометрии. Для монохроматизации излучения предложены многослойные абсорбционные светофильтры с варьируемой полосой пропускания, полученные методом струйной печати на полимерных плёнках. В качестве источника излучения для флуориметрического и нефелометрического анализа использована фиолетовая лазерная указка. Возможности анализатора показаны на примере определения рибофлавина в инъекционном растворе ацетилсалициловой кислоты и гидроксида магния, лекарственном препарате *Кардиомагнил*®м

Авторы: Проскурнин М.А.; proskurnin@gmail.com  
Организация: МГУ им. М.В. Ломоносова, Химический факультет, Кафедра АХ; Лаборатория спектроскопических методов анализа  
Город: Москва  
Методы: Общие вопросы спектроскопических методов. Приборы  
Объекты: Жидкофазные объекты

## Масс-спектрометрические и родственные им методы

## **Исследование дипольного и квадрупольного резонансного возбуждения колебаний ионов в линейном квадруполе**

Рассчитаны контуры возбуждения на основе моделирования траекторий движения ионов в линейном квадруполе с дипольным возбуждением. На основе этого рассчитаны зависимости коэффициента пропускания от разрешающей способности для случаев гиперболических и цилиндрических электродов. Показано, что используя дипольное возбуждение, разрешающая способность может быть увеличена с  $R_{0.1} = 1000$  до  $R_{0.1} = 2200$  с 20% коэффициентом пропускания [2,4].

Предложен и описан новый режим работы квадрупольного фильтра масс с помощью постоянного дипольного и квадрупольного возбуждений колебаний ионов [1,5]. Перед экспериментальным исследованием нового метода, численными методами было промоделирован этого резонансный процесс. На основе аналитического описания уравнений движения ионов и расчета положения островов стабильности для построения контура пропускания использован тракторный метод. Входной пучок ионов описывался гауссовым распределением начальных координат и скоростей. Установлено, что дипольное постоянное напряжение уменьшает область стабильности и новая граница следует вдоль  $\beta_y$  изо-линии. Этот эффект позволяет контролировать разрешающую способность и устранить низко массовый хвост и тем самым увеличить изотопическую чувствительность на два порядка. Показано, что использование дипольного и квадрупольного напряжений позволяет работу фильтра масс с высоким разрешением (5000), с высоким пропусканием (20-25%) и относительно малом временем сортировки тонов (150 периодов ВЧ поля) [1].

Исследован процесс двухчастотного дипольного резонансного возбуждения колебаний ионов для масс-селективного детектирования ионов в линейной ионной ловушке [3]. Метод позволяет устранить уширение контура возбуждения и смещение массового пика по шкале масс, вызванного пространственным зарядом ионов в линейной ловушке. Для описания процесса двухчастотного возбуждения использована ранее предложенная модель распределения концентрации ионов по сечению пучка. Это позволило рассчитать контур возбуждения (массовый пик) при наличии линейного пространственного заряда величиной (10 000 – 100 000

ионов/ $\Gamma_0$ ) траекторным методом. Исследован механизм двухчастотного возбуждения, при котором конкуренция процессов возбуждения на двух частотах приводит к сужению спектра колебаний на одной из частот, что приводит к увеличению разрешающей способности при наличии пространственного заряда ионов. Сигнал двухчастотного возбуждения имеет вид биений, который зависит от разности фаз дипольных напряжений и коррелирован со скоростью амплитудной развертки по массам [3].

Список публикаций:

1 .Douglas D.J., Konenkov N.V. *Quadrupole mass filter operation with dipole direct current and quadrupole radiofrequency excitation. Rapid Commun Mass Spectrom.* 2018;32:1971–1977. <https://doi.org/10.1002/rcm.82>

2. K. E. Seregin, N. V. Konenkov, and A. S. Berdnikov *Transmission for a Quadrupole Mass Filter with Dipolar Excitation. ISSN 1061-9348, Journal of Analytical Chemistry, 2018, Vol. 73, No. 14, pp. 1–4. © Pleiades Publishing, Ltd., 2018.*

*Original Russian Text © K.E. Seregin, N.V. Konenkov, A.S. Berdnikov, 2018, published in Mass-spektrometriya, 2018, Vol. 15, No. 2, pp. 89–92.*

3. XC, Xu F, Konenkov N V, Ding C-F. *Simulation of the simultaneous frequency resonance excitation of ions in a linear ion trap. J Mass Spectrom.* 2018;109–114. <https://doi.org/10.1002/jms.4043>.

4.РФ патент №2669390 от 11 октября 2018 г. *Способ масс-сепарации ионов в квадрупольном фильтре масс. Н.В. Коненков, Е.Я. Черняк.*

5.N.V. Konenkov, M.A. Korzhavchikov, V.A. Stepanov and O.E. Trunina. *Quadrupole mass filter acceptance in stability island created by double-frequency quadrupole excitation. European Journal of Mass Spectrometry* 2018, Vol. 24(4) 315–321

Авторы:	Конёнков Николай Витальевич, n.konenkov@365.rsu.edu.ru
Организация:	Рязанский государственный университет. кафедра общей физики
Город:	Рязань
Методы:	Масс-спектрометрические и родственные им методы

Впервые при использовании нового интерфейса ЭРИАД типа «сендвич», совмещенного с ахроматической системой отбора и фокусировки ионов, поступающих в масс-спектрометр, получено экспериментальное подтверждение возможности применения метода ЭРИАД МС как высокоточного метода **изотопного** анализа. Полученный результат позволяет устранить операцию

ручного ввода проб при аналитическом контроле радиоактивных смесей и топлив.

Для получения результата было проведено теоретическое обоснование интерфейса ЭРИАД типа «сендвич», его практическая реализация и экспериментальная апробация на масс-спектрометре МС-60 при анализе стандартных и рабочих проб, предоставленных ВНИИНМ им. А.А.Бочвара. Для увеличения чувствительности и уменьшения влияния нестабильностей электрораспыления раствора интерфейс был совмещен с ахроматической системой сбора ионов с большим разбросом по энергии, позволяющей повысить интенсивность регистрируемого сигнала. Погрешность измерений изотопного состава лития не превышает 0,2% для всех измеренных проб сложного первоначального состава. Полученный результат позволяет в будущем заменить твердофазные ионные источники, используемые при аналитическом контроле ядерных топлив, на источники с электрораспылением, исключив, тем самым, участие оператора в процессе ввода пробы для анализа.

Авторы:	Галль Л.Н., <a href="mailto:Ingall@yandex.ru">Ingall@yandex.ru</a> ; Галль Н.Р.; Бердников А.С.; Аверин И.А.; Самсонова Н.С; Дьяченко А.А.
Организация:	Институт аналитического приборостроения) РАН, лаборатория масс-спектрометрии
Город:	Санкт-Петербург
Методы:	Масс-спектрометрические и родственные им методы

Для хроматомасс-спектрометрического анализа показана возможность эффективного разделения газовых смесей на полиакрилатных кварцевых колонках, отличающихся составом реакционной смеси и средним радиусом глобулярных частиц, заполняющих капилляр.

Кварцевая капиллярная микроколонка длиной 10 см, заполненная полиакрилатным монолитом, была установлена в качестве системы прямого ввода анализируемой пробы в вакуумную камеру квадрупольного масс-спектрометра МС7-100. Было получено эффективное разделение компонентов газовых смесей ( $15\%O_2+5\%CO_2+80\%N_2$ ), ( $25\%He+25\%C_2H_4+25\%N_2+25\%CO_2$ ), а также воздушной смеси паров летучих жидкостей ацетон-этанол, при этом времена разделения лежали в диапазоне от 2 до 120 сек. Полученный результат свидетельствует о том, что использование полиакрилатных кварцевых колонок позволяет разработать

компактную быстродействующую хроматографическую приставку для создания быстрого хроматомасс-спектрометра.

Авторы:	Кузьмин А.Г., Титов Ю.А., Шмыков А., <a href="mailto:Ingall@yandex.ru">Ingall@yandex.ru</a>
Организация:	Институт аналитического приборостроения) РАН, лаборатория масс-спектрометрии
Город:	Санкт-Петербург
Методы:	Масс-спектрометрические и родственные им методы

Методом ЭИ-масс-спектрометрии на отечественном квадрупольном масс-спектрометре MS7-100 в рамках проверки гипотезы гидридного строения Земли проведены исследования газовой выделения в местах установленных геологических разломов в Ленинградской области. Произведены расширенные измерения состава 600 образцов, получены и обработаны масс-спектры. Выявлены периодические временные особенности состава выделений, а также зарегистрировано появление специфических компонент.

При проведении научно-исследовательских работ по поискам проявления вулканизма производился отбор образцов газовой выделения в окрестностях пос. Большая Ижора. Анализ состава образцов производился на масс-спектрометре MS7-100. В рыхлых отложениях неоген-четвертичного возраста были зафиксированы следы воздействия флюидо-эксплозивной деятельности и процессов дегазации на нелитифицированные отложения, а также наблюдалась естественная дегазация в акваториях различного генезиса. Об этом свидетельствовали аномальные концентрации метана, гелия, а так же появление в некоторых пробах метил-тартрановой кислоты  $C_4H_6O_5$ .

Авторы:	Кузьмин А.Г., Титов Ю.А., <a href="mailto:Ingall@yandex.ru">Ingall@yandex.ru</a>
Организация:	Институт аналитического приборостроения) РАН, лаборатория масс-спектрометрии
Город:	Санкт-Петербург
Методы:	Масс-спектрометрические и родственные им методы
Объекты:	Природный газ

Проведена оценка различных способов пробоподготовки для определения редкоземельных элементов в почвах – автоклавного микроволнового разложения и



кислотного разложения в открытых системах. Разработаны методики определения РЗЭ, Y, Th, U в почвах методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой, использован метод математической коррекции интерференций при определении РЗЭ. Методика использована для определения РЗЭ в почвах о. Шпицберген.

ЛА ИСП МС применен для изучения германиевых стекол с градиентным изменением состава. Для градуировки прибора использовали силикатный образец NIST SRM 612 с нормировкой на изотоп основы. При выборе параметров ЛА руководствовались необходимостью обеспечить достаточную интенсивность аналитического сигнала с наименьшим значением СКО - измерения проводили при 7 Гц и мощности 70-80 % от максимальной. Для оценки градиента концентраций элементов использовали разные способы сканирования: «в линию», анализ в точке с шагом 50 и 100 мкм и размером фокального пятна 35 и 70 мкм. Анализ проводили, двигаясь перпендикулярно, под углом относительно края и по диагонали пластины. Установлено, что концентрация Si, Ge, Al в объектах постоянна. Для уточнения концентрации лития и натрия на краях образца и границы, где заканчивается изменение концентрации, проводили непрерывное сканирование по поверхности пластины. Расчет концентраций проводился в массовых и мольных долях.

Методом масс-спектрометрии с лазерным отбором пробы исследованы покрытия нерастворимых титановых анодов. Для расчета концентраций элементов использовали безэталонный метод. Проведены сканирования образцов вдоль поверхности, послойный анализ и «торцевое» сканирование, что позволило получить профиль покрытий, а также оценить распределение массовой доли элементов по покрытию. Квантификация аналитического сигнала позволила оценить интенсивность единицы концентрации для каждого изотопа элемента, а соотношение сигнала к мольной концентрации дало возможность провести расчеты массовых концентраций элементов. Исследованы покрытия нерастворимых титановых анодов разных производителей с разным сроком эксплуатации.

Авторы: Дрогобужская С.В., Drogo\_sv@chemy.kolasc.net.ru

Организация: Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева ФИЦ «Кольский

Город:	научный центр РАН» Апатиты
Методы:	Масс-спектрометрические и родственные им. методы;
Объекты:	Твердые объекты: почвы; Неорганические соединения

***Использование реакционно-столкновительной ячейки (РСЯ) для снижения ПО распространенных элементов-примесей при МС-ИСП анализе.***

Одним из основных ограничений МС методов с квадрупольным масс-анализатором и ионизацией в ИСП является интерференция полиатомных ионов в диапазоне от 20 до 80 а.е.м., приводящие к ухудшению ПО для распространенных элементов. Эффективным способом снижения уровня полиатомных интерференций является использование РСЯ. На квадрупольном МС-ИСП iCAP Q с РСЯ («Thermo Scientific», США) проведена оценка эффективности использования РСЯ для анализа растворов веществ высокой чистоты.

Установлено, что максимальное отношение АС/фон и наилучшие ПО аналитов достигаются при использовании в РСЯ потока гелия 1,6 мл/мин и потенциале ячейки 30 В. Использование РСЯ при МС-ИСП анализе растворов позволяет снизить ПО для распространенных элементов-примесей от  $10^2$  до  $10^4$  раз.

***Методика МС-ИСП анализа кадмия и его оксида.*** Разработана инструментальная МС-ИСП методика анализа кадмия и его оксида, позволяющая одновременно определять до 53 элементов-примесей с ПО: на уровне  $n \cdot 10^{-8}$  % мас. для Er, Ho, Lu, Pr, Tb, Tm, Yb;  $n \cdot 10^{-7}$  мас. % для Be, Ce, Co, Ga, Gd, Hf, La, Mn, Nb, Rb, Re, Sb, Sm, Sr, Ta, V, Y, Zr;  $n \cdot 10^{-6}$  мас. % для As, Au, Ba, Cr, Cu, Dy, Eu, Hg, Mo, Nd, Ni, Pb, Sc, Sn, Te, Ti, Tl, W;  $n \cdot 10^{-5}$  мас. для Al, B, Bi, In, Li, Mg, Se, Zn и  $n \cdot 10^{-4}$  мас. % для Ca, Fe. Сходимость результатов анализа не превышает 0,2. Правильность методики анализа подтверждена способом «введено-найдено» и сопоставлением результатов МС-ИСП анализа с данными независимых методов (АЭС-ИСП и ААС-ЭТА).

Авторы:	Сапрыкин А.И. saprykin@niic.nsc.ru
Организация:	Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН, аналитическая лаборатория
Город:	Новосибирск

Методы:	Масс-спектрометрия, Методы локального анализа и анализа поверхности
Объекты:	Неорганические соединения

Цикл работ выполненный в 2017-2018 годах завершил разработку алгоритма масс-спектрометрического установления изомерных аминокислотных остатков лейцина и изолейцина при секвенировании пептидов и белков [Samgina Tatiana Yu, Kovalev Sergey V., Tolpina Miriam D., Polonca Trebse, Gregor Torkar, Lebedev Albert T. EThcD Discrimination of Isomeric Leucine/Isoleucine Residues in Sequencing of the Intact Skin Frog Peptides with Intramolecular Disulfide Bond. *Journal of the American Society for Mass Spectrometry*, 2018, 29, № 5, 842-852; Zhokhov S.S., Kovalyov S., Samgina T.Yu, Lebedev A. T. An EThcD-based method for discrimination of leucine and isoleucine residues in tryptic peptides. *Journal of the American Society for Mass Spectrometry*, 2017, 28, № 8, 1600-1611; Kovalyov Sergey V., Zhokhov Sergey S., Onoprienko Ludmila V., Vaskovsky Boris V., Lebedev Albert T. Exploration of doubtful cases of leucine and isoleucine discrimination in mass spectrometric peptide sequencing by electron-transfer and higher-energy collision dissociation-based method. *European Journal of Mass Spectrometry*, 2017, 23, № 6, 376-384]. Предложенный метод tandemной масс-спектрометрии EThcD позволяет установить природу изомерных аминокислот сразу во всей цепочке анализируемого пептида. Не требуется предварительного выделения первичных z-ионов. Решен вопрос необходимой энергии столкновений, правильный выбор которой позволяет исключить миграцию радикального центра. В результате надежно идентифицируются изомерные остатки даже находящиеся в соседнем положении. Метод позволяет полностью освободиться от применения дополнительно эксперимента с деградацией по Эдману, которая считалась наиболее эффективным методом секвенирования пептидов на протяжении полувека. Метод работает как стриптическими пептидами, наиболее часто анализируемыми в протеомных исследованиях, так и с нативными природными пептидами.

Авторы:	Лебедев А.Т., a.lebedev@org.chem.msu.ru
Организация:	МГУ им. М.В.Ломоносова, имический факультет, кафедра органической химии
Город:	Москва

Методы:	Масс-спектрометрические и родственные им. методы
Объекты	Биохимические объекты

Впервые предложен метод пост-хроматографической дериватизации аналитов для регистрации масс-спектров матрично-активированной лазерной десорбции/ионизации МАЛДИ с поверхности адсорбентов тонкослойной хроматографии (ТСХ). Он основан на ранее разработанном в лаборатории методе химической модификации гидроксил-содержащих соединений путем их обработки комбинацией галогенангидридов галогензамещенных жирных кислот и азотистых оснований с образованием аммониевых солей, обладающих высокой эффективностью десорбции/ионизации в условиях МАЛДИ. Новый способ анализа с помощью ТСХ/МАЛДИ был опробован на смесях синтетических спиртов жирного и алициклического рядов, стероидных спиртах растительного и жирного происхождения, фенолах. Во всех случаях зарегистрированные с поверхности пластин ТСХ масс-спектры МАЛДИ содержали интенсивные пики катионных частей молекул, чьи массовые числа соответствовали молекулярным массам аналитов, увеличенным на соответствующий инкремент.

Авторы:	Борисов Р.С., <a href="mailto:borisov@ips.ac.ru">borisov@ips.ac.ru</a>
Организация:	Институт нефтехимического синтеза РАН, лаборатория спектральных и хроматографических исследований,
Город:	Москва
Методы:	Масс-спектрометрические и родственные им. методы
Объекты	Органические соединения

Разработана схема определения As, Bi, Hg, Sb, Se и Te с фотохимической генерацией их летучих производных и масс-спектрометрией с индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS). Летучие соединения получали с использованием нового фотохимического реактора с прямым контактом образца с ультрафиолетовой (УФ) лампой. Для каждого элемента были получены индивидуальные оптимальные значения этих параметров. Пределы обнаружения в оптимальных одноэлементных режимах для As, Bi, Hg, Sb, Se и Te составляли 0,5, 13, 0,6, 0,3, 0,4 и 0,7 нг/л соответственно. Условия компромисса были определены для одновременного многоэлементного анализа. Увеличение предела обнаружения

для каждого элемента в многоэлементном режиме было оценено экспериментально. Применимость предложенной схемы была продемонстрирована анализом сертифицированных эталонных образцы воды и мышц рыб.

Авторы:	Бурылин М.Ю., <a href="mailto:mburylin@mail.ru">mburylin@mail.ru</a>
Организация:	Кубанский государственный университет, кафедра аналитической химии
Город:	Краснодар
Методы:	Масс-спектрометрические и родственные им. методы
Объекты	Неорганические соединения

Разработана экспрессная методика определения в моче запрещенного ВАДА андарина (S-4), относящегося к классу селективных модуляторов андрогенных рецепторов, фитостероида лаксогенина и некоторых представителей класса ноотропов (унифирам (DB-232), NSI-189), являющихся когнитивными энхансерами. Для подготовки проб к анализу использовали процедуру «разбавил и вколел», оптимальное разделение аналитов достигалось применением обращенно-фазового варианта ультра-высокоэффективной жидкостной хроматографии с тандемным масс-спектрометрическим детектированием (УВЖХ-МС/МС) с применением источника высокотемпературной электро-распылительной ионизации в режиме регистрации положительных и отрицательных ионов. Предел обнаружения аналитов лежит в диапазоне 0.25-5 нг/мл, предел количественного определения составляет 2.5-10 нг/мл. Оценены матричные эффекты, составляющие 104-122 %. Методика применена для анализа реальных образцов мочи после однократного перорального употребления 15 мг действующего вещества. Во всех пробах мочи спустя 12 часов после употребления были выявлены определяемые аналиты, их концентрации лежат в линейном диапазоне калибровочных кривых.

Авторы:	Темердашев А.З., <a href="mailto:temerdashevaz@gmail.com">temerdashevaz@gmail.com</a>
Организация:	Кубанский государственный университет, кафедра аналитической химии
Город:	Краснодар
Методы:	Хромато-масс-спектрометрия
Объекты	Органические соединения

## Хроматографические и родственные им методы

### *Газовая хроматография*

Возможности метода ГХ/МС были значительно расширены с появлением двумерной газовой хроматографии (ГХ×ГХ/МС). Наличие третьего аналитического параметра кроме широко используемых индекса удерживания по первой колонке (RI1) и масс-спектра, а именно индекса удерживания по второй колонке (RI2) могло бы существенно повысить надежность идентификации как известных, так и неизвестных органических соединений. Был предложен новый ГХ×ГХ/МС метод для анализа полуволетучих органических веществ, используя для расчета RI2 внутренние стандарты рекомендуемые для анализа приоритетных экотоксикантов по методикам агентства по охране окружающей среды США (US EPA - 1,4-Дихлорбензол-D4, нафталин-D8, фенантрен-D10, хризен-D12). Согласно методу 8270 US EPA данные внутренние стандарты уже добавляются в образец, поэтому нет необходимости использовать дополнительно какие-либо вещества. Времена удерживания упомянутых веществ по второй колонке в ГХ×ГХ эксперименте хорошо покрывают весь временной интервал анализа (3 с), а различный температурный режим нагревания колонки не изменяет положение каждого соединения относительно выбранных стандартов на ГХ×ГХ графике. Данные наблюдения натолкнули на идею использовать выбранные стандарты аналогично ПАУ (индексы Ли) для расчета RI2. В работе предложен подход для расчета RI2 для 100 различных органических соединений. Полученные результаты весьма представительны, так как изученные соединения представляют различные классы органических веществ: алканы, фенолы, нитробензолы, хлорированные углеводороды, анилины, ПАУ, фталаты и др. Таким образом, предложенный подход может быть использован как для целевого, так и нецелевого анализа различных органических веществ. Полученные результаты были апробированы при нецелевом исследовании образцов Арктического снега и образцов снега из Москвы

Авторы: Лебедев А.Т., [a.lebedev@org.chem.msu.ru](mailto:a.lebedev@org.chem.msu.ru)

Организация: МГУ им. М.В. Ломоносова, химический факультет, кафедра органической химии

Город:	Москва
Методы:	Газовая хроматография; Хромато-масс-спектрометрия

Предложена схема газохроматографического определения неполярных примесей (алифатические и ароматические углеводороды) в полярных растворителях (этанол, ацетон), основанная на селективном удерживании растворителей во вкладыше инжектора, заполненном оксидом алюминия. Показана возможность повышения повторяемости и многократного снижения пределов обнаружения аналитов, имеющих на выбранной для разделения капиллярной колонке параметры удерживания, близкие к параметрам удерживания основного компонента. При этом метрологические характеристики для других компонентов изменяются незначительно. Проанализированы новые подходы к вычислению и интерпретации факторов асимметрии хроматографических пиков. Показано, что по сравнению с «традиционными» значениями этого фактора более воспроизводимы отношения площадей двух частей пиков, разделенных перпендикулярами из их максимумов на базовую линию. Введены понятия индекса асимметрии и его инкремента, что позволяет выявить и разделить различные вклады в искажения формы хроматографических пиков.

Авторы:	Родинков О.В. o.rodinkov@spbu.ru
Организация:	Санкт-Петербургский государственный университет, химический факультет. кафедра аналитической химии
Город:	Санкт-Петербург
Методы:	Газовая хроматография
Объекты	Органические вещества

Совместно с соавторами из МГУ (А.Т. Лебедев, Д.М. Мазур, О.В. Полякова) разработан новый регрессионный алгоритм вычисления индексов удерживания на второй хроматографической колонке в двумерной газовой хроматографии ( $^2D$  RI).

Охарактеризованы особенности проявления дискриминации состава проб при их дозировании в капиллярные колонки с делением потока. Охарактеризованы особенности дозирования в капиллярные колонки проб в высококипящих органических растворителях.

Авторы:	Зенкевич И.Г.; <a href="mailto:izenkevich@yandex.ru">izenkevich@yandex.ru</a>
Организация:	Санкт-Петербургский государственный университет, химический факультет. кафедра аналитической химии; кафедра радиохимии; лаборатория газовой хроматографии; лаборатория ионометрии
Город:	Санкт-Петербург
Методы:	Газовая хроматография
Объекты	Органические вещества

Проведены исследования проблем определения суммарного содержания антропогенных и биогенных углеводородов в водных экосистемах. Углеводороды, накапливающиеся в пробах воды и донных отложениях, различны по составу. В донных отложениях концентрируются стойкие к деградации полициклические ароматические углеводороды, доля которых в водной среде незначительна. Показано, что адекватная оценка уровня нефтяного загрязнения возможна только с учетом биогенного (природного) углеводородного фона воды и донных отложений исследуемых объектов. Предложена унифицированная схема анализа вод и донных отложений для оценки уровня нефтяного загрязнения водных экосистем с учетом трансформации нефтяных компонентов и происхождения углеводородов различного генезиса. Обоснована возможность дифференциации нефтяных и биогенных углеводородов в водных экосистемах по содержанию в них хлорофилла.

Изучены состояние и проблемы определения полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в поверхностных водах. В качестве объектов исследования выбраны 16 незамещенных ПАУ, являющиеся приоритетными загрязнителями водных экосистем. Газовая хромато-масс-спектрометрия (ГХ–МС) позволяет благодаря интегрированной библиотеке спектров идентифицировать большинство загрязнителей и определять их на уровне ниже ПДК. Оптимизированы условия одновременного определения 16 незамещенных ПАУ методом ГХ–МС с детектированием в режиме мониторинга выбранных ионов. Из 1 л пробы воды ПАУ извлекали ультразвуковой жидкостно-жидкостной экстракцией. Оценены основные метрологические характеристики методики. Нижняя граница определяемых содержаний составила 0.5 (бенз(а)пирен)–50



(нафталин) нг/л, верхняя граница определяемых содержаний – 250 нг/л для всех ПАУ. Методика апробирована на модельных системах и реальных объектах

Авторы:	Темердашев З.А., <a href="mailto:temza@kubsu.ru">temza@kubsu.ru</a>
Организация:	Кубанский государственный университет, кафедра аналитической химии
Город:	Краснодар
Методы:	Газовая хроматография/масс-спектрометрия
Объекты:	Органические соединения в природных водах

Методами газовой хроматографии и газовой хромато-масс-спектрометрии изучены особенности анализа и состав выбросов при перегрузке товарных нефтепродуктов. Показано, что в зависимости от времени, стадии загрузки/перегрузки танкера и типа перегружаемых товарных нефтепродуктов, концентрация и компонентный состав углеводородов в воздушной среде существенно меняются. Количественный анализ проводили с использованием портативного га-зового хроматографа и анализаторов, позволяющих обеспечить экспрессный аналитический контроль загрязнений при перегрузке. Учитывая особенности состава отбираемых воздушных проб, а также их условий хранения, хромато-масс-спектрометрический анализ проводили в день отбора, что позволило избежать дискриминации состава пробы. Исходя из представленных данных показана целесообразность и эффективность применения установок рекуперации, позволяющих снизить выбросы углеводородов в воздух и затрат, связанных с потерями при перегрузке.

Авторы:	Темердашев А.З., <a href="mailto:temza@kubsu.ru">temza@kubsu.ru</a>
Организация:	Кубанский государственный университет, кафедра аналитической химии
Город:	Краснодар
Методы:	Газовая хроматография/масс-спектрометрия
Объекты:	Органические соединения в воздухе

***Высокоэффективная жидкостная (в том числе ионная) хроматография***

Разработан способ высокочувствительного совместного определения котинина, 5-гидроксииндол-3-уксусной кислоты и этилсульфата в сточных водах с использованием сочетания твердофазной экстракции и метода гидрофильной высокоэффективной хроматографии с тандемным масс-спектрометрическим детектированием. Предложенный способ обладает в 5-10 раз большей чувствительностью, к тому же сокращает время проведения анализа в 4 раза по сравнению с другими методиками.

Авторы:	Шпигун О.А., <a href="mailto:shpigun@Yandex.ru">shpigun@Yandex.ru</a>
Организация:	МГУ им. М.В. Ломоносова, Химический факультет, Кафедра аналитической химии. Лаборатория хроматографии
Город:	Москва
Методы:	Высокоэффективная жидкостная (в том числе ионная) хроматография
Объекты	Сточные воды

Продолжены работы по использованию микроэмульсий (МЭ) в хроматографии и пробоподготовке. Разработан подход к определению тетрафенилолова (ТеФО) и жирорастворимых витаминов, заключающийся в концентрировании целевого компонента в органическом слое МЭ, образующемся после ее расслаивания с последующим анализом ТеФО методом ОФ-ВЭЖХ-УФ. Достигаются высокая эффективность и очень низкий предел обнаружения. Разработан подход к определению, заключающийся в концентрировании целевого компонента в органическом слое МЭ, образующемся после ее расслаивания, с последующим определением ретинол ацетата, DL- $\alpha$ -токоферол ацетата и холекальциферола методом ОФ-ВЭЖХ-УФ.

Авторы:	Пирогов А.В.; <a href="mailto:pirogov@analyt.chem.msu.ru">pirogov@analyt.chem.msu.ru</a>
Организация:	МГУ им. М.В. Ломоносова, Химический факультет, Кафедра аналитической химии. Лаборатория хроматографии
Город:	Москва
Методы:	Высокоэффективная жидкостная (в том числе ионная) хроматография
Объекты	Фармацевтические препараты

Получены зависимости интенсивности флуоресценции 16 полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) от природы ПАВ и масла в составе МЭ, температуры раствора. Показана возможность разрушения МЭ на основе ЦТАБ путем добавления значительных количеств сульфат-ионов. Разработан способ одновременного определения 16 ПАУ в нефтяных объектах и кернах.

Авторы:	Смоленков А.Д. \$ <a href="mailto:smolenkov@analyt.chem.msu.ru">smolenkov@analyt.chem.msu.ru</a>
Организация:	МГУ им. М.В. Ломоносова, Химический факультет, Кафедра аналитической химии. Лаборатория хроматографии
Город:	Москва
Методы:	Высокоэффективная жидкостная (в том числе ионная) хроматография
Объекты	Нефтяные объекты

Разработаны новые подходы к формированию гиперразветвленных функциональных слоев анионообменников с заместителями различной природы в структуре. Так, во внутренней части функционального слоя были использованы аминспирты, аминосульфокислоты, а также аминокислоты с одной или двумя карбоксильными группами, а во внешней части – ди- и триамины, а также вторичные мономерные амины. Использование дикарбоновых аминокислот в первом цикле модифицирования при формировании гиперразветвленного функционального слоя позволило существенно повысить селективность анионообменников по органическим кислотам, в частности, разделить гликолевую, уксусную, молочную и муравьиную кислоты. Синтезирован ряд гидрофильных сорбентов на основе силикагеля с ковалентно-привитыми полиаминами, диольными и цвиттерионными фрагментами различной структуры. Предложен также новый способ гидрофилизации поверхности полистирол-дивинилбензола, позволивший использовать его для разделения полярных веществ в режиме гидрофильной хроматографии.

Авторы:	Смоленков А.Д., <a href="mailto:smolenkov@analyt.chem.msu.ru">smolenkov@analyt.chem.msu.ru</a>
Организация:	МГУ им. М.В. Ломоносова, Химический факультет, Кафедра аналитической химии. Лаборатория хроматографии
Город:	Москва
Методы:	Высокоэффективная жидкостная (в том числе ионная) хроматография

Объекты      Нефтяные объекты

Проведено ковалентное модифицирование аминопропилсиликагеля с использованием мультикомпонентной реакции Уги, в том числе с пространственным удалением функционального слоя от поверхности матрицы со спейсером 1,4-бутандиолдиглицидиловым эфиром. Полученные сорбенты продемонстрировали хорошие хроматографические характеристики: лучшую форму пиков полярных аналитов и селективность разделения аминокислот по сравнению с немодифицированным аминопропилсиликагелем, высокую эффективность в случае более гидрофильного сорбента с расположенным на поверхности матрицы функциональным слоем.

Авторы:            Ананьева И.А.  
Организация:    МГУ им. М.В. Ломоносова, Химический факультет, Кафедра аналитической химии. Лаборатория хроматографии  
Город:             Москва  
Методы:            Высокоэффективная жидкостная (в том числе ионная) хроматография

Получен силикагель, модифицированный наночастицами золота, стабилизированными сульфированным  $\beta$ -циклодекстрином (сульфо- $\beta$ -ЦД), и изучены его возможности для разделения различных органических соединений, в том числе их энантиомеров. Впервые для получения наночастиц золота использован сульфо- $\beta$ -ЦД. Хроматографические свойства полученного сорбента исследовали на примере производных аминокислот, профенов и ряда азотсодержащих соединений в обращенно-фазовом и полярно-органическом режиме.

Авторы:            Статкус М.А., [mstatkus@gmail.com](mailto:mstatkus@gmail.com)  
Организация:    МГУ им. М.В. Ломоносова, Химический факультет, Кафедра аналитической химии. Лаборатория хроматографии  
Город:             Москва  
Методы:            Высокоэффективная жидкостная (в том числе ионная) хроматография  
Объекты            Органические соединения

Предложен способ ВЭЖХ определения гидрофильных фосфорсодержащих пестицидов (глифосата, аминотетрафосфоновой кислоты и глюфосината) с использованием градиентного разделения аналитов на пористом графитированном углеродном сорбенте Нурсарб и водного раствора формиата аммония/аммиака в качестве подвижной фазы. Аналиты детектировали с помощью масс-спектрометров с одинарным и тройным квадруполем.

Разработан способ определения суммарного содержания F<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, S-органических соединений в пробах различных матриц в присутствии неорганических галогенидов и сульфатов. Способ основан на прямой высокотемпературной окислительной конверсии пробы в потоке кислорода, поглощении неорганических солей в кварцевом реакторе, абсорбции продуктов конверсии органических соединений деионизованной водой с образованием анионов F<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, определяемых методом ионной хроматографии.

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. Лаборатория хромато-масс-спектрометрии
Город:	Москва
Методы:	Высокоэффективная жидкостная (в том числе ионная) хроматография
Объекты	Органические соединения

Оптимизирован состав элюента и режим элюирования для определения состава комплексных полиоксометаллатов (ПОМ): pH < 3 (для устойчивости соединений ПОМ); введение реагента для образования ионной пары с анионами ПОМ; градиентный режим элюирования для обеспечения максимальной эффективности разделения. Методика позволяет провести оценку стехиометрических соотношений элементов для компонентов и смесей, полученных в процессе синтеза ПОМ, в состав которых входят Nb, W, Mo, Sb, As и др. Определены стехиометрические соотношения элементов для анионов: [BW<sub>11</sub>O<sub>39</sub>]<sup>9-</sup>; [PW<sub>11</sub>NbO<sub>40</sub>]<sup>4-</sup>; [GeW<sub>11</sub>O<sub>39</sub>]<sup>8-</sup>, [SiW<sub>11</sub>O<sub>39</sub>{RhCl}]<sup>6-</sup>. Полученные данные дают возможность оптимизировать условия синтеза целевых продуктов.

Авторы:	Сапрыкин А.И. <a href="mailto:saprykin@niic.nsc.ru">saprykin@niic.nsc.ru</a>
---------	--

Организация:	Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН, Аналитическая лаборатория
Город:	Новосибирск
Методы:	Высокоэффективная жидкостная (в том числе ионная) хроматография.
Объекты	Неорганические соединения

Реализован режим гидрофильной хроматографии (HILIC - *Hydrophilic Interaction Liquid Chromatography* с участием полиэтилениминовых дендритных полимеров с олигосахаридной оболочкой и имидазолиевых ионных жидкостей методами колоночной и тонкослойной хроматографии, включающий распределение, адсорбцию, ионный обмен и эксклюзию аналитов. Выявлены факторы, определяющие селективность разделения лекарственных препаратов (природа и концентрация модификатора, рН элюента, концентрация буферного раствора). Полученные закономерности в условиях колоночной ВЭЖХ хорошо коррелируют с вариантом ТСХ.

Авторы:	Карцова Л.А., <a href="mailto:kartsova@gmail.com">kartsova@gmail.com</a>
Организация:	Санкт-Петербургский государственный университет, Институт химии, кафедра органической химии
Город:	Санкт-Петербург
Методы:	Высокоэффективная жидкостная (в том числе ионная) хроматография. ТСХ
Объекты	Фармацевтические препараты

Выявлены закономерности удерживания аналитов с различной летучестью в условиях ОФ ВЭЖХ при различной температуре. Установлено, что независимо от летучести аналитов повышение температуры позволяет в несколько раз повысить эффективность хроматографического процесса, если скорость элюента достаточно высока. Негативное влияние высокой летучести аналитов проявляется лишь при повышенной температуре и низкой скорости элюента в сочетании с низким содержанием в нем ацетонитрила, то есть в том случае, когда возрастает роль продольной диффузии.

Авторы:	Родинков О.В., <a href="mailto:o.rodinkov@spbu.ru">o.rodinkov@spbu.ru</a>
Организация:	Санкт-Петербургский государственный университет,

Город:	химический факультет, кафедра аналитической химии Санкт-Петербург
Методы:	Высокоэффективная жидкостная (в том числе ионная) хроматография.
Объекты	Органические вещества

Установлены закономерности хроматографического разделения эфиров кислот фосфора (III) и (V) в обращено-фазовой ВЭЖХ. Показано, что детектирование таких эфиров с регистрацией положительных ионов обеспечивает меньшие пределы, чем отрицательных. Подтверждено окисление производных P(III) с образованием соответствующих производных P(V) растворенным в водных растворах кислородом атмосферного воздуха

Для моделирования процессов окисления пестицидов в водных растворах кислородом атмосферного воздуха использовано их электрохимическое окисление, протекающее с образованием аналогичных продуктов, образование которых можно регулировать, варьируя параметры процесса.

Авторы:	Зенкевич И.Г.; <a href="mailto:izenkevich@yandex.ru">izenkevich@yandex.ru</a>
Организация:	Санкт-Петербургский государственный университет, химический факультет, кафедра аналитической химии; кафедра радиохимии; лаборатория газовой хроматографии; лаборатория ионометрии
Город:	Санкт-Петербург
Методы:	Высокоэффективная жидкостная (в том числе ионная) хроматография; Хромато-масс-спектрометрия; вольтамперометрия.
Объекты	Органические вещества

Изучено определения состава воздуха замкнутого помещения при различных способах потребления никотина на примере сигарет «PARLIAMENT Aqua Blue», электронной системы доставки никотина «Cricket Классик 3.0», электрической системы нагревания табака «IQOS 2.4P» с табачными стиками «HEETS Yellow Label». В качестве маркеров были выбраны 16 приоритетных показателей – компонентов табачного дыма. По результатам исследований сделаны выводы о влиянии на здоровье человека различных видов потребления табака или никотина (традиционных сигарет и альтернативных никотинсодержащих продуктов),

выполнена сравнительная токсикологическая и гигиеническая оценка различных способов потребления табака или никотина, установлены и обоснованы объемы и кратность воздухообмена помещений, предназначенных для различных способов потребления табака или никотина, сформулированы рекомендации по организации специально отведенных мест для курения в соответствии с Федеральным законом № 15-ФЗ от 23.02.2013 г.

Выполнены исследования бумажных упаковочных материалов непищевого назначения с точки зрения вероятной миграции органических веществ из упаковочной тары в водную и воздушную среды. Воспроизведены модельные условия применения тары в соответствии с требованиями Технического регламента Таможенного Союза ТР ТС 005/2011 «О безопасности упаковки» и выполнены измерения массовой концентрации согласованных показателей: 4,4'-*Бис(диметиламино)-бензофенона*, *Ди(2-этилгексил)фталата*, *Ди(н-бутил)фталата*, *Ди(избутил)фталата*, *Бензофенона*, *Бисфенола А*, *Диизопропилнафталина*, *Антрахинона* и *нефтепродуктов* в воздухе и модельном растворе после их контакта с исследуемыми образцами. На основе полученных данных сделаны выводы о соответствии исследованных упаковочных материалов требованиям ТР ТС 005/2011 и безопасности их применения.

Работа выполнена в сотрудничестве с ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья».

Авторы:	Крылов А.И. <a href="mailto:akrylov@b10.vniim.ru">akrylov@b10.vniim.ru</a> , Михеева А.Ю., Смирнов В.В., Харитонов С.Г., Бердичевский Г.М., Кондюкова И.В.
Организация:	ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»
Город:	Санкт-Петербург
Методы:	Высокоэффективная жидкостная (в том числе ионная) хроматография. Хромато-масс-спектрометрия
Объекты	Воздух

Предложен методический подход по отбору и выявлению веществ-маркеров качества растворимого кофе, базирующийся на оценке изменения характеристик кофе при переходе от сырья к готовому продукту с учетом физико-химических свойств компонентов и влияния факторов технологического процесса, приводящих к этим изменениям. Получены данные о качественном



и количественном составе растворимого кофе, выявлены вещества-маркеры, содержания которых являются показателями качества растворимого кофе: кофеилхинные кислоты, в частности 5-О-КХКХ, 3-О-КХК, кофеин, катехол, никотиновая кислота. Изучен качественный состав растворимого кофе методом ВЭЖХ-УФ-МС. Показано, что к мажорным компонентам кофе относятся кофеин, изомеры кофеилхинных и ферулоилхинных кислот, а к минорным – некоторые изомеры КХК, дикофеилхинные кислоты, лактоны хлорогеновых кислот, смешанные кофеил-ферулоилхинные кислоты, кофеил-триптофан. Определены содержания 5-О-КХКХ, 3-О-КХК и кофеина в кофе. .

Авторы:	Цюпко Т.Г. <a href="mailto:tsytko@inbox.ru">tsytko@inbox.ru</a>
Организация:	Кубанский государственный университет, кафедра аналитической химии
Город:	Краснодар
Методы:	Высокоэффективная жидкостная (в том числе ионная) хроматография.
Объекты	Пищевые продукты и корма

Разработана методика определения флавоноидов методом обращенно-фазовой ВЭЖХ с УФ-детектором в изократическом режиме. Изучена зависимость удерживания кверцетина сорбентом с привитыми октадецильными группами в зависимости от объемной доли ацетонитрила в составе подвижной фазы. Показано, что оптимальными условиями для хроматографического определения кверцетина является содержание ацетонитрила в ПФ 25%. С использованием модели Снайдера-Сочевинского установлено число адсорбированных молекул модификатора подвижной фазы, вытесняемое при сорбции одной молекулой сорбата составляет 3.

Авторы:	Синяева Л.А., Карпов С.И., <a href="mailto:karsiv@mail.ru">karsiv@mail.ru</a>
Организация:	Воронежский государственный университет, кафедра аналитической химии
Город:	Воронеж
Методы:	Высокоэффективная жидкостная (в том числе ионная) хроматография; Сорбционные методы
Объекты:	Фармацевтические препараты

Исследованы физико-химические свойства и разработана методика определения синтезированного в НИОХ СО РАН (2*R*,4*R*,4*aR*,7*R*,8*aR*)-4,7-Диметил-2-(тиофен-2-ил)октагидро-2*H*-хромен-4-ола, обладающего высокой анальгетической активностью. Методами элементного анализа, УФ-, ИК-, ЯМР<sup>1</sup>H и <sup>13</sup>C-спектроскопии доказаны состав и строение Разработана методика определения субстанции методом ВЭЖХ с применением микроколоночного жидкостного хроматографа «Милихром А-02» с УФ-детектором. Использовали хроматографическую колонку размером 2x75 мм, заполненную обращено-фазовым сорбентом ProntoSIL 120-5-C18 AQ#0838. В качестве элюента применяли раствор трифторуксусной кислоты с концентрацией 1 г/л, ацетонитрил в градиентном режиме. Длина волны при детектировании 234 нм.

Разработана и валидирована методика определения четырех остаточных растворителей – дихлорметана, этилацетата, метил-трет-бутилового эфира, н-гексана в исследуемой субстанции методом газовой хроматографии на колонке с модифицированной фазой на основе ПТМСП. Стандартные отклонения результатов при определении этилацетата и МТБЭ в субстанции с использованием разработанной методики не превышают 0.03 и 0.09, соответственно. Методика является специфичной, точной и достоверной для определения остаточных органических растворителей в субстанции.

Авторы:	Фадеева В.П., <a href="mailto:fadeeva@nioch.nsc">fadeeva@nioch.nsc</a>
Организация:	Новосибирский институт органической химии СО РАН
Город:	Новосибирск
Методы:	Высокоэффективная жидкостная (в том числе ионная) хроматография; Газовая хроматография
Объекты:	Фармацевтические препараты

Изучено хроматографическое поведение иматиниба и разработана методика его определения в плазме крови человека методом ВЭЖХ с УФ-детектированием. Оценено влияние модификаторов подвижной фазы на хроматографические параметры пика иматиниба. Показано, что использование калия фосфорнокислого однозамещенного, ортофосфорной кислоты и триэтиламина в качестве

модификаторов подвижной фазы А и Б приводит к уменьшению размывания хроматографической зоны иматиниба.

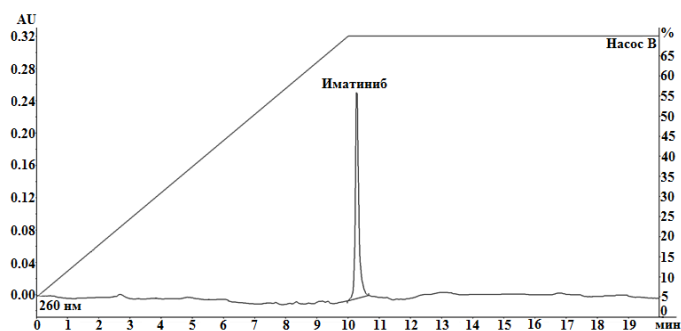


Рис.1 – Хроматограмма раствора иматиниба мезилата с концентрацией 4200 нг/мл

Подобраны условия для хроматографического определения иматиниба в плазме крови методом ВЭЖХ с УФ-детектированием. Показано, что разработанный состав динамически модифицированной подвижной фазы А и Б способствует получению на хроматограммах узкого и симметричного пика иматиниба, что привело к увеличению чувствительности методики и снижению предела определения иматиниба в плазме крови человека с 50 до 30 нг/мл.

Разработана методика пробоподготовки образцов плазмы крови для хроматографического определения иматиниба методом жидкостно-жидкостной экстракции по принципу QuEChERS. В отличие от ранее применяемого при определении иматиниба методов осаждения белков и экстракции, при экстракции ацетонитрилом по принципу QuEChERS происходит незначительный перенос эндогенных веществ плазмы крови в органический слой, что повышает качество получаемых хроматограмм (наличие меньшего числа посторонних пиков) и, как следствие, селективность определения. Данная процедура пробоподготовки позволила увеличить степень извлечения иматиниба из плазмы крови человека с 84 до 92 %. Разработанная методика валидирована и доказана ее пригодность к определению иматиниба в плазме крови человека методом ВЭЖХ с УФ-детектированием. Концентрационная зависимость линейна в диапазоне 30-4200 нг/мл, доказана специфичность определения иматиниба в многокомпонентной биологической матрице. Погрешность определения иматиниба составляет 6,47 – 18,98 %, СКО повторяемости составляет от 2,01 до 6,86 %, а СКО внутрिलाбораторной прецизионности – от 3,17 до 9,75 %. Анализируемые образцы стабильны при различных условиях хранения. По результатам анализа построены

фармакокинетические профили зависимости концентрации иматиниба в плазме крови при различных временах забора крови.

Авторы:	Бакибаев А.А. [bakibaev@mail.ru]; Леонов К.А. k90@mail.ru
Организация:	Национальный исследовательский инновационный Томский ПУ, Отделение химической инженерии инженерной школы природных ресурсов
Город:	Томск
Методы:	Высокоэффективная жидкостная (в том числе ионная) хроматография.
Объекты:	Фармацевтические препараты

Разработана методика экстракционно-хроматографического определения гидразина в виде производного с п-диметиламинобензальдегидом.

. М. И. Евгеньев, Р. Н. Исмаилова, И. И. Евгеньева. Вестник технол. университета. 2018. Т. 21, № 8. С.16-19

Исследовано влияние природы растворителей на реакцию гидролиза 4-хлор-5,7-динитробензофуразана

*Евгеньев М.И., Николаева Н.Г., Евгеньева И.И.* Вестник технол. университета. 2018. Т. 21, № 9. С.12-15

Авторы:	Евгеньев М.И.; evgenev@kstu.ru
Организация:	Казанский государственный технологический университет
Город:	Казань
Методы:	Высокоэффективная жидкостная (в том числе ионная) хроматография.
Объекты:	Органические соединения

### ***Хромато-масс-спектрометрия***

В течение 2018 был проведен ряд исследований по анализу органического состава проб Арктического снега с архипелага Новая Земля, а также образцов облачного конденсата с горы Пуи де Дом. Поскольку Арктический регион часто используется учеными для оценки уровня загрязнения мировой атмосферы, изучение загрязнения Российской части Арктики безусловно является актуальной задачей. Нецелевым анализом органического состава облаков никто не занимался

ранее, поэтому определение полуволетучих органических веществ методом ГХ-МС стало первым шагом в понимании состава облачного конденсата. В исследуемых пробах удалось обнаружить более 500 различных органических соединений, в частности алканы, нафтены, ПАУ, пиридины, фенолы, фураны, фталаты и др. Для образцов Арктического снега удалось обнаружить ранее неизвестный в северных широтах класс органических веществ – полиоксиалилены. В ряде случаев были высказаны предположения о потенциальных источниках идентифицированных веществ (бромформ, фураны, полиалкилены и др.).

Авторы:	Лебедев А.Т., <a href="mailto:a.lebedev@org.chem.msu.ru">a.lebedev@org.chem.msu.ru</a>
Организация:	МГУ им. М.В. Ломоносова, химический факультет, кафедра органической химии
Город:	Москва
Методы:	Хромато-масс-спектрометрия
Объекты:	Органические соединения

Разработаны новые подходы к хроматографическому разделению и определению гинсенозидов женьшеня по методу количественного анализа многокомпонентной системы (КАМС). Разработанные подходы проверены на оборудовании различных фирм; показано, что при использовании внутригрупповых стандартов соединений удастся достичь стабильных значений факторов отклика по сигналам групповых фрагментных ионов.

Разработан способ разделения и определения сахаров и сахароспиртов в экстрактах из листвы хвойных растений методом гидрофильной хроматографии в сочетании с тандемным масс-спектрометрическим детектированием. Предложена система ВЭЖХ-МС распознавания образов растительных экстрактов на основе машинного обучения, позволяющая проводить идентификацию растения по полному хроматомасс-спектрометрическому профилю образца. Разработана также стратегия идентификации компонентов биологически активных добавок по биомаркерам различных растений. Проведена оптимизация условий извлечения стероидных сапонинов из растительного сырья и клеточной биомассы. Предложен способ идентификации и определения пептидного биомаркера зарина с проведением трипсинолиза и ВЭЖХ-МС анализа образующихся пептидов.

Авторы:	Родин И.А., igorrodin@yandex.ru ; Ставрианиди А.Н.
Организация:	МГУ им. М.В. Ломоносова, химический факультет, кафедра аналитической химии, лаборатория хроматографии
Город:	Москва
Методы:	Хромато-масс-спектрометрия
Объекты:	Биологические объекты

Разработан способ определения фенилкарбонновых кислот – биомаркеров сепсиса – в сыворотке крови, основанный на сочетании микросорбционного концентрирования в шприце и метода газовой хромато-масс-спектрометрии. Рассмотрена возможность использования информации об относительном содержании фенилкарбонновых кислот для предсказания исхода заболевания пациентов, находящихся в критических состояниях. Предсказание проводили, используя одномерные и многомерные модели (последние были построены при использовании метода формального независимого моделирования аналогий классов (SIMCA)).

Авторы:	Д.х.н., в.н.с. Ревельский А.И.
Организация:	МГУ им. М.В. Ломоносова, химический факультет, кафедра аналитической химии, лаборатория хромато-масс-спектрометрии
Город:	Москва
Методы:	Хромато-масс-спектрометрия
Объекты:	Медицинские объекты

Методом хромато-масс-спектропии получены метаболомные и целевые метаболомные профили нативных тритерпеноидов листьев березы повислой (*Betula pendula*) при варьировании фенологических фаз и географических зон. Установлено, что метаболомные профили («отпечатки пальцев») маркерных тритерпеноидов различных даммарановых типов по характеристичным ионам и их соотношениям являются характерными и дискриминантными признаками для распознавания образа. Разработанный алгоритм может быть использован для решения фундаментальных задач аналитической химии и химической экологии –

идентификации и распознавания «химических» образов сложных объектов и систем природного происхождения. (Совместно с ИСиЭЖ СО РАН).

Методом ГХ/МС получены хроматографические профили и идентифицированы основные компоненты эпикутикулярного слоя личинок колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata*) в течение межличиночного периода. Показано, что основными компонентами являются 15 предельных моно-, ди- и триметилзамещенных углеводов состава C28-C32 с преобладанием углеводов C30 и 5 карбоновых кислот состава C16-C18. Показано, что с возрастом происходит уменьшение общего количества углеводов: сумма углеводов для групп свежеперелинявших, промежуточного возраста и заканчивающих питание личинок составила  $24.7 \pm 4.5$ ,  $20.4 \pm 6.1$  и  $11.6 \pm 6.0$  мкг/см<sup>2</sup> площади поверхности личинки соответственно. (Совместно с ИСиЭЖ СО РАН).

Методом ГХ/МС получены метаболические профили жирных кислот, холестерина и его производных в плазме крови пациентов с коронарным атеросклерозом и идентифицировано 20 насыщенных и ненасыщенных кислот состава C14–C22, холестерин и пять его производных. Выявлены корреляционные связи между содержанием кислот (C14:0, C16:0, C18:0) и клиническими маркерами липидного обмена и воспаления. Насыщенные кислоты C14:0, C16:0 и C18:0 могут рассматриваться как потенциальные биомаркеры в клинической диагностике атеросклероза. (Совместно с НИИТПМ и НМИЦ им. академика Е.Н. Мешалкина).

Авторы:	Морозов С.В., <a href="mailto:morozov@nioch.nsc.ru">morozov@nioch.nsc.ru</a>
Организация:	Новосибирский институт органической химии СО РАН
Город:	Новосибирск
Методы:	Хромато-масс-спектрометрия
Объекты:	Биологические объекты

В результате идентификации «необычных» (димерных) продуктов окисления 4-изопропилфенола в водных растворах кислородом воздуха предложен механизм образования аналогичных продуктов при окислении природных флавоноидов.

Охарактеризованы хромато-масс-спектрометрические характеристики эфиров кислот фосфора (III) и (V) – диалкилфосфонаты (диалкилфосфиты), триалкилфосфиты, О-алкилдихлорфосфаты, О,О-диалкилхлорфосфаты, О-

алкилдихлортиофосфаты, О,О-диалкилхлортиофосфаты. Набор характеристик включает масс-спектры ИЭ, газохроматографические индексы удерживания на стандартных неполярных полидиметилсилоксановых неподвижных фазах (RI) и вычисляемые на основании этих данных «вторичные» характеристики – гомологические инкременты индексов удерживания ( $i_{RI}$ ).

Сформулированы принципы и особенности алгоритма оценки молекулярных масс ( $M$ ) аналитов, не дающих в масс-спектрах ИЭ надежно регистрируемых сигналов молекулярных ионов. Способ основан на применении соотношения:  $M \approx 0.14(RI - i_{RI}) + y$

где  $y$  – номер гомологической группы соединения:  $y \equiv M(\text{mod}14)$ . Ключевым моментом предлагаемого способа является округление результатов не до ближайшего целого, а до ближайшего целого, сравнимого с  $y$  по модулю 14, т.е.  $M \rightarrow M \equiv y(\text{mod}14)$ . Такое округление не имеет аналогов в математике и представляет собой операцию, специфическую исключительно для органических соединений в химии.

Авторы:	Зенкевич И.Г.; <a href="mailto:izenkevich@yandex.ru">izenkevich@yandex.ru</a>
Организация:	Санкт-Петербургский государственный университет, Химический факультет, кафедра аналитической химии; кафедра радиохимии; лаборатория газовой хроматографии, лаборатория ионометрии
Город:	Санкт-Петербург
Методы:	Хромато-масс-спектрометрия
Объекты:	Биологические и медицинские объекты; Органические соединения

Методом хромато-масс-спектрометрии проведено исследование примесного состава тетрафторфосфина никеля. Разработана система пробоотбора, позволяющая проводить анализ его паровой и жидкой фазы. В тетрафторфосфине никеля идентифицированы примеси фторида фосфора (III), дихлорметана, бензола, углеводородов  $C_6-C_8$ . Идентифицированы примеси  $Ni(PF_3)_3(PF_2C_2H_5)$  и  $Ni(PF_3)_3(PF_2OC_2H_5)$ . Впервые получены и описаны их масс-спектры, а также масс-спектр  $Ni(PF_3)_4$ . Информация о примесном составе является необходимой для разработки методик глубокой очистки  $Ni(PF_3)_4$ .



Авторы:	Созин А.Ю., <a href="mailto:Sozin@ihps">Sozin@ihps</a>
Организация:	Институт химии высокочистых веществ РАН
Город:	Нижний Новгород
Методы:	Хромато-масс-спектрометрия;
Объекты:	Неорганические соединения (в том числе особо чистые вещества и полупроводниковые материалы)

Методами хромато-масс-спектрометрии получены характеристические профили биологических жидкостей (образцов крови и мочи) с целью выявления дополнительных диагностических критериев туберкулёза (метод ВЭЖХ-МС) и рака предстательной железы (ГХ-МС). Общая схема эксперимента включала: подготовку образцов мочи к парофазному анализу; получение характеристических профилей летучих органических соединений методом газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием, а также их дальнейшую хемометрическую обработку для выделения кластеров и классификации образцов на норму/патологию. Показана перспективность получения дополнительного диагностического критерия туберкулёза путем ВЭЖХ анализа образцов плазмы крови с последующей хемометрической обработкой результатов методом классификации k-ближайших соседей.

Авторы:	Карцова Л.А.; <a href="mailto:kartsova@gmail.com">kartsova@gmail.com</a>
Организация:	Санкт-Петербургский государственный университет, Институт химии, кафедра органической химии
Город:	Санкт-Петербург
Методы:	Хромато-масс-спектрометрия; ВЭЖХ
Объекты:	Биологические и медицинские объекты

Продолжены исследования качественного и количественного состава промышленных выбросов цементных печей, работающих на традиционных и альтернативных видах топлив. Выполнены отборы проб и измерения целевых показателей (в т.ч. взвешенных частиц, тяжелых металлов, ЛОС, Диоксинов) в соответствии с европейскими нормативными документами. На основе анализа полученных результатов измерений установлены оптимальные параметры работы цементных печей.

Авторы:	Крылов А.И. <a href="mailto:akrylov@b10.vniim.ru">akrylov@b10.vniim.ru</a> ,
Организация:	Всероссийский НИИ метрологии (ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»)
Город:	Санкт-Петербург
Методы:	Хромато-масс-спектрометрия.
Объекты:	Воздух, промышленные выбросы

Предложена методика определения в моче некоторых селективных модуляторов андрогенных рецепторов, а именно андарина (S-4, GTx-007), остарина (S-22, GTx-024, МК-2866) и лигандрола (LGD-4033, VK-5211), а также фитостероида лаксогенина и ибутаморена (МК-677), непептидного секрета гормона роста, большинство из которых запрещены к употреблению спортсменами Всемирным антидопинговым агентством по причине их анаболического действия. Для очистки и концентрирования аналитов была исследована возможность применения твердофазной экстракции с использованием патронов Varian Bond Elut C8 (100 мг, 1 мл), Biotage Isolute C18 (EC) (100 мг, 1 мл) и Waters Oasis HLB (30 мг, 1 мл). С целью достижения оптимального разделения аналитов использовали обращенно-фазовый вариант ультра-высокоэффективной жидкостной хроматографии с применением тройного квадрупольного масс-спектрометра в качестве детектора в режиме регистрации положительно и отрицательно заряженных ионов. Пределы обнаружения аналитов находятся в диапазоне 0.1–0.5 нг/мл, пределы определения составляют 0.5–2.5 нг/мл. Градуировочные кривые линейны в широком диапазоне концентраций. Проведена оценка матричных эффектов на результаты определения аналитов и показано, что они не оказывают мешающего влияния на результаты определения. Методика была апробирована на реальных образцах мочи после однократного перорального употребления 15 мг действующего вещества. Спустя 12 часов во всех образцах мочи были обнаружены определяемые аналиты, их концентрации лежали в линейном диапазоне градуировочных зависимостей, что свидетельствует о возможности использования предложенной методики для определения исследуемых аналитов в моче человека.

Разработана процедура определения селективного модулятора андрогенного рецептора андарина (S-4) и непептидного гормона роста, секретогогибутаморен (МК-677) в моче, в том числе пробоподготовка методом «разбавь и снимай»,

разделение аналитов УВЭЖХ в режиме градиентного элюирования и масс-спектрометрическое детектирование с ионизацией при электрораспылении. Пределы обнаружения находятся в диапазоне 0,5-2,5 нг / мл, калибровочные кривые линейные в диапазоне 2,5-250 нг / мл для андарина и 5-250 нг / мл для ибутамора. Предлагаемая процедура была использовала для анализа образцов мочи, полученных от добровольцев после однократного введения этих препаратов содержащий 15 мг активных веществ.

Предложен метод определения производных катехоламинов в моче человека, который включает дериватизацию целевых соединений на твердофазном экстракционном картридже и определение аналитов методом UHPLC с tandemным масс-спектрометрическим обнаружением. В качестве дериватизатора использовали 9-флуоренилметокси карбонилхлорид. Пределы обнаружения для аналитов составляло 2,5 нг мл<sup>-1</sup> для 9-флуоренилметоксикарбонил-адреналина, 5 нг мл<sup>-1</sup> для 9-флуоренил-метоксикарбонил-октопамина и 25 нг мл<sup>-1</sup> для 9-флуоренил-метоксикарбонил-дофамина. Предлагаемая процедура была опробована на реальных образцах, полученных от добровольцев.

Авторы:	Темердашев А.З., TemerdashevAZ@gmail.com
Организация:	Кубанский государственный университет, кафедра аналитической химии
Город:	Краснодар
Методы:	Хромато-масс-спектрометрия; Газовая хроматография; Высокоэффективная жидкостная (в том числе ионная) хроматография
Объекты:	Фармацевтические, наркотические и допинговые препараты

### ***Тонкослойная хроматография***

Методом тонкослойной хроматографии (ТСХ) на примере мельдония продолжены, расширены и развиты подходы к совершенствованию хроматографических методов анализа, основанных 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 определения мельдония, в 2-3 раза повысить чувствительность его определения по сравнению с водно-органическими элюентами. Методом ТСХ на основе расчета коэффициентов связывания мельдония с мицеллами и циклодекстринами установлено, что основой улучшения хроматографических параметров является разная степень сольубилизации мельдония в мицеллярные и циклодекстриновые фазы и вклад в удерживании мельдония 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 определения мельдония в некоторых фармацевтических препаратах. Значение  $S_r$  составляет- 0,01 - 0,02, что существенно ниже по сравнению с водно-органическими ПФ.

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

Авторы:	Сумина Е.Г., <a href="mailto:suminaeg@yandex.ru">suminaeg@yandex.ru</a>
Организация:	Саратовский государственный университет, кафедра аналитической химии и химической экологии
Город:	Саратов
Методы:	Тонкослойная хроматография; Наноаналитика
Объекты:	Фармацевтические препараты

### ***Капиллярный электрофорез***

Установлено, что введение в кварцевый капилляр наноразмерных ионитов на основе сополимера стирола и дивинилбензола с терминальными четвертичными аммонийными группами приводит к формированию стабильных физически-адсорбированных покрытий, обеспечивающих реализацию режима капиллярной электрохроматографии (КЭХ), сочетая при этом селективность ионной хроматографии и высокую эффективность капиллярного электрофореза Показано,

что концентрация анионита, необходимая для создания устойчивого покрытия капилляра и обращения ЭОП составляет 0,01 мМ; требуемое время модификации – 15 мин.

Предложены условия получения стационарной фазы на основе наноанионита и нанокатионита в кварцевом капилляре; определены рабочие диапазоны значений рН (2-10) сформированных покрытий, найдены условия электрофоретического определения органических кислот на модифицированных **наноанионитом** капилляра и катехоламинов (*дофамин, норадреналин, адреналин, нометанефрин*) и аминокислот (*триптофана, тирозина, фенилаланина, 3,4-дигидроксифенилаланина*) на модифицированном **нанокатионитом** капилляре с высокой эффективностью: Предложенный способ формирования стабильного покрытия стенок капилляра наноанионитом характеризуется высокой воспроизводимостью «от капилляра к капилляру». Относительное значение СКО электрофоретических подвижностей аналитов, рассчитанных для 5 капилляров, не превысило 5%.

Предложены схемы электрофоретического анализа в реальных объектах с использованием полученных покрытий: неорганических анионов в образцах мочи; органических кислот в образцах белого вина; катехоламинов в образцах мочи. Установлено, что применение внутрикапиллярного концентрирования обеспечивает снижение пределов обнаружения органических кислот до 1-3 нг/мл и неорганических анионов – до 1 пкг/мл – 7 нг/мл (*электростэкин2*); катехоламинов и аминокислот до 67-72 нг/мл и 72-625 нг/мл, соответственно (*стэкин2*).

Предложен вариант электрофоретического определения стероидных гормонов в образцах мочи с использованием на стадии пробоподготовки дисперсионной жидкостно-жидкостной микроэкстракции в имидазолиевую ионную жидкость  $C_8MImBF_4$ . с пределами обнаружения 8-12 нг/мл; факторы концентрирования ~ 23-30; степенями извлечения (70-93%).

Авторы:	Карцова Л.А., kartsova@gmail.com
Организация:	Санкт-Петербургский университет, Институт химии, кафедра органической химии
Город:	Санкт-Петербург
Методы:	Капиллярный электрофорез

Объекты: Фармацевтические препараты; Биологические и медицинские объекты

В развитие гибридной схемы определения аминов в водных средах на принципах КЭ разработана простая, высокочувствительная методика, основанная на введении большого объема пробы (LVSS) без изменения полярности. По этой методике проведено определение аммиака и 9 аминов, в том числе этаноламина, циклогексиламина, гидразина, морфолина, триэаноламина и диметиламина в водяном паре и продуктов их разложения, таких как метиламин, этиламин, диэаноламин и аммиак. Для косвенного фотометрического детектирования в УФ-области спектра предложен фоновый электролит, содержащий в качестве ко-иона акридин. Применение акридина в качестве ко-иона предпочтительно для определения аминов с низкой молекулярной массой из-за его высокой электрофоретической подвижности и высокого молярного коэффициента поглощения ( $\epsilon_{252}$ )  $1,7 \cdot 10^5$ . При этом не требуется трудоемкая пробоподготовка. Разделение и обнаружение аналитов для фонового электролита, содержащего акридин достигается примерно за 8,5 мин.

Авторы: Каменцев М.Я., [mkamencev@yandex.ru](mailto:mkamencev@yandex.ru); Якимова Н.М., [yakimovanm@yandex.ru](mailto:yakimovanm@yandex.ru)  
Организация: Санкт-Петербургский государственный университет, Институт химии, кафедра аналитической химии  
Город: Санкт-Петербург  
Методы: Капиллярный электрофорез  
Объекты: Органические соединения

Предложены методики определения протеиногенных аминокислот в плазме крови, основанные на использовании капиллярного зонного электрофореза и мицеллярной электрокинетической хроматографии, а также ВЭЖХ. Определены параметры анализа, обеспечивающие возможность селективного определения 10 (в варианте МЭКХ) и 16 (в варианте ВЭЖХ) аминокислот в диапазоне концентраций  $10^{-4} - 10^{-2}$  моль/дм<sup>3</sup>. Методики применены для определения содержания свободных аминокислот в плазме крови мышей.

Авторы: Неудачина Л.К. [Ludmila.Neudachina@urfu.ru](mailto:Ludmila.Neudachina@urfu.ru); Лебедева Е.Л. [swan-24@mail.ru](mailto:swan-24@mail.ru)

Организация:	Уральский федеральный университет, кафедра аналитической химии и химии окружающей среды
Город:	Екатеринбург
Методы:	Капиллярный электрофорез и близкие методы. ВЭЖХ
Объекты:	Биологические и медицинские объекты

Показана возможность экспрессного определения кофеилхинных кислот одновременно с катехолом в растворимом кофе методом капиллярного зонного электрофореза. Доказано, что суммарное содержание КХК, определяемое по разработанной методике, соответствует сумме содержаний ее изомеров. Обоснована «технологическая» природа катехола в продукте. Предложена методика определения никотиновой кислоты в растворимом кофе методом КЗЭ-УФ с применением процедуры on-line концентрирования, которая позволяет достичь фактора эффективности концентрирования аналита 70. Разработана и метрологически аттестована «Методика (метод) измерений массовой концентрации никотиновой кислоты в пробах растворимого кофе методом капиллярного зонного электрофореза с применением стэкинга с большим объемом образца» (МУ 08-47/411), позволяющая проводить определение в диапазоне 250-2500мкг/г. Метрологические характеристики методики:  $\sigma_r = 4 \%$ ,  $\sigma_{RЛ} = 7 \%$ ,  $\pm\delta = 14 \%$ .

Авторы:	Цюпко Т.Г., <a href="mailto:tsytko@inbox.ru">tsytko@inbox.ru</a>
Организация:	Кубанский государственный университет. кафедра аналитической химии
Город:	Краснодар
Методы:	Капиллярный электрофорез
Объекты:	Пищевые продукты

Предложены три варианта электрофоретического определения тиамидов - производных хинолина (смеси хинолин-2-тиона и 8- меркаптохинолин гидрохлорида) методом водного и неводного капиллярного электрофореза и мицеллярной электрокинетической капиллярной хроматографии. Метод капиллярного электрофореза (CZE) обеспечил чувствительную и воспроизводимую оценку концентрации аналитов в области 0.8–161.2 мг/ мл для хинолин-2-тиона в

водной среде и 2.19–219.2 мг/мл для 8-меркапто-хинолина гидрохлорида в неводной среде. Предел обнаружения составил 0.4 мг/ мл для хинолин-2-тиона и 1.5 мг/мл для 8-меркапто-хинолина гидрохлорида соответственно.

Авторы:	Черновьянц М. С. <a href="mailto:chernov@sfedu.ru">chernov@sfedu.ru</a> ; Колесникова Т. С.
Организация:	Южный Федеральный университет, кафедра аналитической химии
Город:	Ростов-на-Дону
Методы:	Капиллярный электрофорез
Объекты:	Органические соединения

*Изучение состава смеси полиядерных гидроксокомплексов родия с применением метода капиллярного электрофореза (КЭ).* Выполнена стыковка системы КЭ с МС-ИСП. Выбраны условия электрофоретического разделения моно- и полиядерных комплексов родия и их МС-ИСП детектирования. Подтверждена идентичность пиков на электрофореграмме и масс-спектре.

Для идентификации пиков на хроматограмме КЭ-МС-ИСП предложен прием, основанный на уравнениях материального баланса:

$M = m_1 + m_2 + m_3 + m_4$ , где:  $m_1, m_2, m_3, m_4$  – массы родия для соответствующего пика на хроматограмме;  $M = C_{Rh} \cdot V$ , где  $M$  – суммарное количество Rh, введенное в капилляр,  $C_{Rh}$  – концентрация введенного соединения,  $V$  – введенный объем.

По данным капиллярного электрофореза  $m_i = \frac{S_i}{\sum S} \cdot M$ , где  $S_i$  – площадь пика,  $\sum S$  – сумма площадей всех пиков на хроматограмме.

В то же время,  $m_i = M \cdot \beta_i \cdot \alpha_i$ , где:  $\beta_i$  – доля родия в соответствующей полимерной форме,  $\alpha_i$  – вклад данной формы в общую массу.

Содержание родия для мономера  $\beta_3$  (пик №3) равно 0,49. Зная площади пиков  $\beta_i$  на хроматограмме и сравнивая их с пиком мономера родия ( $\beta_3$ ) оценивали доли других полиядерных комплексов родия. Так для пика №4  $\beta_4 = 0,54$ , что соответствует содержанию родия в димерной форме  $[Rh_2(OH)_2(H_2O)_8]^{4+}$ . Для полиядерных форм более высокой степени полимеризации при расчете необходимо учитывать возможность присутствия изомерных форм и степень их гидратации, от которых зависит электрофоретическая подвижность.



Авторы:	Сапрыкин А.И., <a href="mailto:saprykin@niic.nsc.ru">saprykin@niic.nsc.ru</a>
Организация:	Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН, Аналитическая лаборатория
Город:	Новосибирск
Методы:	Капиллярный электрофорез, Масс-спектрометрия
Объекты:	Благородные металлы

### *Другие хроматографические методы*

Показана возможность обессоливания растворов аминокислот в условиях необменного поглощения на ионообменниках: процесс организуют в две стадии (сорбция и десорбция водой) и повторяют циклически. На стадии сорбции ионообменником поглощается аминокислота, а минеральная соль остается в растворе; на стадии десорбции аминокислота водой вымывается в чистом виде, при этом ионная форма сорбента остается неизменной и не требуется регенерации ионообменника

Авторы:	Хохлов В.Ю., Хохлов В.Ю. <a href="mailto:vladkh70@mail.ru">vladkh70@mail.ru</a>
Организация:	Воронежский государственный университет, кафедра аналитической химии
Город:	Воронеж
Методы:	Другие хроматографические методы
Объекты:	Органические соединения

### *Общие вопросы хроматографии. Приборы*

**Развитие теории межмолекулярных взаимодействий и создание математических моделей адсорбции и хроматографии.**

Развитие и применение теории обобщенных зарядов (ТОЗ) для описания адсорбционных и других физико-химических явлений, характеризующих равновесие и кинетику сорбционных процессов разделения веществ неполярной и полярной природы.

Подход к описанию ван-дер-ваальсовых взаимодействий, развитый на базе ТОЗ, в сочетании с известными подходами Кеезома и Дебая для полярных взаимодействий, дополнен квантовомеханической оценкой энергии водородного связывания, что приводит к созданию теории межмолекулярных взаимодействий (ММВ) общего типа. За отчетный период выполнен вывод уточненных выражений для характеристик водородной связи из теории ТОЗ. Развиваемая теория ММВ применена для моделирования газовой и жидкостной хроматографии. В газовой хроматографии разработан метод характеристики селективности хроматографических неподвижных фаз по экспериментальным данным об индексах Ковача, который дополнен априорными расчетами параметров неподвижных фаз по их структуре. Разработана система классификации неподвижных фаз (НФ) в виде карты (рис.1), построенной в координатах «полярность - гидрофильность», имеющей ряд преимуществ перед традиционными методиками Роршнайдера и др. В частности, метод позволяет подобрать наилучшую неподвижную фазу для разделения заданной пары близких по свойствам компонентов по принципу «подобное в подобном».

При моделировании ВЭЖХ выведено уравнение для удерживания сорбата с учетом механизмов физической адсорбции и конкурентной сорбции в присутствии элюента. Рассмотрены два крайних случая параметризации: в первом главным фактором распределения является адсорбция, а во втором — сольватация. Между ними лежит общий случай модели удерживания в ВЭЖХ, описываемый этим уравнением. Сформулирована и решается задача оптимизации многокомпонентной подвижной фазы (ПФ), имеющей заданную элюирующую способность. Определены три типа задач, характерных для описания удерживания в ВЭЖХ.

Выбор хроматографических фаз не ограничивается обеспечением требуемой селективности. Также проводятся исследования и в области кинетики сорбции для оптимизации НФ по разрешающей способности и скорости разделения. Для сравнения новых неподвижных фаз, создаваемых для аналитической хроматографии, предложен новый критерий, оценивающий эффективность и экспрессность НФ.

Авторы:	Долгоносков А.М., amdolgo@mail.ru
Организация:	Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, лаборатория сорбционных методов
Город:	Москва
Методы:	Общие вопросы хроматографических методов анализа

## Электрохимические методы

### *Потенциометрия. Ионоселективные электроды*

Разработаны твердоконтактные потенциметрические сенсоры на гидрофосфат-анион, включающие в качестве ионофора ионные жидкости на платформе п-tert-тиакаликс[4]арена с триметил- и триэтиламмонийными концевыми группами в заместителях нижнего обода. Для повышения обратимости сигнала и повышения механической устойчивости поверхностного слоя ионные жидкости наносили совместно с углеродной чернью и углеродными нанотрубками. Установлена зависимость аналитических характеристик определения гидрофосфат-аниона от конфигурации макроциклического ядра ионной жидкости, природы носителя, концентрации ионофора и способа формирования чувствительного слоя. Проведена оценка потенциметрической селективности методом отдельных растворов и проведено тестирование разработанного сенсора на примере определения гидрофосфатов в поверхностных водах озера вблизи Казани. Сенсор позволяет проводить определение  $10^{-6}$  –  $10^{-2}$  М гидрофосфат-аниона в интервале рН 6-8 в присутствии не менее чем 1000-кратных избытков органических одно- и двухосновных кислот, хлоридов, сульфатов, нитратов и карбонатов (предел обнаружения до  $7 \times 10^{-7}$  М).

Разработаны новые материалы на основе продуктов химической полимеризации анилина и фенотиазина с их последующей сборкой в супрамолекулярные комплексы, отличающиеся улучшенными характеристиками электронного обмена. Структура полученных материалов была охарактеризована с помощью сканирующей электронной микроскопии. Супрамолекулярные комплексы полифенотиазина и полианилина были использованы в составе твердоконтактных редокс-электродов, апробированных на примере определения

ряда антиоксидантов и солей железа (III). Установлена возможность определения железа в препаратах мультивитаминов.

Авторы:	Евтюгин Г.А.. <a href="mailto:Gennady.Evtugyn@kpfu.ru">Gennady.Evtugyn@kpfu.ru</a>
Организация:	Казанский (Приволжский) федеральный университет, кафедра аналитической химии
Город:	Казань
Методы:	Потенциометрия. Ионоселективные электроды; Наноаналитика
Объекты:	Неорганические соединения, Поверхностные, технические, питьевые воды; Фармацевтические препараты

Методом потенциометрического титрования исследованы комплексообразующие свойства ряда N-замещенных иминодипропионовых кислот: N-(3-гидроксипропил)-иминодипропионовой, N-(2,3-дигидроксипропил)иминодипропионовой кислот. Методом Бьеррума рассчитаны константы устойчивости комплексов N-(2,3-дигидроксипропил)иминодипропионовой кислоты с ионами переходных металлов с разным отношением концентраций ионов металлов и лиганда (M:L=1:1; M:L=1:2). Установлен ряд устойчивости:  $\text{Co}^{2+} > \text{Ni}^{2+} < \text{Cu}^{2+} > \text{Zn}^{2+}$ . Выявлено дестабилизирующее влияние гидроксильных заместителей на устойчивость комплексов металлов с реагентом, в сравнении с производными иминодипропионовых кислот, не содержащих в составе гидроксигрупп.

Авторы:	Неудачина Л.К. <a href="mailto:Ludmila.Neudachina@urfu.ru">Ludmila.Neudachina@urfu.ru</a>
Организация:	Уральский федеральный университет, кафедра аналитической химии и химии окружающей среды
Город:	Екатеринбург
Методы:	Потенциометрия. Ионоселективные электроды
Объекты:	Органические вещества: природные, синтетические, элементоорганические соединения, полимеры

Сконструированы угольно-пастовые электроды, в состав которых входит дитиооксамидированный полисилоксан. Установлено, что введение сорбента в пасту приводит к получению сенсоров, обладающих чувствительностью к ионам

серебра. Определены значения основных электродных функций сконструированных сенсоров, подобраны условия потенциметрического определения ионов серебра в водных растворах. Разработанная методика определения апробирована на Государственных стандартных образцах раствора серебра (I) и на лекарственном препарате "Протаргол". Указанная методика отличается использованием общедоступных и нетоксичных реагентов, простотой приборного оформления и высокой чувствительностью электродов к анализируемому иону.

Авторы:	Холмогорова А.С., kholmogorova@mail.ru
Организация:	Уральский федеральный университет, кафедра аналитической химии и химии окружающей среды
Город:	Екатеринбург
Методы:	Потенциметрия. Ионоселективные электроды
Объекты:	Фармацевтические препараты

В продолжение исследования и разработки фундаментальных основ создания новых электродноактивных материалов на основе ниобатов и танталатов s, p и d-металлов синтезированы и аттестованы твердые растворы на основе перспективных бинарных оксидных фаз  $Ni_4Nb_2O_9$ ,  $Pb_4Nb_2O_9$ ,  $Sr_6Ta_2O_{11}$ ,  $Sr_4Ta_2O_9$ . Сконструированы пленочные и угольнопастовые никель-, медь-, цинк- и свинецселективные электроды на основе исследуемых сложных оксидов с использованием в качестве полимерной матрицы полиметилметакрилата (ПММА), поливинилхлорида (ПВХ) и полистирола (ПС). Установлены рабочая область pH, линейность основной электродной функции, определены коэффициенты потенциметрической селективности. Новые ИСЭ апробированы методом прямой потенциометрии и потенциметрического титрования. Полученные результаты апробации электродов на модельных и реальных объектах (пыли тонкой и грубой очистки конвертерных газов, отходы очистки сточных вод) удовлетворительно согласуются с данными независимого метода – атомно-абсорбционной спектроскопии.

Авторы:	Штин С.А., sergey.shtin@urfu.ru
Организация:	Уральский федеральный университет, кафедра аналитической химии и химии окружающей среды

Город: Екатеринбург  
Методы: Потенциометрия. Ионоселективные электроды

Изучена зависимость изменения окислительно-восстановительного потенциала в ходе реакции генерирования пероксильных радикалов и их взаимодействия с антиоксидантами. Закономерное изменение потенциала связано с протеканием процессов окисления антиоксиданта инициируемыми пероксильными радикалами, сопровождающихся переносом электрона. Предложен оригинальный прямой метод определения периодов индукции, коэффициентов ингибирования и антирадикальной емкости с использованием потенциометрического метода. Определены периоды индукции и коэффициенты ингибирования различных -ОН, -NH, -SH - содержащих антиоксидантов. Исследована антирадикальная емкость извлечений из лекарственного растительного сырья. Установлена высокая степень корреляции с DPPH assay. RSD результатов, полученных с использованием предложенного подхода, не превышает 7%.

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, Химико-технологический институт, кафедра аналитической химии  
Город: Екатеринбург  
Методы: Потенциометрия (в том числе ионометрия)  
Объекты: Фармацевтические препараты

Сконструированы и исследованы жидкостные и твердотельные иодид-селективные электроды на основе легкоплавкого ионного материала – бромида N-цетилпиридиния и фталоцианина платины. Установлено, что жидкостные ПВХ-мембранные сенсоры проявляют традиционную гофмейстерскую селективность к бромиду, в то время как твердотельные ИСЭ на основе модифицированных мембранной композицией печатных планарных электродов высокоселективны к иодиду даже в присутствии многократных количеств таких высоколипофильных анионов, как перхлорат и додецилсульфат. Предложенные сенсоры обладают малым временем отклика (5 – 10 с) и позволяют определять низкие содержания иодида ( $C_{\text{мин.}}=1-3 \times 10^{-5}$  М) в широком диапазоне кислотности исследуемого

раствора. Устройства использованы для определения иодида в лекарственных препаратах.

Авторы:	Шведене Н.В., <a href="mailto:shvedene@analyt.chem.msu.ru">shvedene@analyt.chem.msu.ru</a>
Организация:	МГУ им. М.В. Ломоносова, Химический факультет, кафедра аналитической химии, лаборатория электрохимических методов анализа
Город:	Москва
Методы:	Потенциометрия; Ионселективные электроды
Объекты:	Фармацевтические препараты

Отношение окислительного стресса к патологическим условиям, роль антиоксидантной защиты показывает важность разработки аналитических методов мониторинга определяющих это явление параметров. Состояние окислительного стресса возникает в результате дисбаланса между производством реакционноспособных форм кислорода и азота и активностью антиоксидантов. Химически этот дисбаланс может быть оценен по значению антиоксидантной активности (АОА).

Проведено исследование взаимосвязи АОА фракций крови с состоянием здоровья. Для определения АОА биообъектов (плазмы крови, кожи, семенной жидкости) использовали разработанный ранее потенциометрический метод с медиаторной системой. Для клинического анализа крови образцы крови были собраны у 207 пациентов в возрасте 40-70 лет с различными патологиями: рак, сахарный диабет, артериальная гипертензия, ожирение, инфекции верхних дыхательных путей, заболевания желудочно-кишечного тракта (язва желудка, язва двенадцатиперстной кишки, ассоциированный с *Helicobacter pylori* хронический гастрит). Контрольная группа состояла из здоровых добровольцев (n = 37, возраст 19-35 лет).

Полученные данные позволяют установить предварительные контрольные значения АОА плазмы в качестве предварительной диагностики. С АОА плазмы более 1,3 мМ-экв пациент может считаться относительно здоровым; АОА плазмы в диапазоне от 1,0 до 1,3 мМ-экв указывает на то, что пациент подвергается риску и нуждается в дальнейшем медицинском обследовании; если АОА плазмы находится

ниже 1,0 мМ-экв, требуется тщательная диагностика и соответствующее лечение. Полученные результаты позволяют предположить, что предлагаемый подход к определению АОА биологических жидкостей и тканей имеет большое значение для мониторинга окислительного стресса организма, а также для выбора оптимальной терапии, и именно поэтому его результаты могут считаться преддиагностическим критерием в оценке состояния здоровья.

Авторы:	Брайнина Х.З. <a href="mailto:baz@usue.ru">baz@usue.ru</a> ; Казаков Я Е.
Организация:	Уральский государственный экономический университет, Научно-исследовательский центр сенсорных технологий, кафедра физики и химии
Город:	Екатеринбург
Методы:	Потенциометрия, электрохимические сенсоры
Объекты:	Биологические и медицинские объекты

Предложен новый способ не инвазивного потенциометрического определения антиоксидантной активности (АОА) кожи человека. Использование пористой мембраны из ацетата целлюлозы в качестве носителя реагента – раствора гексацианоферрата (III) калия вместо предложенной ранее системы геля с медиаторной системой – позволяет сократить процедуру анализа, улучшить воспроизводимость результатов (в течение дня  $S_r \leq 0.08$ , в разные дни  $S_r \leq 0.13$ ), преодолеть проблему нестабильности реагента при хранении (срок хранения новой системы в 7 раз превышает данный показатель для системы геля с медиатором). Показано отсутствие мешающего влияния компонентов гидролипидной мантии кожи и pH на потенциометрический сигнал. Диапазон определяемых величин АОА кожи составил 20–4000 мкМ-экв. Мера правильности открытия добавок (recovery) составила  $R_{cp} = 99\%$ . Полученные результаты говорят о перспективности использования нового неинвазивного подхода в исследовании окислительно-восстановительно баланса кожи человека.

Разработан новый экспрессный, простой и надежный способ пробоподготовки для потенциометрического определения антиоксидантной активности (АОА) растений. Для анализа используются экстракты и микросуспензии растений. Обнаружено, что наивысшей АОА обладают экстракты, полученные при 80°C и времени экстракции 20 мин. С увеличением дисперсности



суспензий наблюдается рост величины АОО экстракта и суспензии. Наблюдаемое явление обусловлено тем, что антиоксиданты, содержащиеся как в жидкой, так и в твердой фракциях, участвуют в сигналообразующей реакции. Анализ микросуспензий растений позволяет сократить процедуру определения АОО растений. Результаты определения АОО микросуспензий черного и зеленого чая, полученные с использованием разработанного метода, согласуются с результатами анализа экстрактов, выполненного стандартизованным методом.

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, Научно-исследовательский центр сенсорных технологий, кафедра физики и химии
Город:	Екатеринбург
Методы:	Потенциометрия, электрохимические сенсоры; Общие вопросы пробоподготовки
Объекты:	Биологические и медицинские объекты

Разработаны способы прямого потенциметрического определения аминокислот в различных ионных формах при переменных значениях рН с помощью перекрестно чувствительных ПД-сенсоров на основе перфтормембран. Мембраны ПД-сенсоров содержали поверхностно модифицированные оксиды циркония и кремния, а также были термообработаны при различной относительной влажности.

Результаты получены совместно с Лабораторией ионики функциональных материалов ИОНХ РАН (зав. лабораторией – д.х.н., проф., член.-корр. РАН Ярославцев А.Б.).

Авторы:	Бобрешова О.В. <a href="mailto:bobreshova@chem.vsu.ru">bobreshova@chem.vsu.ru</a> ; Паршина А.В. <a href="mailto:parshina_ann@mail.ru">parshina_ann@mail.ru</a>
Организация:	Воронежский государственный университет, кафедра аналитической химии
Город:	Воронеж
Методы:	Потенциометрия
Объекты:	Органические соединения

Созданы твердоконтактные сенсоры на основе ассоциатов тетрадециламмония и цефотаксима с комплексными соединениями  $Ag(I)$ - $\beta$ -

лактамы и Ме-фенантролин. Определены оптимальные составы мембран. Оценены термическая устойчивость, элементный состав и растворимость соединений Fe-фенантролин – цефотаксим. Выявлено влияние устойчивости комплексных соединений, растворимости их ассоциатов с тетрадециламмонием и  $\beta$ -лактамами на электроаналитические свойства мембран на их основе. Показано преимущество сенсоров, содержащих в качестве активных компонентов Ag(I) – $\beta$  - лактам-тетрадециламмоний.

Разработаны твердоконтактные потенциометрические сенсоры на основе алкилсульфатов алкилпиридиния и катионных комплексов медь (II)-органический реагент, чувствительные к катионным поверхностно-активным веществам (солям алкилпиридиния и тетраалкиламмония). Определены их основные электроаналитические характеристики: предел обнаружения  $n \cdot 10^{-7}$  М, угловой коэффициент  $65 \pm 2$  мВ/рС, концентрация электродно-активного вещества 1%, время отклика не превышает 20 с в разбавленных и 14 с в концентрированных растворах, дрейф потенциала 1-2 мВ/сут, срок службы 10-12 мес. Показана возможность применения сенсоров для ионометрического определения катионных поверхностно-активных веществ в технических препаратах (сырьевых образцах, антисептических и косметико-гигиенических средствах) и водных средах.

Авторы:	Кулапина Е.Г., <a href="mailto:kuiapinaeg@mail.ru">kuiapinaeg@mail.ru</a>
Организация:	Саратовский государственный университет, кафедра аналитической химии и химической экологии
Город:	Саратов
Методы:	Потенциометрия; Ионоселективные электроды
Объекты:	Органические соединения

### ***Вольтамперометрия***

Создан новый электрод, модифицированный углеродными нановолокнами и электрополимеризованным тимолфталейном, для вольтамперометрического определения кверцетина и рутина при совместном присутствии. Найдены рабочие условия (число циклов полимеризации, фоновый электролит, концентрация мономера, окно и скорость поляризации электрода) получения

политимолфталейна, обеспечивающие максимальную разность потенциалов окисления аналитов. Электрод охарактеризован методами сканирующей электронной микроскопии, циклической вольтамперометрии и спектроскопии электрохимического импеданса. Показано статистически достоверное увеличение эффективной площади поверхности и скорости переноса электрона по сравнению со стеклоуглеродным электродом и модифицированным углеродными нановолокнами. Установлены стехиометрия электродных реакций и условия количественного определения кверцетина и рутина. Диапазон определяемых содержаний составляет 0.025-1.00 мкМ для обоих аналитов, а пределы обнаружения – 7.3 нМ для кверцетина и 4.7 нМ для рутина, что сопоставимо или превосходит описанные в литературе. Метод апробирован на реальных образцах (липы (*Tilia L.*) цветках и луке репчатом).

Авторы:	Зиятдинова Г.К. Ziyatdinovag@mail.ru
Организация:	Казанский (Приволжский) ФУ, кафедра АХ
Город:	Казань
Методы:	Вольтамперометрия
Объекты:	Органические соединения

Рассмотрена возможность вольтамперометрического определения в стационарных условиях и в условиях амперометрического детектирования в проточно-инжекционной системе пуриновых нуклеозидов - гуанозина и аденозина. Определение проводили на электроде из стеклоуглерода, модифицированном пленкой из гексахлорорутената рутения ( $\text{RuRuCl}_6$ ). Осаждение пленки из  $\text{RuRuCl}_6$  на поверхности электрода из стеклоуглерода (СУ) проводили методом потенциодинамического электролиза в фиксированной области потенциалов. Методом атомно-силовой микроскопии подтверждено образование наноструктурированных частиц модификатора на СУ с пленкой  $\text{RuRuCl}_6$ . Анализ морфологии поверхности показал образование частиц диаметром 20–50 нм. Неорганическая пленка из ( $\text{RuRuCl}_6$ ), осажденная на поверхности стеклоуглерода, проявляет электрокаталитическую активность при окислении гуанозина и аденозина в растворах с рН 6.86. Благодаря электрохимическому генерированию на поверхности пленки нескольких каталитических центров различной природы

электроокисление гуанозина и аденозина протекает при разных потенциалах. Найдены рабочие условия получения полимерной пленки на поверхности стеклоуглерода и регистрации максимального каталитического тока на модифицированном электроде. Разработан способ селективного вольтамперометрического определения гуанозина и аденозина при совместном присутствии на электроде, модифицированном пленкой RuRuCl<sub>6</sub>. Предложен способ амперометрического детектирования пуриновых нуклеозидов на этом модифицированном электроде в условиях проточно-инжекционного анализа. Линейная зависимость аналитического сигнала от концентрации гуанозина и аденозина наблюдается до  $5 \times 10^{-6}$  М в стационарном режиме и до  $5 \times 10^{-7}$  М в проточной системе. Предложенный способ селективного определения гуанозина и аденозина апробирован при анализе урины человека.

Предложен способ одновременного определения двухкомпонентной системы ДОФА/тирозин как маркеров меланомы методом проточно-инжекционной амперометрии на двойных планарных электродах, модифицированных биметаллической системой золото-кобальт. Измерения осуществляли в потенциостатических условиях при 0.30 и 0.75 В для ДОФА и тирозина, соответственно. Использование двойных планарных электродов позволяет регистрировать два сигнала одновременно, что приводит к упрощению процедуры анализа, уменьшению объема проб и реактивов и сокращению времени анализа. Производительность анализа увеличивается до 360 определений/ч при времени отклика модифицированного электрода 20 с. Правильность методик определения ДОФА и тирозина оценена методом «введено-найдено» с использованием показателя правильности, значения которого составили 97–103 %. Относительное стандартное отклонение ( $S_r$ ) не превышает 2.0% во всем диапазоне концентраций.

Разработан способ селективного проточного амперометрического определения двухкомпонентной системы дофамин/аскорбиновая кислота с помощью двойного планарного электрода, модифицированного биметаллической системой Au-Pd. Использование этого модифицированного электрода ведет к уменьшению перенапряжения окисления дофамина и аскорбиновой кислоты. Разность потенциалов пиков окисления этих соединений составляет 150 мВ. В

проточно-инжекционной системе совместное одновременное определение возможно при наложении потенциалов, характерных для дофамина и аскорбиновой кислоты, на рабочие электроды двойного планарного электрода. Предложена методика проточно-инжекционного амперометрического определения дофамина и аскорбиновой кислоты на модифицированном двойном планарном электроде. Линейная зависимость аналитического сигнала в проточно-инжекционной системе от концентрации аналита наблюдается в интервале концентраций от  $5 \times 10^{-11}$  до  $5 \times 10^{-4}$  М для дофамина и от  $5 \times 10^{-10}$  до  $5 \times 10^{-4}$  М для аскорбиновой кислоты. Следует отметить высокую сходимость результатов анализа в проточной системе ( $S_r < 2.0 \%$ ) и производительность (до 360 проб/ч).

В клинической диагностике важной задачей является совместное определение инсулина, мочевой и аскорбиновой кислот. Определение инсулина в крови важно для диагностирования сахарного диабета. Инсулинорезистентность может снижать почечное выведение мочевой кислоты, что приводит к повышению её уровня в крови и развитию заболеваний почек. В свою очередь аскорбиновая кислота способствует выработке инсулина и контролю уровня сахара у больных диабетом. Смешанновалентные оксиды иридия, иммобилизованные на поверхность углеродных электродов путем потенциодинамического электроосаждения, проявляют электрокаталитическую активность при окислении инсулина, мочевой кислоты и аскорбиновой кислоты. Это ведет к уменьшению перенапряжения окисления рассматриваемых соединений и увеличению тока их окисления по отношению к току окисления модификатора. Установлена возможность совместного вольтамперометрического определения инсулина, мочевой кислоты и аскорбиновой кислоты на стеклоуглеродном электроде, модифицированном оксидами иридия. Разность потенциалов пиков окисления этих соединений составляет 300 мВ. Предложен способ проточно-инжекционного амперометрического определения инсулина и мочевой кислоты на модифицированном оксидами иридия двойном планарном электроде. Линейная зависимость аналитического сигнала от концентрации органических соединений наблюдается в интервале от  $5 \times 10^{-8}$  до  $5 \times 10^{-4}$  М для инсулина и от  $5 \times 10^{-7}$  до  $5 \times 10^{-3}$  М для мочевой кислоты. Разработанный способ проточно-инжекционного амперометрического определения инсулина и мочевой кислоты отличается

высокой чувствительностью, воспроизводимостью, а также экспрессностью и производительностью метода анализа (до 480 определений/час). Предлагаемый способ использован для определения инсулина и мочевой кислоты в слюне человека.

Авторы:	Шайдарова Л.Г., <a href="mailto:larisashaidarova@mail.ru">larisashaidarova@mail.ru</a>
Организация:	Казанский (Приволжский) Федеральный университет, кафедра аналитической химии
Город:	Казань
Методы:	Вольтамперометрия; Анализ в потоке
Объекты:	Фармацевтические препараты; Биологические и медицинские объекты

На примере веществ класса 2-R-6-X-1,2,4-триазол [5,1-с] [1,2,4] триазин-7 изучены превращения синтезированных молекул в условиях окисления/восстановления в протонной и апротонной средах в широком диапазоне потенциалов. Установлено, что механизм восстановления нитросоединений данного класса препаратов напрямую зависит от рН: чем выше степень протонирования среды, тем выше их реакционная способность. Результаты исследования методами вольтамперометрии и ЭПР-спектроскопии позволили предположить радикальный характер превращений нитрогруппы препаратов класса 2-R-6-X-1,2,4-триазол [5,1-с] [1,2,4] триазин-7. Исследования продуктов электролиза методом высокоэффективной жидкостной хроматографии/масс-спектрометрии высокого разрешения (ВЭЖХ/МСВР) подтвердили наличие веществ димерного строения, которые также косвенным образом указывают на радикальный механизм превращений 2-R-6-X-1,2,4-триазол [5,1-с] [1,2,4] триазин-7, содержащих нитрогруппу. Высказаны предположения о возможных механизмах реакций восстановления веществ этого класса.

Авторы:	Козицина А.Н. <a href="mailto:Alisa-Kozitsina@yandex.ru">Alisa-Kozitsina@yandex.ru</a> ; <a href="mailto:a.n.kozitsina@urfu.ru">a.n.kozitsina@urfu.ru</a>
Организация:	Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. Химико-технологический институт, кафедра аналитической химии
Город:	Екатеринбург
Методы:	Вольтамперометрия. ЭПР спектроскопия; Высокоэффективная

жидкостная хроматография/масс-спектрометрия высокого разрешения  
Объекты: Фармацевтические препараты

Проведено систематическое исследование вольтамперометрического поведения электрохимически активных форм ионов р-металлов (Ga, In, Ge, Sn, Pb, Sb, Bi, Se, Te), d-металлов (Ti, V, Mo, W, Co, Ni, Cr, Cu, Zn, Cd) и f-металлов (Ce, Pr, Nd, Eu, Gd, Tb, Dy, U, Th), образующихся в минерально-органических растворителях с высокой сольватирующей способностью, имеющих значение для разработки новых методов их определения в природных и технических объектах. Впервые дано сравнительное описание состава и электрохимических характеристик комплексных форм, содержащих в координационной сфере молекулы диметилформамида, диметилсульфоксида, пиридина, а также анионы неорганических кислот, концентрационных интервалов их существования в смешанных растворителях различного состава и возможностей их применения для селективного вольтамперометрического определения металлов в многокомпонентных растворах.

Авторы: Трубачев А.В. trub\_av@mail.ru  
Организация: Удмуртский федеральный исследовательский центр УрО РАН, Удмуртский государственный университет, кафедра фундаментальной и прикладной химии  
Город: Ижевск  
Методы: Вольтамперометрия  
Объекты: Металлы

Разработаны ДНК-сенсоры на основе послойного нанесения электрополимеризованных покрытий и ДНК на поверхности стеклоуглеродных электродов для регистрации термического и окислительного повреждения ДНК и определения интеркаляторов – противоопухолевых препаратов. Проведено сравнительное изучение покрытий с включением полианилина, полифенотиазинов и поли(нейтрального красного) в зависимости от условий их электрохимической полимеризации, источника ДНК и интенсивности внешнего фактора. Определены условия регистрации вольтамперометрического и импедиметрического сигнала и

чувствительность определения фенотиазиновых и антрациклиновых лекарственных препаратов. ДНК-сенсоры прошли апробацию в контроле антиоксидантной активности и тестировании напитков по их защитному действию при окислении ДНК реактивом Фентона и смесью  $\text{CuSO}_4/\text{H}_2\text{O}_2$ .

Разработаны ДНК-сенсоры на основе супрамолекулярных комплексов пиллар[5]аренов, несущих концевые аммонийные и карбоксилатные группы в заместителях верхнего и нижнего обода. Показана возможность самосборки полиэлектролитных пленок на поверхности золотых и стеклоуглеродных электродов, проницаемость и заряд которых зависят от источника ДНК и меняются при ее термическом и химическом повреждении, а также интеркалировании. Образование полиэлектролитных поверхностных слоев подтверждено с помощью измерения поверхностного плазмонного резонанса. ДНК-сенсоры могут найти применение в предварительном скрининге потенциально канцерогенных факторов и активных форм кислорода.

Авторы:	Евтюгин Г.А., Gennady.Evtugyn@kpfu.ru
Организация:	Казанский (Приволжский) Федеральный университет, кафедра аналитической химии
Город:	Казань
Методы:	Вольтамперометрия. Биохимические методы. Другие электрохимические методы; Наноаналитика
Объекты:	Фармацевтические препараты. Пищевые продукты и корма

Исследованы электрохимические свойства ряда синтетических катионных красителей (метиленовый голубой (МГ), малахитовый зеленый (МЗ), толуиленовый синий (ТС)), относящихся к различным классам (тиазинового, трифенилметанового и индаминового). Изучено влияние некоторых факторов на сигналы красителей (рН раствора, материал электрода, природа фонового электролита, скорость развертки потенциала). Предложены возможные механизмы протекания электродных процессов с участием МГ, МЗ, ТС.

Изучены физико-химические закономерности электрохимического поведения комплексов «гепарин (Нер) - краситель». Обнаружено, что исследуемые комплексы адсорбируются на поверхности индикаторных электродов.



Подобраны рабочие условия для количественного вольтамперометрического (ВА) определения гепарина в лекарственных препаратах с использованием красителей. При определении гепарина в комплексе с МГ на стеклоуглеродном электроде (СУЭ) в фоновом электролите с рН 6,86 область прямолинейной зависимости концентрации гепарина от тока электроокисления комплекса Нер–МГ при  $E = -0,19$  В находится в диапазоне от 2 до 24 мг/дм<sup>3</sup>, предел обнаружения 0,31 мг/дм<sup>3</sup>. В случае определения гепарина в комплексе с МЗ на ртутно-пленочном электроде (РПЭ) в фоновом электролите с рН 1,65 область прямолинейной зависимости концентрации гепарина от тока электровосстановления комплекса Нер–МЗ при  $E = -0,87$  В находится в диапазоне от 2 до 25 мг/дм<sup>3</sup>, предел обнаружения 0,48 мг/дм<sup>3</sup>. При определении гепарина в комплексе с ТС на модифицированном электроде (МЭ) в фоновом электролите с рН 1,9 область прямолинейной зависимости концентрации гепарина от тока электроокисления комплекса Нер–ТС2 при  $E = 0,24$  В находится в диапазоне от 1 до 23 мг/дм<sup>3</sup>, предел обнаружения 0,2 мг/дм<sup>3</sup>. Выявлено, что для ВА определения гепарина в лекарственных препаратах, наиболее рационально применять ТС.

Разработана методика количественного ВА определения гепарина в лекарственных препаратах с использованием ТС. Оценена специфичность методики. Установлено, что дерматан сульфат (DS) и гиперсульфатированный хондроитин сульфат (OSCS) мешают определению. Для выбора анализируемых объектов предложено проводить предварительный анализ образцов гепарина на наличие DS и OSCS методом капиллярного электрофореза с УФ-детектированием. Выполнена оценка правильности методики с использованием «независимого» спектрофотометрического метода.

Авторы:	Короткова Е.И., e k [eikor@mail.ru]; Вишенкова Д.А., [vishenkova_darya@
Организация:	Национальный исследовательский инновационный Томский ПУ – Отделение химической инженерии инженерной школы природных ресурсов
Город:	Томск
Методы:	Вольтамперометрия
Объекты:	Фармацевтические препараты

Изучены процессы электроокисления бинарного осадка свинец-родий,

осажденного на поверхность графитового электрода (ГЭ). Показано, что на вольтамперной кривой наблюдается три дополнительных анодных пика, природа которых не установлена.

Рассчитан равновесный потенциал системы ионы свинца (II)/сплав свинец-родий. Высказано предположение о фазовом составе интерметаллического соединения (ИМС), из которого происходит селективное электроокисление свинца. Показано, что пик селективного электроокисления свинца из ИМС  $Pb_2Rh$  можно использовать в качестве аналитического сигнала при определении ионов родия (III) методом инверсионной вольтамперметрии (ИВ). Установлено, что чувствительность определения родия (III) по пику селективного электроокисления свинца из ИМС  $Pb_2Rh$  на порядок больше чем по методике определения родия по пику селективного электроокисления висмута из ИМС  $BiRh$ . Увеличение чувствительности определения родия при модифицировании ГЭ свинцом связано с увеличением мольной доли свинца в электролитическом осадке с родием.

Разработана методика пробоподготовки для определения родия в минеральном сырье, включающая сплавление пробы с перекисью натрия, отделение неблагородных компонентов пробы на сильнокислом катионите КУ-2, восстановление платины, палладия и золота одновалентной медью, отделение меди с помощью катионита КУ-2, определение ионов родия (III) методом ИВ на графитовом электроде, модифицированном свинцом. Диапазон определяемых концентраций родия (III)  $10^{-3}$ - $10^1$  г/т или  $10^{-8}$ - $10^{-5}$  моль/дм<sup>3</sup> Нижний предел определения родия равен 0,0035 г/т. По разработанной методике проанализированы руды нетрадиционных комплексных золото-платиноидных месторождений складчатых поясов России и продукты их переработки.

Авторы:	Колпакова Н.А., [nak@tpu.ru]; Оськина Ю.А.; [iuoskina@mail.ru]
Организация:	Национальный исследовательский инновационный Томский ПУ – Отделение химической инженерии инженерной школы природных ресурсов
Город:	Томск
Методы:	Инверсионная вольтамперметрия
Объекты:	Минеральное сырье. Благородные металлы

Изучено вольтамперометрическое поведение компонентов-маркеров (свинца, цинка, меди, сурьмы и дифениламина) на безртутных электродах и разработаны методики их определения в продуктах выстрела. Показана возможность определения наиболее специфичных элементов и органических веществ, свойственных только продуктам выстрела компонентов-маркеров, таких как свинец, цинк, медь, сурьма, дифениламин, методом ИВ на безртутных электродах. Подобраны рабочие условия, позволяющие с доверительной вероятностью  $P=0,95$  определять минимальные количества  $C_{\min}(\text{Pb}^{2+})=0,002 \text{ мг/дм}^3$ ,  $C_{\min}(\text{Cu}^{2+})=0,02 \text{ мг/дм}^3$ ,  $C_{\min}(\text{Zn}^{2+})=0,01 \text{ мг/дм}^3$ ,  $C_{\min}(\text{Sb}^{3+})=0,0002 \text{ мг/дм}^3$ ,  $C_{\min}(\text{ДФА})=0,001 \text{ мг/дм}^3$  с погрешностью, не превышающей 15%. Получен аналитический сигнал дифениламина в фоновом электролите на стеклоуглеродном электроде, что позволило проводить его определение в продуктах выстрела. Предложены условия ВА определения дифениламина в сложной органической матрице. Показано, что присутствие сопутствующих металлов – никеля, железа, кобальта и других в стократном избытке не влияет на аналитические сигналы определяемого компонента. Изучено влияние факторов отбора проб и пробоподготовки на аналитический сигнал. Показано, что для определения компонентов-маркеров в преграде, содержащей пулевое повреждение, подходит участок, находящийся на расстоянии 10-25 мм от центра повреждения. Разработана схема пробоподготовки объектов исследования (материал преграды, смывы с рук) для совместного определения компонентов-маркеров методом ИВ. Правильность разработанной методики определялась методом «введено-найдено». Установлено, что при производстве выстрела на преграде, руках и одежде стрелявшего человека отлагаются компоненты-маркеры в различных соотношениях, что зависит от типа используемого оружия и боеприпаса, дистанции выстрела. Максимальное содержание компонентов-маркеров наблюдается в области до 1 метра, при дальнейшем увеличении дистанции происходит уменьшение их содержания. Таким образом, по содержанию компонентов -маркеров можно установить дистанцию «близкого» выстрела.

Авторы: Слепченко Г.Б., [slepchenkogb@mail.ru](mailto:slepchenkogb@mail.ru); Сорокин И. А.

Организация: Национальный исследовательский инновационный Томский ПУ – Отделение химической инженерии инженерной школы природных ресурсов

Город: Томск  
Методы: Вольтамперометрия  
Объекты: Неорганические соединения

### *Электрохимические сенсоры*

Разработаны чувствительные и селективные вольтамперометрические сенсоры на основе наночастиц SnO<sub>2</sub>, диспергированных в катионных поверхностно-активных веществах (ПАВ), для определения ванилина и α-липоевой кислоты. Варьирование природы ПАВ показало, что максимальные токи окисления достигаются в случае катионных ПАВ – цетилпиридиния и цетилтрифенилфосфония бромидов для ванилина и α-липоевой кислоты, соответственно. Сенсоры охарактеризованы методами циклической вольтамперометрии и электрохимического импеданса. Диапазоны определяемых содержаний составляют 0.10-100 и 100-500 мкМ для ванилина и 0.50-50 и 50-400 мкМ для α-липоевой кислоты с пределами обнаружения 0.020 и 0.13 мкМ, соответственно, что превосходит описанные в литературе. Показана селективность сенсоров в присутствии неорганических ионов, сахаридов, аскорбиновой кислоты и ряда фенольных соединений в случае ванилина и мочевой и аскорбиновой кислот, допамина, цистеина, метионина и глутатиона в случае α-липоевой кислоты. Сенсоры применены для определения ванилина в отдушках для бытовой химии и эфирных маслах ванили и α-липоевой кислоты в лекарственных формах. Полученные результаты хорошо согласуются с данными независимых методов.

Авторы: Зиятдинова Г.К. Ziyatdinovag@mail.ru  
Организация: Казанский (Приволжский) ФУ, кафедра АХ  
Город: Казань  
Методы: Электрохимические сенсоры  
Объекты: Органические соединения

Разработаны массивы потенциометрических перекрестно чувствительных ПД-сенсоров для определения глутамат- и аспарагинат-анионов совместно с

катионами калия в диапазоне рН от 4 до 9. Для обеспечения чувствительности ПД-сенсоров к ионам противоположного знака использовали сульфокатионообменные перфтормембраны, модифицированные наночастицами оксида кремния с аминоксодержащими фрагментами на поверхности. Показано, что объем внутрипорового пространства гибридных мембран влияет на конформацию органических ионов и механизм их взаимодействия с сорбционными центрами.

Разработаны потенциометрические мультисенсорные системы для определения анионов сульфацетамида и аспарагиновой кислоты совместно с катионами металлов в фармацевтических препаратах. Мультисенсорные системы включали массивы перекрестно чувствительных ПД-сенсоров на основе градиентно модифицированных перфтормембран.

Результаты получены совместно с Лабораторией ионики функциональных материалов ИОНХ РАН (зав. лабораторией – д.х.н., проф., член.-корр. РАН Ярославцев А.Б.).

Авторы:	Бобрешова О.В. <a href="mailto:bobreshova@chem.vsu.ru">bobreshova@chem.vsu.ru</a> ; Паршина А.В. <a href="mailto:parshina_ann@mail.ru">parshina_ann@mail.ru</a>
Организация:	Воронежский государственный университет, кафедра аналитической химии
Город:	Воронеж
Методы:	Электрохимические сенсоры
Объекты:	Органические соединения

Исследованы сенсорные свойства новых наноструктурированных материалов на основе оксидов металлов, металл-оксидных структур и сплавов, полученных методами лазерно-индуцированного осаждения из раствора, методом ионного наслаивания и прямого электрохимического синтеза. Найдены низкие пределы обнаружения и высокие чувствительности полученных сенсоров по отношению к глюкозе и пероксиду водорода. Показана перспективность полученных материалов для создания бесферментных сенсоров на биологически важные аналиты.

Авторы:	Ермаков С.С., <a href="mailto:s.ermakov@spbu.ru">s.ermakov@spbu.ru</a>
Организация:	Санкт-Петербургский государственный университет, химический факультет, кафедра аналитической химии

Город: Санкт-Петербург  
Методы: Электрохимические сенсоры

Разработаны немодифицированные и модифицированные полианилином твердоконтактные потенциметрические сенсоры на основе органических ионообменников тетрадециламмония и комплексными соединениями серебра (I) с цефазолином, (цефотаксимом, цефуроксимом). Сенсоры обеспечивают широкий диапазон определяемых содержаний цефалоспориновых антибиотиков  $1 \cdot 10^{-4}$  ( $5 \cdot 10^{-5}$ ) -  $1 \cdot 10^{-1}$  М, пределы обнаружения антибиотиков составляют  $n \cdot 10^{-5}$  М. Введение полианилина снижает время установления стационарного потенциала, дрейф потенциала, увеличивает срок службы сенсоров. Сенсоры применены для определения антибиотиков в ротовой жидкости и основного вещества (цефуроксим аксетила) в препарате «Зиннат».

Изучено влияние различных модификаторов (полианилина, наночастиц ZnO, NiZnFeO) на электроаналитические и транспортные свойства мембран. Показано, что для модифицированных сенсоров твердоконтактных и планарных угловой коэффициент электродных функций приближается к нернстовским значениям для однозарядных ионов (цефотаксим, цефазолин); сокращается время отклика, сопротивление мембран; снижается предел обнаружения антибиотиков. Определены транспортные характеристики мембран на основе Ag (I) –цефотаксим - тетрадециламмоний в условиях диффузионного массопереноса и постоянного тока. Установлено, что проницаемость и поток ионов не являются постоянными и специфическими свойствами мембраны; они зависят от природы и типа диффундирующих частиц.

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

Получены новые твердоконтактные сенсоры на синтетические пищевые красители E-129, E-110, E-124, исследованы их электроаналитические характеристики. Сенсоры применены для определения содержания красителей в четырех безалкогольных напитках. Разработаны способы определения синтетических пищевых красителей методами прямой спектрофотометрии в мицеллярной фазе нПАВ после экстракционного концентрирования и ионометрический экспресс-метод со специально созданными ионселективными электродами на пищевые красители E-122, E-133, E-102 в безалкогольных и энергетических напитках. Найденные значения СПК укладываются в интервалы значений, заявленные производителями.

Авторы:	Чернова Р.К. ( <a href="mailto:chernov-ia@yandex.ru">chernov-ia@yandex.ru</a> ), Шестопалова Н.Б., Варыгина О.В.
Организация:	Саратовский государственный университет, кафедра аналитической химии и химической экологии
Город:	Саратов
Методы:	Электрохимические сенсоры; Спектрофотометрия; Потенциометрия
Объекты:	Пищевые продукты

### *Другие электрохимические методы. Приборы*

Предложен новый хронокулометрический способ оценки антиоксидантной емкости (АОЕ) настоек лекарственного растительного сырья, основанный на окислении присутствующих в них антиоксидантов на электроде, модифицированном послойно углеродными нанотрубками и поли(галловой кислотой), в условиях потенциостатического электролиза при 1.0 В. Показано, что стационарное состояние электролиза достигается в течение 100 с. АОЕ выражали в эквивалентах кверцетина в пересчете на 1 мл настойки. Диапазоны определяемых содержаний кверцетина составляют 0.01-0.25 и 0.25-250 мкМ с пределом обнаружения 29 нМ. Подход апробирован на спиртовых настойках 11 лекарственных растений. Установлены положительные корреляции АОЕ настоек с их антиоксидантной активностью, оцененной по реакции с 2,2-дифенил-1-пикрилгидразилом, и общим содержанием фенольных соединений ( $r=0.9711$  и  $0.9735$ , соответственно, при  $r_{\text{крит}}=0.632$ ). Преимуществами разработанного способа оценки АОЕ является его простота и экспрессность по сравнению с

общепринятыми методами. Кроме того, предложенный подход позволяет проводить определение в водных средах при физиологическом рН и не требует применения неустойчивых реагентов, чувствительных к ряду внешних факторов (свету, кислороду воздуха), как в случае 2,2-дифенил-1-пикрилгидразида.

Авторы: Зиятдинова Г.К. Ziyatdinovag@mail.ru  
Организация: Казанский (Приволжский) ФУ, кафедра АХ  
Город: Казань  
Методы: Другие электрохимические методы. Приборы  
Объекты: Лекарственное растительное сырье

Изучены вольтамперметрические временные ряды, формируемые в условиях непрерывного функционирования электрохимических ячеек (100 и более циклов регистрации вольтамперограмм). При анализе многокомпонентных жидкостей органической природы, например, пищевые или технические масла, вольтамперные временные ряды представляют собой зашумленный массив сигналов (электрохимические шумы). Ввиду низкой электропроводности органических масел и малой концентрации электроактивных компонентов в их составе, полезный аналитический сигнал на вольтамперограммах, обусловленный переносом электронов, практически отсутствует. Для накопления аналитического сигнала в таких случаях использован принцип, положенный в основу функционирования временных мультисенсорных систем (The temporal multisensory system) – многократная регистрация электрохимических сигналов во времени при постоянстве условий воздействия на объект формирует в составе шума новый вид аналитических сигналов. С использованием фрактальных математических подходов показана возможность расшифровывать электрохимические шумы и извлекать из вольтамперных временных рядов полезную аналитическую информацию (фрактальную размерность, количество перколяционных каналов), характеризующих природу и состав масел.

Авторы: Нигматуллин Р.Р. renigmat@gmail.com, Будников Г.К.,  
Сидельников А.В. artsid2017@gmail.com  
Организация: Казанский национальный исследовательский технологический университет (КАИ), Казанский (Приволжский) федеральный университет, Уфимский государственный нефтяной



Город:	технический университет Казань, Уфа
Методы:	Другие электрохимические методы
Объекты:	Органические масла

Выпущена монография:

В.Н.Майстренко, Г.А. Евтюгин, Р.А. Зильберг. Энантиоселективные вольтамперометрические сенсоры . Уфа: РИЦ БашГУ, 2018, 188 стр.

**Заключение и выводы.** Общую картину исследований и разработок в области ЭМА в прошедший период, как и ранее, можно представить в той мере, которую определяют отчеты из лабораторий. Преобладает сенсорная тематика, причем несколько большее внимание по сравнению с предыдущим периодом уделено устройствам с потенциометрическим откликом. Более высокие операционные и аналитические характеристики электродов-сенсоров достигнуты за счет использования новых материалов и технологий модифицирования (например, наноматериалы на основе углерода). Не меньший интерес представляет применение нанопорошков оксидов металлов для увеличения активной поверхности при модификации электродов и обеспечения каталитического отклика. Из объектов анализа преобладают образцы органической природы. Практически «потерялась» кулонометрия в классическом исполнении, хотя принципы хронокулонометодов остаются востребованными. В целом исследования 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 продолжает иметь биомедицинский вектор: определение низкомолекулярных органических соединений, прежде всего антиоксидантов, имеющих отношение к фармации и биомедицине и т.д. И он устойчив в течение последних нескольких лет. В меньшей мере проявлен интерес к проблемам оценки качества пищевых продуктов и охраны водных объектов. Наконец, можно отметить нетрадиционный подход к оценке флуктуаций токов фонового электролита как артефактов, в которых «спрятан» сигнал аналита и который проявляется в ходе математической обработки большого числа данных в рамках концепции «просачивания».

К итогам работы следует отнести выход монографии: В.Н.Майстренко, Г.А. Евтюгин, Р.А. Зильберг. Энантиоселективные вольтамперометрические сенсоры . Уфа: РИЦ БашГУ, 2018. 188 с.

Г.К. Будников

### Биохимические методы

Созданы новые матрицы на основе полимерных структур (хитозана, альгината, желатина и коллагена) для визуализации и определения аналитов в клеточных культурах, адаптированные под флуоресцентные сканеры и конфокальные микроскопы. Эти матрицы являются одновременно культуральной средой для роста объемных клеточных структур. Разработана твердофазная система на основе тройного комплекса европий(III)-окситетрациклин-нейромедиатор/метаболит для визуализации и флуоресцентного определения маркеров нейромедиаторного обмена (допамина, адреналина, норадреналина и их метаболитов) непосредственно в полимерных матрицах – модели роста нейронной сети. Благодаря высокой устойчивости полученных тройных комплексов и низкой цитотоксичности их можно использовать для определения многочисленных низкомолекулярных нейромедиаторов и их метаболитов в клеточных культурах без учета конкурирующих взаимодействий с матричными компонентами образцов. Предварительные результаты показали, что предложенная система позволяет понизить пределы определения катехоламинов вплоть до 1 фМ.

Предложена новая индикаторная система для определения ряда пероксидов (пероксида водорода, мочевины, 2-бутанонпероксида, *трет*-бутилгидропероксида и пероксида кумола) и определения общего содержания гидропероксидов липидов (поскольку их роль в развитии повреждений клеток определяется активностью именно пероксидной группы и в меньшей степени зависит от радикала). Система основана на реакции дериватизации с *мезо*-1,2-дифенилэтилендиамином продукта окисления аналитами-пероксидами пирокатехина в присутствии пероксидазы хрена или ее миметика {Fe(III)-ТАМЛ} и дальнейшем образовании тройного комплекса {Eu(III)-окситетрациклин-гидропероксид} в водно-органических и мицеллярных средах. В результате изучения влияния на чувствительность определения

гидропероксидов водно-органических (вода-ацетон, вода-этанол, вода-ацетонитрил, вода-ДМСО) и мицеллярных сред (на основе катионного ЦТАБ, неионогенных ТВИН 80, ТРИТОН Х-100 и анионного ДДС) показано, что общее содержание гидропероксидов можно определить лишь в водно-ацетоновых растворах.

Изучен процесс биодegradации фибриллярного белка коллагена, используемого в биосовместимых мембранах при проведении хирургических манипуляций в присутствии коллагеназы в условиях, характерных для воспалительных процессов в организме ( $t = 37 - 38 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH} = 4.5 - 6.5$ , присутствие избытка солей кальция). Одним из продуктов расщепления коллагена является L-гидроксипролин, который при окислении хлорамином Т трансформируется в пиррол, образующий далее с *n*-диметиламинобензальдегидом окрашенный комплекс. Количество последнего контролировали спектрофотометрически. Предложены механизмы каждой из стадий этого процесса и гипотеза о строении промежуточных продуктов. Подобраны оптимальные условия проведения реакции образования комплекса катехоламинов с европием и окситетрациклином для определения продуктов деградации до 1 мг/мл коллагена. Разработанная индикаторная система позволила изучить процесс расщепления коллагена на примере коммерчески доступной резорбируемой мембраны BioVin.

Авторы:	Шеховцова Т.Н., <a href="mailto:tnshekh@yandex.ru">tnshekh@yandex.ru</a> ; Веселова И.А.
Организация:	МГУ им. М.В. Ломоносова, Химический факультет, кафедра аналитической химии. лаборатория кинетических методов анализа
Город:	Москва
Методы:	Спектроскопические методы. Биохимические методы.
Объекты:	Биологические и медицинские объекты

Разработаны способы определения полифенолов с использованием неочищенных экстрактов *Phaseolus vulgaris* и *Musa sp.* и 3-метилбензотиазолин гидразона. Предложенные способы характеризуются более высокими пороговыми концентрациями выявления сульфит-ионов, аскорбиновой и лимонной кислот по сравнению со стандартным методом Фолина и с использованием пероксидазы хрена или тирозиназы шампиньона. Результаты определения общего содержания

полифенолов в образцах чая, кофе и красного вина хорошо согласуются с данными, полученными с использованием метода Фолина.

Продолжено изучение ингибирующего действия тиоловых соединений (L-цистеина, N-ацетилцистеина) и фенольных соединений (пропилгаллат, феруловая кислота) на окисление пирокатехина кислородом воздуха в присутствии экстракта баклажана. Разработаны экспрессные методики определения цистеина в биологических жидкостях и пропилгаллата в пищевых продуктах.

Авторы:	Моросанова Е.И., emorosanova@gmail.com
Организация:	МГУ им. М.В. Ломоносова, Химический факультет, кафедра аналитической химии. лаборатория концентрирования
Город:	Москва
Методы:	Биохимические методы.
Объекты:	Пищевые продукты, биологические и медицинские объекты

Продолжена разработка тест-систем с хемилюминесцентной детекцией с использованием олигонуклеотидов. Разработаны хемилюминесцентные методики определения ДНК ВИЧ и микроРНК-141 на основе аллостерической активации пероксидаза-подобного ДНКзима, гомогенного хемилюминесцентного определения ионов ртути с использованием пероксидаза-подобного ДНКзима, микропланшетного хемилюминесцентного определения ДНК с использованием конъюгатов олигонуклеотид-апопероксидаза и пероксидаза-стрептавидин. Охарактеризована тест-система для специфического определения олигонуклеотидов ДНК с использованием пары 3-(10'-фенотиазинил)пропионовая кислота / N-морфолинопиридин для усиления хемилюминесценции, катализируемой пероксидазой.

Авторы:	Сахаров И.Ю.
Организация:	МГУ им. М.В. Ломоносова, кафедра химической энзимологии
Город:	Москва
Методы:	Биохимические методы. Спектроскопические методы.
Объекты:	Биологические и медицинские объекты.

Разработана методика пробоподготовки и проведения поляризационного флуоресцентного иммуноанализа (ПФИА) для определения нескольких пестицидов в образцах зерна. Методика включает унифицированную экстракцию и определение пестицидов методом ПФИА в параллельных пробах по одной схеме с разными иммунореагентами. Общее время анализа, включая пробоподготовку, не превышает 30 мин. Результаты определения пестицидов полностью соответствуют данным ВЭЖХ-МС/МС.

Авторы:	Еремин С.А., <a href="mailto:eremin_sergeri@hotmail.com">eremin_sergeri@hotmail.com</a>
Организация:	Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, химический факультет, кафедра химической энзимологии
Город:	Москва
Методы:	Биохимические методы.
Объекты:	Пищевые продукты и корма

Разработаны методики анализа мочи на содержание наркотических веществ на примерах морфина и амфетамина с помощью поляризационного флуоресцентного иммуноанализа (ПФИА), иммунохроматографического анализа (ИХА) с использованием новых тест-систем и методика на основе ВЭЖХ-МС для индивидуальных и массовых анализов. Пределы обнаружения амфетамина и морфина составляют 53 и 77 нг/мл, тест на открытие – 80 и 75% соответственно. Время анализа методом ПФИА – 30 мин, методом ИХА – 30-50 с. Проведено массовое обследование учащихся детских спортивных школ и пациентов наркологических диспансеров.

Авторы:	Бабкина С.С. <a href="mailto:Sofya.babkina@gmail.com">Sofya.babkina@gmail.com</a> <sup>1</sup> ; Еремин С.А., <a href="mailto:eremin_sergeri@hotmail.com">eremin_sergeri@hotmail.com</a> <sup>2</sup>
Организация:	Российский технологический университет, Институт тонких химических технологий им. М.В. Ломоносова, кафедра аналитической химии им. И.П. Алимарина; МГУ им. М.В. Ломоносова, химический факультет, кафедра химической энзимологии
Город:	Москва
Методы:	Биохимические методы; Тест-методы и тест-средства анализа. Высокоэффективная жидкостная хроматография
Объекты:	Биологические и медицинские объекты; Наркотические

## вещества

. Изучены электрохимические свойства цитохрома P450 3A4 с целью создания систем высокопроизводительного скрининга и определения лекарственных препаратов – регуляторов метаболизма. Для этого методом циклической вольтамперометрии и амперометрического титрования охарактеризованы электрохимические и электрокаталитические свойства рекомбинантного изофермента цитохрома P450 3A4, иммобилизованного на печатном графитовом электроде, модифицированном графеном, допированным азотом или нанокompозитными материалами на основе ферроцена. Разработан метод модификации печатных графитовых электродов графеном, допированным азотом, в полиионных жидкостях на основе поли(1-бутил-3-винилимидазол) бромида или нанокompозитными материалами на основе поли(N-изопропилакриламид-СО-винилферроцена). Выявлены условия иммобилизации цитохрома P450 3A4 на модифицированных печатных графитовых электродах. Полученные электроды охарактеризованы методом сканирующей электронной микроскопии.

Определены электрохимические параметры окисления и восстановления гемового железа в составе фермента в анаэробных условиях – средний потенциал пиков, гетерогенная электрохимическая константа скорости переноса электронов, количество электроактивного гемопротеина на электроде. Исследованы электрокаталитические свойства иммобилизованного фермента по отношению к специфическому субстрату.

Авторы: Бабкина С.С. [Sofya.babkina@gmail.com](mailto:Sofya.babkina@gmail.com); Шумянцева В.В., [viktoria.shumyantseva@ibmc.msk.ru](mailto:viktoria.shumyantseva@ibmc.msk.ru)  
Организация: Российский технологический университет, Институт тонких химических технологий им. М.В. Ломоносова, кафедра аналитической химии им. И.П. Алимарина; Институт биомедицинской химии им. В. Н. Ореховича, лаборатория биоэлектрохимии  
Город: Москва  
Методы: Биохимические методы; Вольтамперометрия; Электрохимические сенсоры  
Объекты: Фармацевтические препараты. Биологические и медицинские объекты

Разработаны методики определения тяжелых металлов (ртути, свинца, кобальта) с использованием наночастиц, модифицированных аптамерами – олигонуклеотидными рецепторными молекулами. Исследования включали синтез наночастиц золота, их модификацию аптамерами, характеристику размеров и реакционной способности. Установлены условия взаимодействия определяемый ион – аптамер. Оценена селективность колориметрического определения катионов свинца и ртути в присутствии других ионов. Показано, что применение Т-, G-обогащенной последовательности аптамера позволяет детектировать в водных средах катионы как свинца, так и ртути. При этом присутствие остальных щелочных, щелочноземельных и тяжелых металлов в концентрациях вплоть до 10 мкМ не мешает определению. Предложен способ усиления аналитического сигнала, основанный на введении в реакционную среду агрегирующего агента - 2-меркаптоэтанола. Разработана методика хемилюминесцентного определения ионов кобальта в водных средах, основанная на применении аптамера, который при взаимодействии с  $Co^{2+}$  формирует G-квадруплексную структуру. Все предложенные методики успешно апробированы в анализе образцов природной воды.

Охарактеризовано применение аптамеров для определения низкомолекулярных аналитов с регистрацией изменений анизотропии флуоресценции конъюгата аналит-флуорофор, конкурирующего с молекулами аналита в образце за связывание с аптамером. Регистрация анизотропии флуоресценции позволяет проводить тестирование без продолжительных инкубаций и разделения реагентов, детектируя специфические комплексы непосредственно в момент их образования. Предложена методика определения охратоксина А и ее варианты, основанные на включении рецепторной аптамерной молекулы в якорные комплексы с белками и наночастицами. Показано, что использование якорных структур увеличивает разницу в анизотропии флуоресценции между свободным и связанным флуорофором, что позволяет снизить концентрацию аптамера в реакционной среде и тем самым обеспечить достижение меньшего предела обнаружения аналита. Разработанная поляризационная флуоресцентная аптамерная система апробирована для

определения охратоксина А в пробах вина. Показано, что использование якорных структур снижает предел обнаружения в 54 раза – до 2,8 нМ (1,1 мкг/кг).

Авторы:	Дзантиев Б.Б., dzantiev@inbi.ras.ru
Организация:	ФИЦ Биотехнологии РАН
Город:	Москва
Методы:	Наноаналитика. Биохимические методы. Спектроскопические методы
Объекты:	Природные воды. Пищевые продукты

Исследованы изменения биоэлектрохимических параметров мультислойных мембранных структур – полиэлектролитных микрокапсул (ПЭМК), содержащих глюкозооксидазу (ГОД) – при их модификации многостенными углеродными нанотрубками (МУНТ). Для формирования ПЭМК использовали полианион полистиролсульфонат натрия и поликатион полиаллиламингидрохлорид. Были рассмотрены три варианта встраивания МУНТ – между слоями полиэлектролитов, в ядро микрокапсулы и одновременно в полость и между слоями полиэлектролитов. Импедансные спектры показали, что модификация с помощью МУНТ вызывает значительное снижение активного сопротивления ПЭМК – с 2560 до 25 кОм. Циклические вольтамперные зависимости характеризовались ростом тока при модификации мультислойных структур МУНТ. Композиция на основе ПЭМК применена как основа рецепторного элемента амперометрического биосенсора. Чувствительности детекции глюкозы биосенсором составили 0.30 и 0.05 мкА/мМ для композиций ПЭМК/МУНТ/ГОД и ПЭМК/ГОД, соответственно. Биосенсор был нечувствителен к присутствию в пробе этилового спирта, лимонной кислоты. Предложенные структуры перспективны для применения в биосенсорах и биотопливных элементах.

Авторы:	Решетилов А.Н., anatol@ibpm.pushchino.ru
Организация:	ФИЦ «Пушкинский научный центр биологических исследований РАН», Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрыбина
Город:	Пушино
Методы:	Биохимические методы. Вольтамперометрия. Электрохимические сенсоры
Объекты:	



Разработаны новые варианты топологий микрофлюидных устройств для извлечения и концентрирования нуклеиновых кислот и белков из биологических проб. Продемонстрирована возможность извлечения и концентрирования фрагмента кДНК гена GAPDH в микрофлюидном чипе (МФЧ) с последующей регистрацией методом полимеразной цепной реакции в реальном времени (ПЦР-РВ). Полученные результаты хорошо согласуются с результатами выделения кДНК по традиционной методике. На примере взаимодействия флуоресцентно меченого стрептавидина с ковалентно иммобилизованным биотинилированным иммуноглобулином выделены белки посредством связывания с матрицей чувствительных элементов, расположенных в ячейке МФЧ. Теоретически показано и экспериментально подтверждено, что конвективные потоки в проточном режиме существенно повышают эффективность выделения определяемого соединения.

Авторы:	Евстапов А.А., An_evs@mail.ru
Организация:	Институт аналитического приборостроения
Город:	Санкт-Петербург
Методы:	Другие методы разделения и концентрирования. Микрочипы. Микрофлюидика
Объекты:	Биологические объекты

Разработаны ДНК-сенсоры на основе послойного нанесения электрополимеризованных покрытий и ДНК на поверхности стеклоуглеродных электродов для регистрации термического и окислительного повреждения ДНК и определения интеркаляторов – противоопухолевых препаратов. Проведено сравнительное изучение покрытий с включением полианилина, полифеноптиазинов и поли(нейтрального красного) в зависимости от условий их электрохимической полимеризации, источника ДНК и интенсивности внешнего фактора. Определены условия регистрации вольтамперометрического и импедиметрического сигнала и чувствительность определения феноптиазиновых и антрациклиновых лекарственных препаратов. ДНК-сенсоры прошли апробацию в контроле антиоксидантной активности и тестировании напитков по их защитному действию при окислении ДНК реактивом Фентона и смесью  $\text{CuSO}_4/\text{H}_2\text{O}_2$

Разработаны ДНК-сенсоры на основе супрамолекулярных комплексов пиллар[5]аренов, несущих концевые аммонийные и карбоксилатные группы в заместителях верхнего и нижнего обода. Показана возможность самосборки полиэлектролитных пленок на поверхности золотых и стеклоуглеродных электродов, проницаемость и заряд которых зависят от источника ДНК и меняются при ее интеркалировании, термическом и химическом повреждении. Образование полиэлектролитных слоев подтверждено измерениями поверхностного плазмонного резонанса. Разработанные ДНК-сенсоры могут найти применение в скрининге потенциально канцерогенных факторов и активных форм кислорода.

Авторы:	Евтюгин Г.А., Gennady.Evtugyn@kpfu.ru
Организация:	Казанский (Приволжский) федеральный университет, кафедра аналитической химии и
Город:	Казань
Методы:	Вольтамперометрия и полярография. Другие электрохимические методы. Биохимические методы.
Объекты:	Биологические объекты. Фармацевтические препараты. Пищевые продукты

Разработаны моноаминоксидазные биосенсоры для определения амитриптилина на основе печатных графитовых электродов, модифицированных разными вариантами гибридных наноматериалов с включением полиэфирополиолов, хитозана и наночастиц металлов. Наименьшим сопротивлением переноса электрона (по данным спектроскопии электрохимического импеданса) обладали нанокompозиты на основе фуллерена C<sub>60</sub> в сочетании с наночастицами кобальта на платформе полиэфирополиола второй генерации. Область рабочих концентраций амитриптилина для разработанного биосенсора  $1 \times 10^{-9}$  –  $1 \times 10^{-4}$  М. В качестве референсного предложен поляризационный флуоресцентный иммуноанализ; диапазон рабочих концентраций – от  $5 \times 10^{-9}$  до  $5 \times 10^{-8}$  М. Разработанные методики применены для определения амитриптилина в лекарственном препарате. Относительная погрешность измерений не превышала 0.039.

Разработаны иммуносенсоры для определения дезипрамина с амперометрической и импедиметрической регистрацией сигнала на основе печатных графитовых электродов, модифицированных наночастицами кобальта в

сочетании с углеродными нанотрубками и фуллереном C<sub>60</sub>. Область рабочих концентраций –  $1 \times 10^{-9}$  -  $1 \times 10^{-4}$  М, нижняя граница определяемых концентраций до  $6 \times 10^{-10}$  М. Для импедиметрического иммуносенсора нижняя граница определяемых концентраций –  $7 \times 10^{-10}$  М. Процент перекрестного реагирования с тиоридазаном не превышает 6 %. Разработанный вариант поляризационного флуоресцентного иммуноопределения дезипрамина с диапазоном рабочих концентраций от  $1 \times 10^{-10}$  до  $5 \times 10^{-7}$  М предложен в качестве референсной методики.

Разработаны биосенсоры для определения диклофенака как ингибитора тирозиназы на основе иммобилизованного фермента и печатных платиновых электродов, модифицированных гибридными наноматериалами – углеродными нанотрубками в хитозане, фуллереном C<sub>60</sub> в полиэфирополиоле и наночастицами золота в хитозане. Биосенсоры позволяют определять диклофенак в концентрационном интервале от  $1 \times 10^{-12}$  до  $1 \times 10^{-6}$  М. Кинетические параметры реакции ферментативного превращения фенола в присутствии тирозиназного биосенсора и диклофенака соответствуют процессам неконкурентного (каталитического) ингибирования. Разработаны методики определения диклофенака в фармпрепаратах с помощью предлагаемых ферментных электродов с Sr не более 0.061.

Изучены возможности определения мельдония с помощью биосенсоров на основе модифицированных печатных графитовых электродов. Впервые установлено ингибирующее действие мельдония на пероксидазу хрена, что позволило определять его с помощью соответствующих биосенсоров в следующих концентрационных интервалах: пероксидазный биосенсор, модифицированный углеродными нанотрубками, - от  $1 \times 10^{-11}$  до  $1 \times 10^{-6}$  М,  $s_n$   $7 \times 10^{-12}$  М; пероксидазный биосенсор, модифицированный углеродными нанотрубками и наночастицами золота, - от  $1 \times 10^{-15}$  до  $5 \times 10^{-6}$  М,  $s_n$   $3 \times 10^{-12}$  М. Кинетические параметры реакции ферментативного превращения фенола в присутствии пероксидазного и тирозиназного биосенсоров и мельдония соответствуют процессам двухпараметрически рассогласованного ингибирования.

Авторы: Медянцева Э.П., [Elvina.Medyantseva@kpfu.ru](mailto:Elvina.Medyantseva@kpfu.ru)

Организация: Казанский (Приволжский) Федеральный университет,  
кафедра аналитической химии

Город:	Казань
Методы:	Амперометрия. Другие электрохимические методы; Биохимические методы. Люминесцентные методы
Объекты:	Фармацевтические препараты.

Разработаны безметочные электрохимические иммуносенсоры для определения антител к вирусу кори. Охарактеризовано влияние способа иммобилизации рецепторного слоя на аналитические характеристики иммуносенсора. Рецепторный слой – антиген вируса кори – иммобилизовали на поверхность электрода капельным нанесением с последующим высушиванием на воздухе и ковалентным связыванием посредством электрографтинга хлорида п-нитрофенилдиазония с применением глутарового альдегида в качестве сшивающего агента. Получены линейные зависимости величины тока пика медиаторной системы от концентрации антител к вирусу кори в модельных суспензиях для ковалентной иммобилизации и капельного нанесения рецепторного слоя, соответственно. Показано, что ковалентная иммобилизация биорецептора не повышает чувствительность определения, но позволяет расширить в 10 раз линейный диапазон концентраций и сократить до 20 мин общее время проведения иммуноанализа.

Авторы:	Козицина А.Н. <a href="mailto:Alisa-Kozitsina@yandex.ru">Alisa-Kozitsina@yandex.ru</a> ; <a href="mailto:a.n.kozitsina@urfu.ru">a.n.kozitsina@urfu.ru</a>
Организация:	Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Химико-технологический институт, кафедра аналитической химии
Город:	Екатеринбург
Методы:	Биохимические методы.
Объекты:	Биологические и медицинские объекты

Разработаны новые варианты пьезоэлектрических иммуносенсоров для определения низко- и высокомолекулярных соединений, основанные на включении в поверхность сенсоров многостенных углеродных нанотрубок и аморфных углеродных материалов. Изучено влияние способа функционализации углеродных нанотрубок (карбоксилирование, аминирование, тиолирование, модифицирование наночастицами золота) на аналитический сигнал иммуносенсоров для определения

канамицина, гентамицина, тетрациклина, фторхинолонов и гамма-интерферона. Показано, что применение углеродных нанотрубок при формировании распознающего слоя расширяет диапазон определяемых содержаний фторхинолонов в конкурентном (10-350 и 10-370 нг/см<sup>3</sup> для левофлоксацина и ципрофлоксацина ) и прямом (30-650 и 25-670 нг/см<sup>3</sup> для левофлоксацина и ципрофлоксацина) форматах анализа.

Разработана методика фотохимического синтеза тонких пленок полимеров с молекулярными отпечатками (ПМО) цефалоспоринов цефотаксима, цефтазидима и цефтриаксона, включающая иммобилизацию антибиотиков на модифицированную силаном поверхность электрода сенсора и последующее дозирование неводного раствора инициатора полимеризации, функционального и кросс-мономеров. Для полученных пьезоэлектрических сенсоров с пленками ПМО установлены импринтинг-фактор, коэффициенты кросс-реактивности, диапазоны линейности и пределы обнаружения цефалоспоринов. Сенсоры апробированы при определении цефалоспоринов в плазме крови.

Изучены условия синтеза наночастиц полимеров с молекулярными отпечатками трипсина методом миниэмульсионной полимеризации для применения в качестве распознающих компонентов в пьезоэлектрическом сенсоре. Методом динамического светорассеяния определены диаметр, степень дисперсности и дзета-потенциал частиц. Дополнительно размер частиц подтвержден методом сканирующей электронной микроскопии. Изучена сорбционная способность частиц по отношению к трипсину, пепсину и термолизину, а также кинетика связывания трипсина. Разработанный сенсор апробирован при анализе фармацевтических препаратов.

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 методы
Объекты:	Фармацевтические препараты. Биологические и медицинские объекты

## Элементный анализ органических соединений

Разработан микрометод определения бора в алифатических и ароматических трифторборатах (в т. ч. перфторированных), эфирах, борорганических соединениях, содержащих диоксоборолановые фрагменты, пиридиновые и пиразоловые ядра, тройные связи. Для разложения веществ применен метод сжигания в колбе, наполненной кислородом. Определение бора проводили методом атомно-эмиссионной спектроскопии с микроволновой плазмой (МП-АЭС). С использованием разработанной методики проанализирован ряд органических соединений, в которых определена массовая доля бора с погрешностью, не превышающей  $\pm 0,3$  % абс.

Предложен метод определения теллура в теллурсодержащих органических соединениях с использованием атомно-эмиссионного спектрометра с микроволновой плазмой Agilent 4100. Показана применимость двух методов пробоподготовки – сжигания в колбе с кислородом и кислотного разложения в нагревательном блоке. Был выполнен анализ производных теллуродиазолов и других теллурорганических соединений с содержанием теллура от 20 до 58%. Присутствие таких элементов, как азот, сера, калий, селен не мешают определению теллура. Относительная погрешность анализа составляет 1-5%

Авторы:	<a href="mailto:tikhova@nioch.nsc.ru">tikhova@nioch.nsc.ru</a>
Организация:	Новосибирский институт органической химии СО РАН
Город:	Новосибирск
Методы:	Элементный анализ органических соединений
Объекты:	Органические соединения

### Другие методы определения

Проведены модельные эксперименты по оценке влияния элементов с переменной валентностью (железа, марганца), а также сульфид-ионов на значения показателей ХПК (химическое потребление кислорода) и БПК (биологическое потребление кислорода). Наличие в воде элементов переменной валентности ведет к

завышению БПК. Установлено, что в присутствии 100 мг/л железа(II) и >0.05 мг/л сульфидов значения БПК превышают ХПК. (Статья «Влияние элементов с переменной валентностью на значение показателя БПК»).

Изучение изменения химического состава атмосферного воздуха города с высоким уровнем загрязнения нефтехимическими предприятиями необходимо для соблюдения его санитарного гигиенического состава. Разработаны статистические модели изменения концентрации веществ в атмосферном воздухе г. Стерлитамака, в том числе модели факторной регрессии концентрации 1,2-дихлорэтана и диоксида азота в жилой зоне г. Стерлитамака в период преобладания опасных ветровых режимов (Статья «Построение моделей изменения концентрации веществ в атмосферном воздухе (на примере г. Стерлитамака))

Авторы:	Сафарова В.И., Хатмуллина Р.М., Мухаматдинова А.Р., Шайдулина Г.Ф., Сафаров А.М., Латыпова В.З., Ковбота А.А., Афанасьева Е.С.
Организация:	Управление государственного аналитического контроля Республики Башкортостан (ГБУ РБ УГАК)
Город:	Уфа
Методы:	Другие методы определения
Объекты:	Поверхностные воды; атмосферный воздух

Исследованы антиоксидантные свойства лекарственного гриба – агарикомицета *Ganoderma applanatum* («живописный трутовик»), культивируемого в присутствии *para*-замещённых фенольных соединений и экстрактов чайного листа. Выявлено усиление антиоксидантных свойств изолятов высшего гриба *Ganoderma applanatum* (Pers.) Pat. под влиянием условий глубинного культивирования в присутствии *para*-замещённых фенольных соединений и экстрактов чайного листа. Показано, что чайный экстракт в разной степени повышает антиоксидантную эффективность изученных веществ, проявляя наибольшее синергетическое действие в случае 2-(4-гидроксифенил)этан-1-ола (4-(2-гидроксиэтил)фенол, тирозол). В области физиологических значений концентрации наблюдается симбатная корреляция антиоксидантного действия изолятов грибных культур с объёмной долей чайного экстракта в составе среды глубинного культивирования гриба. Предложен подход к получению посевного

мицелия *Ganoderma applanatum* при использовании экстрактов чёрного чая как компонента питательной среды, оказывающего выраженный положительный эффект на повышение уровня антиоксидантов фенольного типа в мицелии гриба.

Авторы:	Цивилёва О.М., Панкратов А.Н. ( <a href="mailto:PankratovAN@info.sgu.ru">PankratovAN@info.sgu.ru</a> ), Мисин В.М., Завьялов А.Ю., Волков В.А., Цымбал О.А., Юрасов Н.А., Никитина В.Е.
Организация:	Лаборатория микробиологии ИБФРМ РАН, Кафедра АХ и ХЭ Института химии Саратовского ГУ; Лаборатория микробиологии и лаборатория антиоксидантов Института биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН
Город:	Саратов, Москва
Методы:	Другие методы определения.
Объекты:	Растительные объекты

## Методы разделения и концентрирования (без хроматографических). Общие вопросы пробоподготовки

### Сорбционные методы

**Аннотация.** Предложен ряд интересных способов концентрирования и разделения важных аналитов-микрокомпонентов, а также комбинированных и гибридных методов анализа актуальных объектов, включающих концентрирование/разделение аналитов. Как и в предыдущие годы, предложенные разработки в основном базируются на сорбции и экстракции компонентов. Предметом интереса исследователей чаще других является сорбционное концентрирование токсичных и биологически активных веществ, таких как фенолы, некоторые пестициды, катехоламины, флавоноиды, пищевые красители. Продолжена разработка способов сорбционного концентрирования тяжелых (токсичных) и благородных металлов. Для сорбционного концентрирования использовали как известные, так и новые сорбенты на органической (органополимерной), неорганической (силикагели, оксиды металлов) основе, а также углеродные материалы. Продолжен поиск новых экстрагентов (например, ионных жидкостей и родственных им эвтектических смесей) для концентрирования неорганических и органических аналитов, в первую очередь гидрофильных. Большое число разработок посвящено микроэкстракционным системам.



---

Предложен способ концентрирования фенолов (фенол, 4-нитрофенол, 2-хлорфенол, нонилфенол и пентахлорфенол) из водных сред. Для этой цели синтезирован сорбент на основе наночастиц магнетита, модифицированных сверхсшитым полистиролом. Изучены свойства сорбента (размер частиц, величина предельной сорбции, удельная площадь поверхности, намагниченность насыщения). Разработан оригинальный концентрирующий патрон, обеспечивающий сорбцию в динамических условиях с применением магнитного сорбента, оценена его эффективность. Динамическая сорбция обеспечивает количественное извлечение фенолов при 530–1360-кратном концентрировании.

Изучена сорбция пестицидов (карбарил, 2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота) их метаболитов (1- и 2-нафтолы, 2-хлорфенол, 2,4-дихлорфенол) полимерным сорбентом на основе N-винилпирролидона. В статических условиях обеспечивается 100-кратное концентрирование изученных сорбатов из водных сред.

Авторы:	Суханов П.Т., <a href="mailto:pavel.suhanov@mail.ru">pavel.suhanov@mail.ru</a> ; Губин А.С., <a href="mailto:goubinne@mail.ru">goubinne@mail.ru</a> ; Кушнир А.А., <a href="mailto:kushnir_aleksei@mail.ru">kushnir_aleksei@mail.ru</a> ; Проскурякова Е.Д., <a href="mailto:ludikaeg@mail.ru">ludikaeg@mail.ru</a> Фролова Ю.С., <a href="mailto:stasiulua@mail.ru">stasiulua@mail.ru</a>
Организация:	Воронежский государственный университет инженерных технологий, кафедра физической и аналитической химии, кафедра технологии органического синтеза, переработки полимеров и техносферной безопасности
Город:	Воронеж
Методы:	Сорбционные методы
Объекты:	Органические вещества: природные, синтетические, элементоорганические соединения, полимеры;

Изучена возможность модификации поверхности  $Fe_3O_4$  молекулярно импринтированным полимером на основе N-винилпирролидона (функциональный мономер) и этиленгликольдиметакрилата (сшивающий агент), темплат – 4-нитрофенол. Предложен способ динамического концентрирования аналитов из объемов растворов, не превышающих 100 мл. Показано, что коэффициент концентрирования зависит от скорости пропускания раствора через концентрирующий патрон. Погрешность фотометрического определения аналитов

при сорбции в статических условиях не превышает 7%, в динамических условиях – 6%.

Авторы:	Суханов П.Т., <a href="mailto:pavel.suhanov@mail.ru">pavel.suhanov@mail.ru</a> ; Губин А.С., <a href="mailto:goubinne@mail.ru">goubinne@mail.ru</a> ; Проскурякова Е.Д., <a href="mailto:ludikaeg@mail.ru">ludikaeg@mail.ru</a> Фролова Ю.С., <a href="mailto:stasiulua@mail.ru">stasiulua@mail.ru</a>
Организация:	Воронежский государственный университет инженерных технологий, кафедра физической и аналитической химии, кафедра технологии органического синтеза, переработки полимеров и техносферной безопасности
Город:	Воронеж
Методы:	Сорбционные методы; Спектрофотометрические оптические методы
Объекты:	Органические вещества: природные, синтетические, элементоорганические соединения, полимеры;

Изучена зависимость коэффициентов распределения алифатических аминокислот и катионов меди (II) при их совместном присутствии между иминокарбоксильным ионообменником и водным раствором с различным рН, рассчитаны коэффициенты разделения катионов меди (II) и аминокислот. Установлено, что медные комплексы аланина или лейцина разрушаются при сорбции на ионообменнике в натриевой форме в динамических условиях при рН выше 8. Разработан способ ионообменного выделения меди(II) и лейцина из их комплекса с последующим отдельным определением концентрации меди(II) и лейцина или аланина.

Авторы:	Бондарева Л.П., <a href="mailto:larbon@mail.ru">larbon@mail.ru</a> ; Русина Е. В. <a href="mailto:aleona.rusina@yandex.ru">aleona.rusina@yandex.ru</a> ;
Организация:	Воронежский государственный университет инженерных технологий, кафедра физической и аналитической химии,
Город:	Воронеж
Методы:	Сорбционные методы

Разработаны способы сорбционного концентрирования катехоламинов, содержащихся в моче. Использован метод магнитной твердофазной экстракции нанокompозитами сверхсшитого полистирола и суперпарамагнитных наночастиц оксидов железа, а также метод твердофазной экстракции с помощью колонки, заполненной сверхсшитым полистиролом. Аналиты определяли методом ОФ

ВЭЖХ с амперометрическим детектированием. Проведена также сравнительная оценка сорбционных свойств сверхсшитого полистирола и магнитного сверхсшитого полистирола по отношению к хлорамфениколам и метаболитам катехоламинов – гомованилиновой и ванилилминдальной кислотам. Выбраны условия извлечения, позволяющие добиться их количественного извлечения.

Авторы:	Дмитриенко С.Г., <a href="mailto:dmitrienko@analyt.chem.msu.ru">dmitrienko@analyt.chem.msu.ru</a>
Организация:	МГУ им. М.В. Ломоносова, Химический факультет, кафедра аналитической химии, лаборатория концентрирования
Город:	Москва
Методы:	Сорбционные методы
Объекты:	Биологические и медицинские объекты

В рамках использования модели сольватационных параметров для прогноза эффективности сорбции и десорбции аналитов с сорбента Нуресcarb получены данные об удерживании 26-ти аналитов при комнатной температуре. Аналиты детектировали с помощью спектрофотометрического детектора. Для детектирования аналитов использован также детектор по светорассеянию (Shimadzu ELSD LT-II), что позволило существенно расширить круг определяемых веществ по сравнению со спектрофотометрическим детектором. Полученные данные будут использованы для разработки проточных сорбционно-ВЭЖХ методов определения веществ.

Авторы:	Цизин Г.И., <a href="mailto:tsisin@analyt.chem.msu.ru">tsisin@analyt.chem.msu.ru</a> ; Статкус М.А., <a href="mailto:mstatkus@gmail.com">mstatkus@gmail.com</a>
Организация:	МГУ им. М.В. Ломоносова, Химический факультет, кафедра аналитической химии, лаборатория концентрирования
Город:	Москва
Методы:	Сорбционные методы

Предложен способ получения магнитных сорбентов на основе кремнеземов, химически модифицированных группами иминодиуксусной кислоты (ХМК-ИДК) и гексадецильными группами (ХМК-С<sub>16</sub>). Способ основан на извлечении наночастиц магнетита из растворов метанола. Установлено, что сорбенты, модифицированные магнетитом, сохраняют свойства, характерные для исходных ХМК, и могут быть

использованы для извлечения элементов и синтетических анионных пищевых красителей.

Авторы:	Тихомирова Т.И., <a href="mailto:tikhomirova-tatyana@yandex.ru">tikhomirova-tatyana@yandex.ru</a>
Организация:	МГУ им. М.В. Ломоносова, Химический факультет, кафедра аналитической химии, лаборатория концентрирования
Город:	Москва
Методы:	Сорбционные методы;
Объекты:	Пищевые продукты и корма

Предложены способы концентрирования гидроксibenзальдегидов из растворов с использованием макропористого высокоосновного анионообменника с большим влагосодержанием и неионогенного сорбента с полистирол-дивинилбензолной матрицей. Показаны преимущества неионогенного сорбента для концентрирования ванилина, обусловленные быстрой и полной регенерацией. Высокоосновный анионообменник макропористой структуры рекомендован для извлечения гидроксibenзальдегидов из разбавленных растворов и сточных вод, так как проявляет наиболее высокую емкость по данным сорбатам.

Авторы:	Елисеева Т.В., Селеменев В.Ф. <a href="mailto:common@chem.vsu.ru">common@chem.vsu.ru</a>
Организация:	Воронежский государственный университет, кафедра аналитической химии
Город:	Воронеж
Методы:	Сорбционные методы
Объекты:	Органические соединения; Сточные воды

Продолжены работы, посвященные сорбции БАВ (флавоноиды, фосфолипиды, токоферол) мезопористыми наноструктурированными материалами на основе кремния. Проведена оптимизация сорбционного концентрирования БАВ в динамических условиях с учетом полноты использования сорбционной емкости и минимизации потерь целевых компонентов. Показано, что использование наноструктурированных мезопористых материалов типа МСМ-41 позволяет увеличить эффективность концентрирования биологически активных веществ при снижении потерь аналита в динамических условиях.

Авторы:	Синяева Л.А.; Карпов С.И., <a href="mailto:karsiv@mail.ru">karsiv@mail.ru</a>
Организация:	Воронежский государственный университет, кафедра аналитической химии,
Город:	Воронеж
Методы:	Сорбционные методы
Объекты:	Биологически активные соединения

Установлены особенности сорбции синтетических красителей полиимидами с молекулярными отпечатками и оксидом алюминия. Разработан способ концентрирования синтетических красителей из водных растворов. Разработана элюирующая система (н-бутанол: этилацетат: ледяная уксусная кислота: вода в соотношении 5:3:3:3) для разделения синтетических красителей методом ТСХ.

Авторы:	Зяблов А.Н., <a href="mailto:alex-n-z@yandex.ru">alex-n-z@yandex.ru</a>
Организация:	Воронежский государственный университет, кафедра аналитической химии,
Город:	Воронеж
Методы:	Сорбционные методы; Тонкослойная хроматография
Объекты:	Органические соединения

Изучено извлечение фенольных соединений из экстрактов растительного сырья с использованием сорбентов на основе октадецилсилана (Strata C18-E), сополимера стирола и дивинилбензола (Strata X) и графитированного углерода (Supelclean ENVI-Carb). Проведено сравнение сорбционных характеристик этих материалов в условиях конкурентной динамической сорбции фенольных соединений различного строения. На основе установленных «объемов до проскока» веществ и динамической емкости сорбентов оптимизированы условия десорбции 9-ти фенольных веществ; рассчитаны степени извлечения и коэффициенты концентрирования аналитов. Показано, что сорбентами с привитой группой C18 можно отдельно извлекать флавоноиды и их гликозиды, а для одновременного извлечения флавоноидов, и фенольных кислот целесообразно использовать органополимерный сорбент, при использовании которого наблюдаются высокие степени извлечения компонентов, несмотря на различную природу растительной матрицы объектов: зверобоя (*Hypericum perforatum* L.),

чабреца (*Thymus serpyllum* L.), крапивы (*Urtica dioica* L.), липы (*Tilia cordata* Mill.). Найдено, что степень извлечения фенолкарбоновых и производных коричных кислот находится в пределах 92–107 %, флавоноидов – 87–122 %. Обоснована перспективность использования графитированного сорбента для извлечения и концентрирования различных веществ фенольного ряда растительного происхождения.

Авторы:	Темердашев З.А., <a href="mailto:temza@kubsu.ru">temza@kubsu.ru</a>
Организация:	Кубанский государственный университет, кафедра аналитической химии
Город:	Краснодар
Методы:	Сорбционные методы;
Объекты:	Органические соединения

Разработаны способы сорбционного извлечения элементов из водных растворов функциональными сорбентами с амино- и карбоксильными группами с целью выделения, очистки или концентрирования целевых компонентов – изучены равновесия в системах раствор - сорбент, рассчитаны степени извлечения и коэффициенты межфазного распределения для оценки возможности группового или индивидуального извлечения целевых компонентов. Исследования проводились на волокнах ФИБАН А-5, ФИБАН А-5 (N), ФИБАН А-5 W, ФИБАН АК-22-1. Степени извлечения токсичных металлов достигают для ряда элементов 80-99%. Построены выходные кривые сорбции на волокнах ФИБАН А-5 и ФИБАН АК-22-1, которые позволили оценить емкость волокна до «проскока». ФИБАН АК-22-1 обеспечивает полное извлечение десяти ионов металлов при pH 6-7, что делает его приемлемым для применения в комбинированных методах анализа с целью предварительного концентрирования. ФИБАН А-5 следует использовать для очистки водных растворов от ионов токсичных металлов, например, природных или сточных вод

Авторы:	Дрогобужская С.В., <a href="mailto:Drogo_sv@chemy.kolasc.net.ru">Drogo_sv@chemy.kolasc.net.ru</a>
Организация:	Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева ФИЦ «Кольский научный центр РАН
Город:	Апатиты

Методы:	Сорбционные методы
Объекты:	Природные, технологические и сточные воды

Продолжается исследование свойств сульфоэтилированных аминополимеров по отношению к хлоридным комплексам ионов благородных металлов. Впервые охарактеризованы селективные свойства сульфоэтилированных полиаминостирола и полиэтиленimina в зависимости от степени их модифицирования по отношению к золоту(III), платине(IV) и палладию(II). Выявлено влияние аминополимерной матрицы и степени ее модифицирования на сорбционные свойства исследуемых материалов. Определены оптимальные условия для селективного извлечения отдельных ионов металлов из многокомпонентных растворов, содержащих ряд переходных и благородных металлов. Проведена успешная апробация сульфоэтилированного хитозана для селективного извлечения палладия из сточных вод промышленного предприятия, специализирующегося на обработке цветных металлов.

Исследованы свойства нового сорбента — тиокарбамоилэтиламинопропилполисилоксана, а также оценено влияние матрицы сорбента на сорбцию металлов при их совместном присутствии в растворе. Установлен оптимальный диапазон pH сорбции ионов металлов при их совместном присутствии на немодифицированном полисилоксане. Установлено, что максимальная степень извлечения кобальта(II) и никеля из универсальной буферной смеси достигается при pH 9, меди(II) и цинка — при pH 6–7. Выявлена возможность группового отделения Cu(II) и Zn от Co(II) и Ni в слабокислых растворах.

Авторы:	Неудачина Л.К., Ludmila.Neudachina@urfu.ru; Петрова Ю.С., <a href="mailto:petrova.yu.s@mail.ru">petrova.yu.s@mail.ru</a>
Организация:	Уральский федеральный университет, кафедра аналитической химии и химии окружающей среды
Город:	Екатеринбург
Методы:	Сорбционные методы
Объекты:	Металлы

Исследованы свойства сорбента, представляющего собой полисилоксановую матрицу с привитыми группами рубеоноводородной кислоты (ДТОАП), по отношению к ионам благородных металлов: серебра, палладию, золоту. Установлено, что сорбент обладает высокой селективностью к ионам серебра и позволяет количественно извлекать аналит на фоне сопутствующих элементов. Разработан способ извлечения ионов серебра из многокомпонентных растворов с возможностью определения элемента методом атомной спектроскопии. Проведена апробация предложенного способа на примере анализа питьевой воды и конденсаторов. Сорбционное концентрирование серебра не требует использования токсических растворителей, характеризуется высокой селективностью. Кроме того, установлено, что сорбент пригоден для разделения серебра(I) и палладия(II), разработана схема анализа.

Авторы:	Холмогорова А.С., kholmogorova@mail.ru
Организация:	Уральский федеральный университет, кафедра аналитической химии и химии окружающей среды
Город:	Екатеринбург
Методы:	Сорбционные методы
Объекты:	Благородные металлы

Показана возможность сорбционного извлечения летучих аналитов из газовой фазы на ферромагнитных наночастицах. Разработана комбинированная схема выделения веществ, способных образовывать летучие соединения, включающая реакционную газовую экстракцию аналитов и их последующее газо-адсорбционное выделение и концентрирование на ферромагнитных наночастицах. Комбинированная схема была реализована в методике определения селена(IV) в пищевых добавках методом атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией.

Авторы:	Булатов А.В., bulatov_andrey@mail.ru
Организация:	Санкт-Петербургский государственный университет, химический факультет, кафедра аналитической химии
Город:	Санкт-Петербург
Методы:	Сорбционные методы. Общие вопросы пробоподготовки
Объекты:	Пищевые продукты и корма



Предложены новые сорбенты для концентрирования Co(II), Cu(II), Mn(II), Fe(III) и Pb(II) на основе нановолокна, полученного методом бескапиллярного электроформования растворов полиакрилонитрила (ПАН) в диметилформамиде с последующим их модифицированием аминированием (ПАН-оксим) и щелочным гидролизом (ПАН-СООН). Исследованы важнейшие свойства исходного ПАН и полученных нетканых материалов на его основе: морфология (диаметр нановолокон 90 – 200 нм), величины краевых углов смачивания (18 – 53°), удельные площади поверхностей (6 – 33 см<sup>2</sup>/г), радиусы пор (2,0 – 2,4 нм) и др. Установлены оптимальные условия и основные сорбционные характеристики исследованных металлов в статических условиях. Величины сорбционных емкостей, например, для Cu(II), Pb(II) и Mn(II) составили соответственно (66 ± 1), (72 ± 2), и (6 ± 2) мг/г для ПАН-СООН и (121 ± 3), (115 ± 2) и (14 ± 3) мг/г для ПАН-оксима.

Авторы:	Доронин С.Ю., <a href="mailto:doroninsu@mail.ru">doroninsu@mail.ru</a>
Организация:	Саратовский государственный университет, кафедра аналитической химии и химической экологии
Город:	Саратов
Методы:	Сорбционные методы
Объекты:	Металлы

Изучена сорбция As(III), Cd, Hg(II), Ni, Pb и Zn алюмосиликатом. Выявлены особенности концентрирования и разделения веществ в зависимости от их природы и природы сорбента. Разработан способ определения As(III), Hg(II) и Pb в природных и сточных водах, включающий сорбционное концентрирование элементов и их определение методом ААС.

Авторы:	Оскотская Э.Р., <a href="mailto:Oskotskaya@yandex.ru">Oskotskaya@yandex.ru</a> ; Грибанов Е.Н., <a href="mailto:gribanovEN@gmail.com">gribanovEN@gmail.com</a>
Организация:	Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева
Город:	Орел
Методы:	Сорбционные методы;
Объекты:	Природные и сточные воды

Исследована конкурентная сорбция ионов элементов из многокомпонентных систем на силикагелях с ковалентно иммобилизованными тиосемикарбазидной и формазановой группами. Предложен модифицированный сорбционный материал, эффективный для извлечения Cd, Co(II), Cu(II), Ni, и Zn. Показана возможность использования кинетического уравнения псевдо-второго порядка для оценки взаимного влияния при конкурентной сорбции. Установлено, что сорбция из многокомпонентных растворов протекает как неаддитивный процесс в условиях избытка функциональных групп.

Авторы:	Темердашев А.З., <a href="mailto:temerdashevaz@gmail.com">temerdashevaz@gmail.com</a>
Организация:	Кубанский государственный университет, кафедра аналитической химии
Город:	Краснодар
Методы:	Сорбционные методы;
Объекты:	Неорганические соединения

Электротермическую атомно-абсорбционную спектрометрию с дозированием образцов суспензии использовали для определения Cu(II), Hg(II) и Pd в природных и питьевых водах после сорбции на модифицированных силикагелях. Изучены особенности формирования аналитических сигналов элементов при наличии избыточной твердой фазы сорбента. Твердая фаза суспензий (аморфный диоксид кремния с размером частиц от 40 до 60 мкм) способствует формированию высокого (а иногда и не скорректированного) фонового поглощения. Пределы обнаружения в соответствии с концепцией  $3\sigma$  составляли 1,5 нг / л (Cu), 5 нг / л (Pd) и 18 нг / л (Hg). Разработанный метод успешно применен при определении элементов в реальных пробах воды с использованием сертифицированных образцов ERM CA022a.

Авторы:	Коншина Д.Н., <a href="mailto:jfox@list.ru">jfox@list.ru</a>
Организация:	Кубанский государственный университет, кафедра аналитической химии
Город:	Краснодар
Методы:	Экстракция; Атомно-абсорбционная спектрометрия
Объекты:	Природные и питьевые воды

## Жидкостная экстракция

Изучены экстракционные характеристики сополимеров N-винилформамида (ВФ) с 1-винил- и 1-метакрилоил-3,5-диметилпиразолом (ВДМП и МДМП). Водорастворимые сополимеры синтезировали радикальной сополимеризацией в диоксане при термоинициировании с помощью динитрила азобисизомаляной кислоты. Рассчитаны коэффициенты распределения и степень извлечения лизина, цистина, аспарагина, глутамина при однократной экстракции в присутствии высаливателя. Установлены наиболее эффективные условия экстракции аминокислот: характеристическая вязкость полимеров, концентрация раствора полимера и аналита, соотношение объемов фаз, соотношение мольных долей N-винилформамида с ВДМП и МДМП. Максимально эффективное межфазное распределение лизина установлено в системе на основе сополимера ВФ-МДМП: при соотношении водной фазы аминокислоты и органической фазы раствора полимера 10:3 и концентрации полимера 0,03 г/см<sup>3</sup> степень извлечения лизина составила около 99 %.

Сополимер N-винилформамида с ВДМП применен для одновременного извлечения и отдельного определения цистина, аспарагина и глутамина при их совместном присутствии в водном растворе. Установлено, что структура аналитов влияет на межфазное распределение: экстракция глутамина и аспарагина характеризуется более высокими показателями, чем для цистина. Полученные результаты позволили предположить, что комплексообразование полимера с аминокислотой и моноамидами в водной среде происходит в результате формирования Н-связей между >C=O группами звеньев цикла полимера и функциональными группами аналитов при участии молекул воды. При этом комплексообразование возможно с участием «пиридинового» атома азота цикла и π-ненасыщенной электронной системы азольного циклов в макроцепи сополимеров. Для всех изученных аналитов экстракция растворами сополимеров оказалась значительно эффективнее, чем традиционными органическими растворителями.

Аминокислоты определяли в растворе методом капиллярного электрофореза. Установлен оптимальный состав буферного раствора, тип и концентрация мицеллообразователя. Предложенные экстракционные системы на основе

сополимеров N-винилформамида отличаются экологической и экономической целесообразностью.

Авторы:	Мокшина Н.Я. <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:	Жидкостная экстракция
Объекты:	Пищевые продукты и корма

Предложен способ концентрирования кортикостероидов из мочи с помощью микроэмульсии типа «масло в воде» (МЭ М/В) (3% ДДСН, 8% н-бутанол, 1% этилацетат, 88% вода (масс. %)). Пределы обнаружения кортизола, кортизона с УФ детектированием составили 5 и 1 нг/мл, а степени извлечения - 83 и 74 %, соответственно.

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:	Жидкостная экстракция
Объекты:	Биологические и медицинские объекты

Разработан микроэкстракционный метод, предполагающий in-situ образование гидрофобных глубоких эвтектиков с целевыми аналитами в водном растворе. Метод обеспечивает высокую экспрессность и селективность. Разработана методика ВЭЖХ-УФ определения нестероидных противовоспалительных препаратов в биологических жидкостях, включающая микроэкстракционное выделение аналитов в образующиеся гидрофобные глубокие эвтектики.

Разработан микроэкстракционный метод, предполагающий in-situ образование экстрагента в процессе разрушения глубоких эвтектиков в водной фазе. Найдено, что в процессе растворения глубоких эвтектиков, полученных из тетрабутиламмония бромида и спиртов, происходит их разрушение с

диспергированием спиртов в водной фазе. На примере стероидных гормонов установлено, что разработанный микроэкстракционный метод обеспечивает высокую скорость массообмена и полноту выделения аналитов.

Для высокоэффективного концентрирования целевых аналитов из биологических жидкостей и устранения матричных эффектов пробы реализован новый метод микроэкстракции. Так, установлено, что при введении высших первичных аминов в водную фазу происходит образование изотропных растворов за счет образования мицелл гидратов аминов, а последующая добавка полярного растворителя инициирует выделение фазы экстрагента из гомогенного раствора. Для экспрессного определения антибиотиков (меропенема и тетрациклина) в биологических жидкостях (плазма крови и моча) разработаны способы, основанные на сочетании микроэкстракции и ВЭЖХ-УФ.

Авторы:	Булатов А.В., bulatov_andrey@mail.ru
Организация:	Санкт-Петербургский государственный университет, Институт химии, кафедра аналитической химии
Город:	Санкт-Петербург
Методы:	Жидкостная экстракция; Общие вопросы пробоподготовки
Объекты:	Биологические и медицинские объекты; Фармацевтические препараты

Разработан способ микроэкстракционного концентрирования диалкил-*о*-фталатов из этилового спирта и водно-спиртовых растворов с эмульгированием экстрагента. Для эмульгирования экстрагента применен пневматический метод, заключающийся в многократном втягивании-введении в экстрактор (5 мл) водно-спиртовой смеси и экстрагента через металлический капилляр внутреннем диаметром 0.2 мм. В качестве экстрагентов использованы *n*-октан и *n*-ксилол. Объем экстрагентов составлял 30-50 мкл. Для деэмульгирования экстрактов также впервые применен метод флотации, основанный на барботировании микропузырьков воздуха через исследуемый образец. Коэффициенты концентрирования диэтил-, дибутил- и диэтилгексил-*о*-фталата составили 70 – 100. Сочетание микроэкстракционного концентрирования с хромато-масс-спектрометрическим определением позволило достигнуть пределов обнаружения диалкил-*о*-фталатов  $1 \cdot 10^{-5}$  -  $6 \cdot 10^{-5}$  мг/л.

Авторы: Крылов В.А., [k658995@mail.ru](mailto:k658995@mail.ru)  
Организация: Нижегородский государственный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Нижний Новгород  
Методы: Жидкостная экстракция; Хромато-масс-спектрометрия  
Объекты: Органические вещества

Разработана методика ионохроматографического определения моно-, ди- и трихлорацетат-ионов с предварительным микроэкстракционным концентрированием аналитов. В качестве экстрагентов использованы метилтретбутиловый и диэтиловый эфиры. Эмульсии эфиров в воде формировали под действием ультразвукового облучения. Объем анализируемой воды составлял 4,6 мл, объем экстрагентов – 100 - 300 мкл. Дезэмульгирование экстрагентов проводили центрифугированием. Показано, что метилтретбутиловый эфир обладает наибольшей экстрагирующей способностью. Коэффициенты концентрирования моно-, ди- и трихлорацетат-ионов составили 5 – 9. Достигнутые пределы ионохроматографического обнаружения составляют – 0.02 (моно- и дихлоруксусная кислоты) и 0.03 мг/л (трихлоруксусная кислота).

Авторы: Елипашева Е.В. [shlena@bk.ru](mailto:shlena@bk.ru)  
Организация: Нижегородский государственный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Нижний Новгород  
Методы: Жидкостная экстракция; ВЭЖХ  
Объекты: Органические вещества

Разработаны эффективные легкоплавкие расплавы, аналоги ионных жидкостей с пиразолонами для количественного индивидуального и группового извлечения ионов титана, железа, молибдена и олова из кислых растворов, в том числе лаурилсульфатом натрия, с последующим атомно-эмиссионным определением элементов. Известный фотометрический реагент тиопирин использован для экстракционно-вольтамперометрического определения ионных форм цинка, кадмия, свинца и меди в реальных природных объектах. Продолжены

исследования микроэкстракции мышьяка, селена и висмута легкоплавкими расплавами с катионами пиразолония из кислых хлоридных растворов.

Авторы:	Темерев С.В., <a href="mailto:temerev@mail.ru">temerev@mail.ru</a>
Организация:	Алтайский государственный университет, кафедра техносферной безопасности и аналитической химии
Город:	Барнаул
Методы:	Экстракция;
Объекты:	Неорганические соединения

В 2018 г. завершен цикл исследований по разработке оригинального способа пробоподготовки с использованием вращающихся спиральных колонок (ВСК) для определения микроэлементного состава нефтяного сырья. Применение ВСК позволяет реализовывать процесс многоступенчатой экстракции в динамическом режиме для концентрирования и выделения микропримесей металлов из нефтяного сырья с различными физико-химическими свойствами. Выбор водной экстракционной системы для выделения микропримесей зависит от форм их нахождения и состава анализируемых нефтяных образцов. Наилучшие результаты выделения элементов из анализируемых образцов были получены при использовании 1 М  $\text{HNO}_3$ , 1 М  $\text{HCl}$ , 30%-ного водного раствора этилового спирта. Предлагаемый способ отличается научной новизной, не имеет международных аналогов, позволяет сократить время анализа до 40-60 минут, проводить концентрирование микроколичеств элементов (включая редкоземельные), содержащихся в нефти в водорастворимой форме, за счет чего существенно снижаются пределы определения микроэлементов в нефти до уровня нг/мл. Способ пробоподготовки был апробирован при элементном анализе более 100 различных образцов нефтей и природных битумов для определения потенциала использования нефтей различных месторождений РФ в качестве сырья для производства металлов, включая редкоземельные элементы.

Авторы:	Марютина Т.А. <a href="mailto:t_maryutina@mail.ru">t_maryutina@mail.ru</a>
Организация:	Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, лаборатория концентрирования
Город:	Москва
Методы:	Жидкостная экстракция; Пробоподготовка

Объекты: Нефть и нефтепродукты.

Жидкость-жидкостная экстракция впервые применена для концентрирования тяжелых металлов, предшествующего их определению методом атомно-эмиссионной спектроскопии с плазмой, индуцированной микроволновым полем (МП-АЭС). Экстракцию Pb(II), Cd(II), Co(II), Ni(II), Zn(II), and Cu(II) проводили в необычной двухфазной водной системе (ДФС), образующейся при добавлении твердой гидрофобной соли, (бромид тетрагексиламмония) к водной пробе. Ни органические растворители, ни высаливатели при этом не использовали. Ионы металлов количественно извлекали при помощи 4-(2-пиридилазо)резорцина. Экстракт разбавляли этиловым спиртом/HCl и непосредственно вводили в МП-АЭС спектрометр. Пределы обнаружения кадмия, кобальта, меди, никеля, свинца и цинка составили 1.3, 4.9, 0.06, 1.2, 4.2, and 3.2 мкг/л, соответственно, что означает выигрыш в чувствительности в 60-500 раз по сравнению с анализом без предварительного концентрирования. Методика применена для анализа стандартных образцов состава сточных и поверхностных вод, а также реальных проб питьевой и морской воды. Сочетание МП-АЭС определения с концентрированием в ДФС существенно расширяет возможности метода, в особенности при анализе водных проб с высокой соленостью.

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: Жидкостная экстракция; Атомно-эмиссионная спектроскопия  
Объекты: Металлы; Природные, технологические и питьевые воды

Предложены мицеллярно-насыщенные фазы Тритона X-114 для предварительной гомогенной экстракция и последующего ААС определения ионов тяжёлых металлов при температуре  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$  в виде их хелатов с дитизоном, 4-(2-пиридилазо)резорцином, [1-(2-пиридилазо)-2-нафтолом, в присутствии хлорида натрия как высаливателя. Показано, что мицеллярно-экстракционное



концентрирование окрашенных комплексов ионов металлов позволяет достигать степеней извлечения от 80 до 95%.

Авторы:	Доронин С.Ю., <a href="mailto:doroninsu@mail.ru">doroninsu@mail.ru</a>
Организация:	Саратовский государственный университет, кафедра аналитической химии и химической экологии
Город:	Саратов
Методы:	Жидкостная экстракция; Атомно-абсорбционный анализ
Объекты:	Координационные соединения ионов металлов с органическими лигандами

### **Другие методы разделения и концентрирования**

Выбраны оптимальные условия (температура, пористая структура и конфигурация массообменного слоя в хроматомембранной ячейке, направление потоков водной пробы и газа-экстрагента через нее) хроматомембранной газовой экстракции летучих органических соединений из водных растворов в сочетании с газоадсорбционным концентрированием аналитов. Схема анализа основана на сочетании указанных методов и двухступенчатой термодесорбции.

Авторы:	Родинков О.В. <a href="mailto:o.rodinkov@spbu.ru">o.rodinkov@spbu.ru</a> ; Москвин Л.Н. <a href="mailto:l.moskvin@spbu.ru">l.moskvin@spbu.ru</a>
Организация:	Санкт-Петербургский государственный университет, химический факультет, кафедра аналитической химии
Город:	Санкт-Петербург
Методы:	Другие методы разделения и концентрирования
Объекты:	Органические соединения

Методом МС-МАЛДИ установлен факт непосредственного взаимодействия нПАВ с солями щелочных и щелочноземельных металлов с образованием кальциевых и калиевых аддуктов. Обсуждены процессы комплексообразования оксиэтилированных нПАВ как макроциклических лигандов с ионами металлов, влияющие на процессы высаливания в водно-солевых растворах ПАВ при фазовом разделении.

Установлены концентрационные границы существования области двухфазного жидкого расслоения при 25°C для систем ( ОП-10) –вода –кислые и

средние соли (фосфаты, сульфаты). Получен лиотропный ряд анионов – высаливателей. Показана тенденция к увеличению высаливающей способности анионов в соответствии с увеличением отрицательных значений свободной энергии гидратации. К полученным экспериментальным результатам применены уравнения, позволяющие оптимизировать нахождение границ фазового расслоения в водных растворах нПАВ.

Исследовано влияние концентрации неорганических кислот и оснований, высаливателей на фазовое расслоение и физико-химические параметры мицеллярной фазы в системе (ОП-10) – вода – сульфат натрия (25°C). Установлено, что усиление кислотности приводит к гомогенизации системы; увеличение концентрации щелочи – к образованию непрозрачной фазы. Фазовое расслоение сохраняется при концентрации аммиака до 6,0 М. Устойчивость фазового расслоения зависит от концентрации соли.

Авторы:	Чернова Р.К. ( <a href="mailto:chernov-ia@yandex.ru">chernov-ia@yandex.ru</a> ), Амелин В.Г., Шестопалова Н.Б.
Организация:	Саратовский государственный университет, кафедра аналитической химии и химической экологии
Город:	Саратов
Методы:	Методы разделения и концентрирования.
Объекты:	Координационные соединения ионов металлов с органическими лигандами

### **Общие вопросы пробоподготовки**

Найдены условия твердофазной микроэкстракции летучих органических соединений образцов мочи для нецелевого профилирования методом газовой хромато-масс-спектрометрии (*нагрев при 50°C, 20 мин; сорбция на ПДМС 20 мин; десорбция в испарителе ГХ 4 мин*).

Авторы:	Карцова Л.А. <a href="mailto:kartsova@gmail.com">kartsova@gmail.com</a>
Организация:	Санкт-Петербургский государственный университет. Институт химии. Кафедра органической химии
Город:	Санкт-Петербург
Методы:	Общие вопросы пробоподготовки; Экстракция
Объекты:	Биологические и медицинские объекты

Предложен способ подготовки проб для определения алифатических и полициклических ароматических углеводородов в донных отложениях.

*Котова В. Е., Андреев Ю. А. Патент РФ на изобретение № 2646402, опубл. 5.03.2018.*

Авторы:	Черновьянц М. С. <a href="mailto:chernov@sfedu.ru">chernov@sfedu.ru</a> ; Колесникова Т. С.
Организация:	Южный Федеральный университет, кафедра аналитической химии; ФГБУ «Гидрохимический институт»
Город:	Ростов-на-Дону
Методы:	Общие вопросы пробоподготовки Хроматографические и родственные им методы; Общие вопросы хроматографии; Методы разделения и концентрирования (без хроматографических)
Объекты:	Твердые объекты (почвы, донные отложения)

Разработан способ разделения этиленгликоля (ЭГ) и солей щелочных металлов в водных растворах путем твердофазной экстракции на углеродных нанотрубках (УНТ) и методом диализа с отечественными мозаичными мембранами АК. Основой разделения ЭГ и солей щелочных металлов на углеродных нанотрубках являются гидрофобно-гидрофильные взаимодействия в системе ЭГ-вода-УНТ, вследствие которых УНТ эффективно сорбируют ЭГ и практически не сорбируют хлорид калия. Основой разделения ЭГ и солей щелочных металлов диализом с мозаичными мембранами является их высокая проницаемость для солей металлов и низкая проницаемость для ЭГ.

Авторы:	Бутырская Е.В., <a href="mailto:bev5105@yandex.ru">bev5105@yandex.ru</a>
Организация:	Воронежский государственный университет, кафедра аналитической химии
Город:	Воронеж
Методы:	Общие вопросы пробоподготовки

Разработана методика разделения гетероциклических аминокислот и минеральных солей методом электродиализа с инертными полимерными спейсерами. Изучено влияние плотности тока и концентрации компонентов исходного раствора на количественные характеристики разделения. Оценено

взаимное влияние неорганических ионов и аминокислот при транспорте через ионообменные мембраны под действием градиента электрического потенциала.

Авторы: Харина А.Ю.; Елисеева Т.В., [tatyanaeliseeva@yandex.ru](mailto:tatyanaeliseeva@yandex.ru)  
Организация: Воронежский государственный университет, кафедра аналитической химии  
Город: Воронеж  
Методы: Общие вопросы пробоподготовки

## Методы обнаружения и идентификации

### Неразрушающий метод контроля стандартных и мерных слитков золота.

Разработана методика неразрушающего вихретокового контроля слитков золота, включающая оценку химического состава слитка методом рентгенофлуоресцентного анализа, определение плотности металла методом гидростатического взвешивания и измерение электропроводности вихретоковым методом. Относительная погрешность измерения 1-3% электропроводности позволяет достаточно надежно отличить слитки аффинированного золота от слитков сплавов золота и слитков неблагородных металлов. Методика используется при проведении экспертизы мерных слитков золота.

Авторы: В.Е. Семочкин, И.М. Чейпеш, Л.П. Житенко, [prokurorvs@mail.ru](mailto:prokurorvs@mail.ru)  
Организация: Гохран России  
Город: Москва  
Методы: Методы обнаружения и идентификации  
Объекты: Благородные металлы

## СПОСОБЫ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ АНАЛИЗА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ. ОБЩИЕ ПОДХОДЫ К АНАЛИЗУ

Разработан, апробирован и запатентован новый способ экстракционно-хроматографического анализа сточных и сильно загрязненных природных вод.

Способ позволяет определять суммарное содержание опасных токсикантов - моноциклических аренов C<sub>6</sub>-C<sub>8</sub> - на уровне от 1 до 100 мг/л с погрешностью, не превышающей 15 % отн. Для повышения точности анализа в условиях неполного экстракционного извлечения аренов использованы заранее построенные одномерные градуировки, построенные с помощью водных растворов, содержащих углеводородные смеси разного качественного состава с известным суммарным содержанием аренов (имитаты исследуемых сточных вод). Так как экстракция аренов из реальных проб проводится по той же методике и в тех же условиях, что и экстракция аренов из имитатов, на результаты анализа сточных вод не влияют индивидуальный состав смеси аренов, общее содержание нефтепродуктов и минерализация анализируемой воды.

*Патент РФ 2669405 / Приоритет от 21.03.2017. Бюлл. № 29 (2018) / Усова С.В., Вершинин В.И. Мамонтова А.В.*

Авторы:	Вершинин В.И. vyvershinin@ yandex.ru; Усова С.В. usova@mail.ru
Организация:	Омский государственный университет, кафедра аналитической химии
Город:	Омск
Методы:	Способы осуществления анализа и обработки данных; Экстракция; Газовая хроматография
Объекты:	Природные, технологические воды

Совместно с региональными природоохранными организациями проведен комплексный анализ воды р. Иртыш по 15 нормируемым показателям состава. С помощью хемометрических алгоритмов обработаны результаты анализа 72 проб, регулярно отбиравшихся в течение трех лет в одной и той же точке и проанализированных по стандартным методикам. Значения удельного комбинаторного индекса загрязнения воды (УКИЗВ) вычисляли по РД 52.24. 643-2002. Результаты обработки полученных данных позволили выявить недостатки традиционного способа обобщения результатов многопараметрического гидрохимического анализа в виде УКИЗВ. Для экспрессной обобщенной оценки загрязненности природных вод предложен новый комбинаторный индекс, который учитывает число показателей, по которым результаты анализа превышают ПДК, и степень превышения ПДК. Вычислить индекс не составляет

труда даже при еженедельном отборе пробы. Новый индекс коррелирует с УКИЗВ, хорошо отражает сезонные изменения состава воды, но намного более чувствителен к кратковременным изменениям состава исследуемой воды (залповым выбросам единичных токсикантов, особенно нитратов и фенолов). Установлены численные значения нового индекса, соответствующие разным уровням загрязненности природной воды.

Авторы:	Власова И.В., <a href="mailto:vlaso-iri@yandex.ru">vlaso-iri@yandex.ru</a>
Организация:	Омский государственный университет, кафедра аналитической химии
Город:	Омск
Методы:	Способы осуществления анализа и обработки данных; Хемометрика, математизация химического анализа
Объекты:	Природные, технологические воды

### Анализ в потоке

Применение электрохимического сенсора на основе нанокompозита оксида графена, модифицированного ионной жидкостью, и хитозана в проточно-инжекционном определении противоопухолевых препаратов тиопурина.

Методом циклической вольтамперометрии исследована электрохимическая активность электродов из углеситала, покрытых полимерными пленками хитозана, содержащими оксид графена в ионной жидкости. Найдено, что нанокompозитная пленка с электрохимическим восстановлением *in situ* обладает улучшенной электрохимической активностью, большей интенсивностью аналитического сигнала и эффективностью переноса электронов. Получен аналитический отклик электрохимического сенсора на антиметаболические тиопурины - 6-тиогуанин, 6-меркаптопурин и азатиоприн, которые играют важную роль в медицинской химии и терапии рака. Найдены характеристики вольтамперометрических сигналов для всех исследованных соединений в нейтральной водной среде, обсуждена природа протекающих окислительно-восстановительных реакций. Разработанный датчик включен в амперометрическую систему проточно-инжекционного анализа для автоматического контроля за растворением противоопухолевых препаратов тиопурина.

Авторы:	Шпигун Л.К., <a href="mailto:shpigun@igic.ras.ru">shpigun@igic.ras.ru</a> ;
Организация:	Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН, лаборатория аналитической химии и методов разделения
Город:	Москва
Методы:	Анализ в потоке
Объекты:	Фармацевтические препараты

Эффективное обнаружение различных иммунно-активных веществ может быть обеспечено созданием методики по проточному концентрированию целевого продукта. Создан макет, позволяющий управлять магнитным сорбентом внутри рабочей проточной ячейки. Мощность переменного магнитного поля может быть задана в диапазоне 50-150 мТл, с частотой от 1 до 5000 Гц. Таким образом удаётся удерживать до 200 мг сорбента при скоростях прокачки реагентов до 5 мл/мин.. Эффективность удерживания магнитного сорбента подтверждена серией измерений на Lasertac 3000.

Авторы:	Петров Д.Г. <a href="mailto:Dimon88@mail.ru">Dimon88@mail.ru</a>
Организация:	Институт аналитического приборостроения РАН,
Город:	Санкт-Петербург
Методы:	Анализ в потоке. Сорбционные методы.

### Тест-методы и тест-средства анализа

Разработаны новые индикаторные трубки и пассивный химический индикатор для определения гидразинового ракетного горючего в воздухе. Индикаторная трубка для определения 1,1-диметилгидразина в воздухе представляет собой прозрачную трубку, заполненную порошкообразным диоксидом кремния (размер частиц 100÷500 мкм) с сорбированным на нем индикатором – тетрагидро-12-молибдосиликатом калия. Порошок диоксида кремния предварительно пропитывается водным раствором тетрагидро-12-молибдосиликата калия (ТГМС) и высушивается. Закрепление индикаторного порошка внутри стеклянной трубки осуществляется с помощью тонкого кварцевого волокна. Сопоставлены метрологические характеристики

предложенной индикаторной трубки и аттестованной индикаторной трубки (ЗАО НПФ "СЕРВЭК"): при пропускании 2,8 л воздуха с концентрацией ДМГ 4 мг/м<sup>3</sup>. Предлагаемая индикаторная трубка позволила определять 1,1-диметилгидразин на уровне ПДК без нагрева для проведения хромогенной реакции. При этом наблюдается более глубокий цветовой сдвиг тест-реакции и исключается ложноотрицательный результат при контакте с органическими аминами, аммиаком и щелочными средами.

Предложены экспресс-тесты для определения подлинности лекарств на основе индикаторной полосы РИБ-Диазо-Тест. Показано избирательное определение подлинности лекарственных веществ из групп антибиотиков, витаминов и нейротрансмиттеров: витамина В<sub>6</sub> (пиридоксина), В<sub>9</sub> (фолиевой кислоты), норадреналина, доксициклина и лево-допа. Индикаторная полоса РИБ-Диазо-Тест состоит из эпоксицирированной хроматографической бумаги, пропитанной 1%-ным раствором 1,5- бис(2-амино-5-нитрофенил)-1,5-диоксапентана в хлороформе с последующей обработкой 1%-ным водным раствором 4-толуолсульфокислоты. Определение подлинности лекарственного вещества проводят в присутствии иона металла, способного вступать в хромогенную реакцию комплексообразования с продуктом азосочетания реагента индикаторной полосы РИБ-Диазо-Тест и лекарственного вещества. Образующееся азосоединение избирательно вступает на следующей стадии в реакцию комплексообразования с металлом с образованием окрашенного комплекса, причем металл для каждого лекарственного вещества должен быть выбран индивидуально: В<sub>6</sub> – Cu<sup>2+</sup>, В<sub>9</sub> – Ni<sup>2+</sup>, норадреналин – Au(III), доксициклин – Fe<sup>3+</sup>, L-допа – Ag<sup>+</sup>.

Авторы:	Островская В.М., <a href="mailto:ostr@igic.ras.ru">ostr@igic.ras.ru</a> ; Иванов А.В. <a href="mailto:sandro-i@yandex.ru">sandro-i@yandex.ru</a>
Организация:	Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН, лаборатория аналитической химии и методов разделения
Город:	Москва
Методы:	Тест-методы и тест-средства анализа
Объекты:	Специальные объекты анализа (токсичные, радиоактивные, взрывчатые и легковоспламеняющиеся вещества и т.п.)



Предложены тест-средства (модифицированные гидроксиламином и NaOH нановолокна на основе полиакрилонитрила, а также мицеллярные фазы ПАВ, Тритона X-114) для последующего определения суммы тяжёлых металлов на уровне десятых и сотых долей ПДК методами колориметрии с применением цифровых технологий. Диапазон определяемых содержаний некоторых металлов и их суммы варьировал в интервале 40 – 1200 нг/л.

Авторы:	Доронин С.Ю.; <a href="mailto:doroninsu@mail.ru">doroninsu@mail.ru</a>
Организация:	Саратовский государственный университет, кафедра аналитической химии и химической экологии
Город:	Саратов
Методы:	Тест-методы и тест-средства анализа. Наноаналитика
Объекты:	Металлы

Предложена тест-система для определения биогенных аминов на основе флуоресцентных нановолокон ацетата целлюлозы, полученных методом электроформования (ЭФ) и содержащих пирилевым краситель, чувствительный к аминам. Оптимизированы условия получения нановолоконных тест-систем: природа и концентрация полимера, концентрация реагента и условия электроформования для достижения однородности нановолокон и стабильного отклика. Найдены оптимальные условия определения биогенных аминов (время реакции, влияние этанольной атмосферы на развитие окраски комплекса). Пределы обнаружения тирамина составили 9 мкМ с использованием материала со временем ЭФ 15 мин, 3 мкМ – со временем ЭФ 30 мин и 6 мкМ – со временем ЭФ 60 мин. Показана селективность тест-метода к первичным аминам. Разработанная тест-система использована для определения гистамина в креветках.

Авторы:	Русанова Т.Ю., <a href="mailto:tatyanarys@yandex.ru">tatyanarys@yandex.ru</a>
Организация:	Саратовский государственный университет, кафедра аналитической химии и химической экологии; ОНИ наноструктур и биосистем
Город:	Саратов
Методы:	Тест-методы и тест-средства анализа Наноаналитика
Объекты:	Органические соединения. Пищевые продукты

**Аннотация.** Представлено 9 аннотаций из 4х городов (Москва, Воронеж, Ижевск (новые), Махачкала (новые), из 4х классических (МГУ, ВГУ, УдГУ, ДГУ) и 1го инженерного (ВГУИТ) университетов, 1 малого предприятия, 7 научных групп (3 группы из Воронежа, 2 группы – из Москвы, 1 группа – из Ижевска, 1 группа из Махачкалы).

По итогам 2018 года и представленным отчетам констатируется: уменьшение числа научных групп на 36 %, направлений работ – на 66 %. Не представлены традиционно сильные группы из Санкт-Петербурга, Саратова, Липецка, Екатеринбурга.

Работы по представленным рефератам проводились по доминирующим направлениям:

- фундаментальные и поисковые исследования (4);
- прикладные, с широкой апробацией на реальных объектах (5).

Для систематизации полученных результатов все материалы разделены по типу сенсоров. Всего в отчетном году работы проводились в направлении развития и применения:

- **акустических** сенсоров (ПКР) (пьезокварцевые микровесы ОАВ-типа) с различными по природе покрытиями - твердотельные наноструктурированные, полимерные, полимерные с молекулярными отпечатками;

- **потенциометрических** с мембранами на основе диантипирилпропилметана (ДАППМ), планарные потенциометрические на основе перфтормембран (ЭАС; ПД-сенсоров (аналитический сигнал – потенциал Доннана);

- **амперометрических** – новых каталитически-активных анодов для электроокисления органических аналитов, с использованием электродов, модифицированных благородными (платина, рутений, палладий) и переходными (медь, никель) металлами на подложке из углерода, титана.

- **спектральных** твердоконтактных сенсоров на основе кремний-титанового ксерогеля, модифицированного эриохромцианином R; композитов

"полимер-металл" на основе поливинилового спирта и частиц металлов Cu, Ag, Co, Fe или магнетита Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>.

*Фундаментальные* исследования проводились для решения задач синтеза и оптимизации состава мембран и поверхностно-активных слоев сенсоров с различной индикацией (электрохимической, оптической).

*Прикладные* исследования проведены применительно к анализу пищевых продуктов (напитки, липидные системы, щавель, шпинат, петрушка, имбирь и черный перец), биопроб, топлив, природных и сточных вод.

Показана перспективность применения разработанных сенсоров для определения:

***Газовые сенсоры:***

- для определения паров бензола, толуола и *o*-ксилола (оптические сенсоры);

Регистрация газового отпечатка биопробы массивом чувствительных пьезосенсоров для:

– **ранжирования проб на категории «условно здоровые», «инфекция/воспаление», «ремиссия»** для пациентов гинекологического профиля с селективностью – 100 %, минимальной погрешностью ранжирования, временем анализа – 3 минуты, пробоподготовка – отсутствует, диагностика в режиме «на месте» и с задержкой принятия решения не более 5 минут;

- оценки массовой доли индивидуальных масел в смеси при их комбинировании, позволяют различить классические масла пищевой промышленности (сливочное, какао-масло) и их заменители (пальмовое, кокосовое масло) – по продуктам гидролиза;

- экспрессной (не более 30 мин) оценке качества топлив на примере бензина марки А-92 по содержанию в них фактических смол без сложной пробоподготовки;

- **надежного прогноза содержания в сточных и природных водах кобальта, кадмия, ванадия, фосфатов и жиров;**

- детектирования глюкозы, слизи, белка при патологическом содержании, наличия бактерий в моче.

***Жидкостные сенсоры для определения:***

- оксалат-ионов на уровне 35-900 мг/л (оптическая тест-система);
- этанола, пропанола (модельные системы) (ВАМ-сенсоры);
- ионов свинца и ртути (модельные растворы) (потенциометрические сенсоры);
- нейтральных аминокислот (глицина, аланина, лейцина, валина, фенилаланина, метионина, треонина и глутамина) (ПД-сенсоры);
- **синтетических красителей** E102, E110, E122, E123, E124, E127, E131, E132, E133, E142 модифицированными пьезоэлектрическими сенсорами в безалкогольных напитках. Предел обнаружения для E102 составляет 0,07 мг/дм<sup>3</sup>, для E110 – 0,09 мг/дм<sup>3</sup>, для E122 – 0,22 мг/дм<sup>3</sup>, для E123 – 1,4 мг/дм<sup>3</sup>, для E124 – 0,022 мг/дм<sup>3</sup>, для E127 – 1,0 мг/дм<sup>3</sup>, для E131 – 0,4 мг/дм<sup>3</sup>, для E132 – 1,3 мг/дм<sup>3</sup>, для E133 – 1,2 мг/дм<sup>3</sup> и сахарозы с пределом обнаружения  $1 \cdot 10^{-6}$  моль/л (пьезоэлектрические сенсоры на основе полимеров с молекулярными отпечатками (ПМО)).

Из представленных результатов за 2018 год 4 (в 2 раза больше прошлого года) получены при финансовой поддержке грантов РФФИ-регион, Инновации России «УМНИК».

Опубликованные работы: не указано.

Указаны в рефератах публикации в журналах Sensors, J Analyt Chem. (группа Моросановой Е.И.), Журнале аналитической химии (группа Кучменко Т.А.)

*\* выделены результаты, представляющие интерес и прошедшие апробацию на большой выборке.*

*Количество представленных рефератов мало, мало представительно и составило 47 % от рефератов предыдущего года. Уменьшение числа публикаций может отражать:*

- *фокусирование и представление отчетов либо на объектах исследования, либо на развитии основ методов анализа, а не инструментов решения задач анализа;*
- *окончанием работ по тематике.*
- *падением интереса научных групп к химическим сенсорам;*
- *сокращением научных коллективов и их численности;*

- не полное представление результатов работ в бюро НСАХ.

В связи с этим возможно обсудить вопрос об устранении направления «Химические сенсоры» и слияния его с другими более представительными группами (по методам, объектам исследования и т.п.).

Т.А. Кучменко

Из-за малочисленности рефератов возможно их представление в Приложении к отчету в оригинальной редакции.

---

Изучена сорбция трифенилметановых красителей (эриохромцианина R (ЭХЦ), хромазуrola S, пирокатехинового фиолетового) на кремний-титановых ксерогелях и комплексообразование этих реагентов с титаном (IV) в матрице ксерогелей. Для определения оксалат-ионов в пищевых продуктах выбран сенсорный материал - кремний-титановый ксерогель, модифицированный ЭХЦ, - характеризующийся наименьшей константой реакции комплексообразования, что обеспечивает наиболее быстрое и чувствительное определение оксалат-ионов в результате конкурирующего комплексообразования. Сенсорный материал позволяет определять 35-900 мг/л оксалат-ионов. Методика использована для определения оксалат-ионов в щавеле, шпинате, петрушке, имбире и черном перце; результаты определения хорошо согласуются с данными ВЭЖХ.

*Maria A. Morosanova, Zahar V. Samodelov, Elena I. Morosanova. Determination of food oxalates using silica-titania xerogel modified with eriochrome cyanine R // Sensors. 2018. V.18. P. 864. (DOI: 10.3390/s18030864)*

*E. I. Morosanova. Silica-Titania Sol-Gel Materials: Synthesis and Analytical Applications // J Analyt Chem. 2018. V. 73. P.1043-1052. (DOI: 10.1134/S1061934818110072)*

Авторы:	Моросанова Елена Игоревна emorosanova@gmail.com
Организация:	МГУ им. М.В. Ломоносова, кафедра аналитической химии
Город:	Москва
Методы:	Химические сенсоры
Объекты:	Пищевые продукты

**Химически-модифицированные электроды для вольтамперометрического определения органических соединений.** С целью разработки новых каталитически-активных анодов для электроокисления органических аналитов, а также усовершенствования анодов спиртовых топливных элементов, проведены вольтамперометрические исследования с использованием электродов, модифицированных благородными (платина, рутений, палладий) и переходными (медь, никель) металлами. Установлено влияние способов нанесения металлов на электрод (электроосаждение, химическое восстановление, лазерная обработка), природы подложки (углерод, титан), состава фонового электролита на эффективность электроокисления спиртов (этанол, пропанол), выявлены оптимальные условия протекания электрокаталитического процесса.

Авторы:	Кропачева Т.Н., krop@udsu.ru
Организация:	Удмуртский государственный университет, кафедра фундаментальной и прикладной химии
Город:	Ижевск
Методы:	Химические сенсоры
Объекты:	Органические соединения

Показана возможность использования диантипирилпропилметана (ДАППМ) в качестве электродноактивного компонента мембраны ртутьселективного электрода (Hg-CЭ). В целях выяснения механизма функционирования мембраны изучены равновесия в системе «мембрана - раствор» в зависимости от кислотности среды и количества ионофора. ДАППМ при pH 0-1,5 находится в катионной форме, а ионы ртути в 0,1 М HCl - в виде трихлормеркуриат-иона. Образованный в этих условиях ионный ассоциат HДАППМ<sup>+</sup> [HgCl<sub>3</sub>]<sup>-</sup> наиболее стабилен при pH 1 и pCl 1, и мембрана откликается только на трихлормеркурат-ионы. Оптимизирован состав мембраны, на основе которого создан Hg-CЭ (в % масс.): ПВХ — 32,32; о-нитрофенилоктиловый эфир — 64,63; ДАППМ — 3,05 (концентрация ДАППМ — 100 ммоль/л). Установлены следующие электрохимические характеристики Hg-CЭ: линейный диапазон —  $1 \cdot 10^{-4}$  -  $1 \cdot 10^{-2}$  моль/л, крутизна электродной функции — 50 мВ/дек., рабочий диапазон pH 0 - 1,5, время отклика — 15-20 с, предел обнаружения —  $6,3 \cdot 10^{-5}$  моль/л. Способом бионных потенциалов определены потенциометрические

коэффициенты селективности Hg-CЭ относительно некоторых анионов и катионов. Предлагаемый электрод использован в качестве детектора в проточно-инжекционном определении ртути в сточной воде и креме «Achromin». Найдены оптимальные условия работы проточно-инжекционной системы, которые обеспечивают стабильность базовой линии, а также максимальные чувствительность и производительность анализа. Правильность результатов определения ртути подтверждена методом «введено - найдено».

Рассмотрена возможность апробации ионоселективного электрода на основе диантипирилпропилметана для определения свинца. Оптимизацию состава мембраны ионоселективного электрода осуществлена за счет изменения массовых соотношений компонентов мембраны. Наилучшие результаты получены с добавкой NaТФБ по массе 1,35%. В соответствии с полученными данными экспериментальной крутизны выбрана мембрана состава (масс., %): ПВХ (32,62), о-НФОЭ (65,25), ДАППМ (1,35), NaТФБ (0,78). Интервал линейности электрода с оптимизированным составом мембраны наблюдали в пределах концентрации  $10^{-6}$ – $10^{-1}$  М, с откликом 10 с. Тангенс угла наклона электродной функции Pb-CЭ составляет  $27,4 \pm 0,5$  мВ/рС. Изучено влияние кислотности среды на отклик Pb-CЭ. В интервале рН 3-5 потенциал Pb-CЭ для составов остается стабильным с дрейфом не более 2 мВ. Для данного электрода коэффициенты селективности определены методом бионных потенциалов по отношению к некоторым d-элементам, а также щелочным и щелочноземельным металлам. Установлено значительное влияние на отклик мембраны ионов цинка, кадмия, ртути и меди, что требует применения различных маскирующих реагентов при потенциометрическом анализе в присутствии данных ионов. Для повышения селективности мембраны к ионам свинца, в анализируемый раствор вводили 0,1 М NH<sub>4</sub>SCN для связывания ионов Cu (II), Zn (II), Hg (II) и Cd (II) в более прочные аммиачные комплексы. Предлагаемый электрод выгодно отличается интервалом определяемых концентраций (М) –  $10^{-6}$  –  $10^{-1}$ ; высокой селективностью, а также повышается устойчивость мембраны за счет высокой липофильности относительно диантипирилметана.

Авторы: Татаева С.Д. [anchemist@yandex.ru](mailto:anchemist@yandex.ru); Рамазанов А.Ш. [a\\_ramazanov@mail.ru](mailto:a_ramazanov@mail.ru); Магомедов К. Э. [m\\_kurban@mail.ru](mailto:m_kurban@mail.ru); Зейналов Р.З. [actron@yandex.ru](mailto:actron@yandex.ru)

Организация:	Дагестанский государственный университет, кафедра аналитической и фармацевтической химии
Город:	Махачкала
Методы:	Химические сенсоры. Анализ в потоке
Объекты:	Неорганические соединения; Сточные воды, Фармацевтические препараты

Разработана и апробирована на базе медучреждения методика экспрессной оценки запаха мазков цервикальной слизи с применением массива интеллектуальных сенсоров с наноструктурированными сорбентами (методология «электронный нос») для ранжирования проб на категории «условно здоровые», «инфекция/воспаление», «ремиссия». Селективность – 100 %, погрешность ранжирования (20 проверочных проб) стремится к нулю (одна проба неуверенного ранга). Время анализа – 3 минуты, пробоподготовка – отсутствует, диагностика в режиме «на месте» и с задержкой принятия решения не более 5 минут; установлены простые расчетные параметры «электронного носа», позволяющие выделить потенциально измененные пробы и возможность ранжирования по степени критичности отклонения от нормы с возможностью их программирования для независимого принятия решения в ПО прибора; десорбция в режиме контакта с окружающей средой (ячейка открыта); время самопроизвольного восстановления сенсоров до 1 минуты.

Работа частично выполнялась при поддержке гранта УМНИК-2017

Авторы:	Кучменко Т.А., <a href="mailto:tak1907@mail.ru">tak1907@mail.ru</a> ; Босикова Ю.Н., Доровская Е.С.
Организация:	Воронежский государственный университет инженерных технологий, кафедра физической и аналитической химии
Город:	Воронеж
Методы:	Химические сенсоры; Сорбция
Объекты:	Биологические и медицинские объекты

Оценена корреляция между расчетными параметрами массива сенсоров и показателями общего анализа мочи для детей при различных воспалительных процессах. Установлена статистически значимая и достоверная взаимосвязь ( $r_a > 0.5$ ) между параметрами особенности геометрии «визуального отпечатка» ( $m_{ijn}, \alpha_{ijn}$ )



и наличием глюкозы и слизи, параметрами эффективности сорбции ( $A_{ij}$ ) и патологическим содержанием белка, наличием бактерий в моче.

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> Кучменко Д.А., <a href="mailto:darinotchka_08@mail.ru">darinotchka_08@mail.ru</a>
Организация:	Воронежский государственный университет инженерных технологий, кафедра физической и аналитической химии. Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко, факультет послевузовского образования
Город:	Воронеж
Методы:	Химические сенсоры; Сорбция
Объекты:	Биологические и медицинские объекты

Разработана и успешно апробирована методика по экспрессной оценке запаха сточных вод с применением «электронного носа» на 7-ми наноструктурированных сенсорах. По результатам анализа и обработки данных методом корректировки размахом с расчетом ошибки предсказания возможен надежный прогноз содержания в сточных и природных водах кобальта, кадмия, ванадия, фосфатов и жиров. Наименьшая погрешность прогнозирования для содержания ванадия, менее 2 %. Для остальных стандартных показателей ошибка прогнозирования при использовании многомерной регрессионной модели находится в пределах 15-25 %.

Работа частично выполнялась при поддержке гранта УМНИК-2017

Авторы:	Кучменко Т.А., <a href="mailto:tak1907@mail.ru">tak1907@mail.ru</a> ; Босикова Ю.Н., Милованов С.В., Шуба А.А.
Организация:	Воронежский государственный университет инженерных технологий, кафедра физической и аналитической химии
Город:	Воронеж
Методы:	Химические сенсоры; Хемометрика, математизация химического анализа; Сорбция
Объекты:	Неорганические соединения, Органические соединения; Природные и сточные воды

Разработана и апробирована методика по экспрессной (не более 30 мин) оценке качества топлив на примере бензина марки А-92 по содержанию в них

фактических смол без сложной пробоподготовки и с простым оборудованием с применением масс-чувствительных микровесов.

Работа выполнялась при поддержке гранта УМНИК-2016

Авторы:	Кучменко Т.А., <a href="mailto:tak1907@mail.ru">tak1907@mail.ru</a> ; Порядина Д.А. <a href="mailto:sibilda1@yandex.ru">sibilda1@yandex.ru</a> ; Грибоедова И.А. <a href="mailto:i.griboedowa@yandex.ru">i.griboedowa@yandex.ru</a>
Организация:	Воронежский государственный университет инженерных технологий, кафедра физической и аналитической химии. Военная академия ракетных войск стратегического назначения им. Петра Великого
Город:	Воронеж, Серпухов
Методы:	Химические сенсоры; Тест-методы и тест-средства анализа
Объекты:	Природный газ, нефть и нефтепродукты

Изучены закономерности окисления и ферментативного гидролиза пищевых липидных композитов. Сформирован массив модифицированных сенсоров и выбраны условия, позволяющие определять природу масел с помощью пьезокварцевого микровзвешивания равновесной газовой фазы, отобранной над образцами после проведения гидролиза масла или окисления продуктов ферментативного расщепления. Установлена зависимость между видом масла и результатами алкалометрического титрования превращенного субстрата.

Разработаны три методики, позволяющие различить классические масла пищевой промышленности (сливочное, какао-масло) и их заменители (пальмовое, кокосовое масло) – по продуктам гидролиза, проведенного при температуре  $20 \pm 2$ , катализируемого панкреатической липазой 20000, а также основанный на окислении продуктов ферментативного расщепления липидов надсерной кислотой при температуре  $90 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Рассмотрена возможность использования предложенных методик для оценки массовой доли индивидуальных масел в смеси при их комбинировании.

Авторы:	Никулина А.В., <a href="mailto:nik_a_68@mail.ru">nik_a_68@mail.ru</a> ; Кучменко Т.А., <a href="mailto:tak1907@mail.ru">tak1907@mail.ru</a>
Организация:	Воронежский государственный университет инженерных технологий, кафедра физической и аналитической химии.
Город:	Воронеж
Методы:	Химические сенсоры
Объекты:	Пищевые продукты и корма

Предложены рекомендации по выбору состава и условий обработки перфтормембран для определения нейтральных аминокислот (глицина, аланина, лейцина, валина, фенилаланина, метионина, треонина и глутамина) в зависимости от их ионной формы, размера и гидрофильности. Выявлено, что чувствительность ПД-сенсоров к катионам и цвиттерионам аминокислот при  $\text{pH} < 7$  зависит от ионной проводимости мембран, содержащих оксиды с протонодорными и протоноакцепторными свойствами. Тогда как изменение чувствительности ПД-сенсоров к анионам и цвиттерионам аминокислот при  $\text{pH} > 7$  в результате модификации и термообработки мембран коррелирует с изменением их диффузионной проницаемости.

Установлено влияние концентрации, кислотно-основных и гидрофобных свойств поверхности наночастиц диоксидов кремния и циркония, присутствующих в порах перфтормембран, на аналитические характеристики перекрёстно чувствительных ПД-сенсоров в зависимости от ионной формы, размера и гидрофильности боковой цепи нейтральных аминокислот (глицина, аланина, лейцина, валина, фенилаланина, метионина, треонина и глутамина).

Результаты получены совместно с Лабораторией ионики функциональных материалов ИОНХ РАН (зав. лабораторией – д.х.н., проф., член.-корр. РАН Ярославцев А.Б.)

Авторы:	Бобрешова О.В. <a href="mailto:bobreshova@chem.vsu.ru">bobreshova@chem.vsu.ru</a> ; Паршина А.В., <a href="mailto:parshina_ann@mail.ru">parshina_ann@mail.ru</a>
Организация:	Воронежский государственный университет, кафедра аналитической химии.
Город:	Воронеж
Методы:	Химические сенсоры; Наноаналитика
Объекты:	Органические соединения

Разработан способ определения синтетических красителей E102, E110, E122, E123, E124, E127, E131, E132, E133, E142 модифицированными пьезоэлектрическими сенсорами в безалкогольных напитках. Предел обнаружения для E102 составляет  $0,07 \text{ мг/дм}^3$ , для E110 –  $0,09 \text{ мг/дм}^3$ , для E122 –  $0,22 \text{ мг/дм}^3$ , для

E123 – 1,4 мг/дм<sup>3</sup>, для E124 – 0,022 мг/дм<sup>3</sup>, для E127 – 1,0 мг/дм<sup>3</sup>, для E131 – 0,4 мг/дм<sup>3</sup>, для E132 – 1,3 мг/дм<sup>3</sup>, для E133 – 1,2 мг/дм<sup>3</sup>.

Разработаны пьезоэлектрические сенсоры на основе полимеров с молекулярными отпечатками (ПМО) сахарозы для определения ее в мёде. Предел обнаружения сахарозы составил  $1 \cdot 10^{-6}$  моль/л, диапазон определяемых концентраций  $1 \cdot 10^{-5}$  – 0,1 моль/л. Проведено сравнение результатов определения сахарозы полученных ПМО – сенсором и ВЭЖХ – МС. Установлено, что разность определений не превышает 2%.

Предложен теоретический подход для выбора условий получения на основе полиимида полимеров с молекулярными отпечатками карбоновых кислот квантово-химическим моделированием. Разработаны пьезоэлектрические ПМО-сенсоры и апробированы при анализе производственных растворов: бражного дистиллята, эспурата, кубовых жидкостей разгонной и ректификационной колонн

Авторы:	Зяблов А.Н., <a href="mailto:alex-n-z@yandex.ru">alex-n-z@yandex.ru</a>
Организация:	Воронежский государственный университет, кафедра аналитической химии.
Город:	Воронеж
Методы:	Химические сенсоры
Объекты:	Органические соединения

Исследовано воздействие паров бензола, толуола и *o*-ксилола на оптические свойства сенсорной матрицы на основе фотонного кристалла и ее составляющих методом спектроскопии диффузного отражения в видимой области спектра. Рассмотрено влияние материала подложки фотонной сборки на параметры запрещенной зоны. Показана возможность визуального обнаружения паров насыщенных неполярных органических растворителей сенсором на основе фотонного кристалла. Предложен механизм возникновения аналитического отклика сенсора.

Предложены способы синтеза композитов "полимер-металл" на основе поливинилового спирта и частиц металлов Cu, Ag, Co, Fe или магнетита Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, включающие стадию химического или термического восстановления, либо химического осаждения. Изучено влияние условий синтеза на размеры частиц

металлов или оксидов и на регулярность их распределения в объеме полимера. Синтезированные в различных условиях образцы композитов охарактеризованы неdestructивными методами рентгенофлуоресцентного и рентгенофазового анализа. Методом рентгенофазового анализа обнаружено, что при термическом восстановлении Cu, Co и Fe в композите присутствует значительное количество их оксидов. Найдены оптимальные условия синтеза композита "поливиниловый спирт-магнетит".

Авторы:	Иванов А.В., sandro-i@yandex.ru
Организация:	Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Химический факультет, кафедра аналитической химии, лаборатория хроматографии
Город:	Москва
Методы:	Химические сенсоры; Спектроскопия диффузного отражения; Рентгеновские методы
Объекты:	Органические соединения

## Наноаналитика

**Аннотация.** Количество представленных отчетов по сравнению с прошлым годом сократилось почти в 2 раза. Возможно отчеты, посвященные нанообъектам и нанотехнологиям, присутствуют в других разделах общего отчета. Качество отчетов, однако высокое, например большая работа была проведена на кафедре аналитической химии МГУ (Дмитриенко С.Г., Апяри В.В.) по применению треугольных серебряных и сферических золотых нанопластинок для определения серосодержащих соединений в растворе и на поверхности пенополиуретана. Интересная работа выполнена на той же кафедре (Карякин А.А.) по сравнению каталитической активности наночастиц берлинской лазури и пероксидазы хрена: наночастицы оказались в 200 раз активнее. Сообщение группы из ГЕОХИ РАН интересное, но процентов на 90 повторяет данные прошлого года. Продолжаются работы по применению для концентрирования магнитных наночастиц, однако данные представила только группа из Саратова (СГУ), но нет результатов из ГЕОХИ РАН и Екатеринбурга, хотя известно, что там прошли защиты двух диссертаций на эту тему.

Продолжено изучение аналитических характеристик наноаналитических систем на основе наночастиц серебра и золота различной морфологии. Проведена оценка возможностей и сфер целесообразного использования этих систем для определения биоактивных веществ. Разработаны способы спектрофотометрического определения цистеамина, цистеина, 3-меркаптопропионовой кислоты и 2-меркаптоэтанола с использованием треугольных нанопластинок серебра. Во всех случаях в качестве аналитического сигнала использовали величину уменьшения оптической плотности треугольных нанопластинок серебра в максимуме полосы поглощения. Максимальный аналитический сигнал наблюдается при рН 5.0 через 2.5 мин после добавления 3-меркаптопропионовой кислоты и через 15 мин после добавления цистеамина, цистеина и 2-меркаптоэтанола. Пределы обнаружения тиосоединений в выбранных условиях увеличиваются в ряду цистеамин < 2-меркаптоэтанол < цистеин < 3-меркаптопропионовая кислота и составляют 2, 3, 6 и 9 нг/мл соответственно. Способ определения цистеина применен для анализа лекарственного препарата «Перфалган», пивных дрожжей и биологически активной добавки к пище «NAC Complex».

Изучены возможности применения нанокompозитного материала на основе треугольных нанопластинок серебра и пенополиуретана в качестве твердофазного аналитического реагента для определения органических пероксидов, тиосоединений, катехоламинов и их метаболитов (гомованилиновой и ванилилминдальной кислот) с использованием спектроскопии диффузного отражения. Наблюдаемые спектральные изменения при контакте нанокompозита с водными растворами соединений перечисленных выше типов могут быть положены в основу способов их определения на уровне  $\sim 10^{-7} - 10^{-8}$  моль/л.

Предложен новый подход к получению нанокompозита на основе пенополиуретана и сферических наночастиц золота. Нанокompозит получали борогидридным методом, при этом борогидрид натрия предварительно сорбировали на пенополиуретане в выбранных условиях с последующим внесением модифицированного полимера в раствор золотохлористоводородной

кислоты. Установлено, что присутствие ряда аминов и тиосоединений в растворе оказывает существенное влияние на процесс формирования наночастиц на поверхности полимера, уменьшая полосу поверхностного плазмонного резонанса при 540 нм. В частности, наиболее отчетливые эффекты наблюдаются для цистеина, ацетилцистеина, меркаптопропионовой кислоты, неомицина, цистеамина, цетиламина,  $\alpha$ - и  $\beta$ -нафтиламинов. Это позволяет рассматривать синтезированный нанокompозит в качестве перспективной аналитической формы для их определений методом спектроскопии диффузного отражения.

Авторы:	Дмитриенко С.Г., Апяри В.В. <a href="mailto:dmitrienko@analyt.chem.msu.ru">dmitrienko@analyt.chem.msu.ru</a>
Организация:	МГУ им. М.В. Ломоносова, Химический факультет, кафедра аналитической химии, лаборатория концентрирования
Город	Москва
Метод	Наноаналитика; Спектроскопия диффузного отражения
Объекты	Фармацевтические препараты, Пищевые продукты

Для имитации фермента пероксидазы синтезированы наночастицы берлинской лазури, обладающие присущей природному ферменту селективностью и до 200 раз превосходящие его по каталитической активности. Каталитическая константа синтезированных наночастиц пропорциональна их объему: так, для частиц с  $d=80$  нм  $k_{кат} = 1.2 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$ . По сравнению с известными неорганическими наночастицами-катализаторами восстановления  $\text{H}_2\text{O}_2$ , наночастицы БЛ сохраняют активность в физиологических рН и не обладают активностью в реакции восстановления кислорода. Частицы стабильны при хранении в виде суспензии около года и сохраняют активность после высушивания. Простота выделения, возможность контроля размера получаемых частиц и их функционализации на стадии синтеза, масштабируемость методики синтеза, стабильность при хранении и низкая себестоимость препарата наночастиц свидетельствуют о перспективности применения «искусственной пероксидазы» на основе берлинской лазури в аналитической химии и для задач биотехнологии.

Авторы:	Карякин А.А., <a href="mailto:aak@analyt.chem.msu.ru">aak@analyt.chem.msu.ru</a>
Организация:	МГУ им. М.В. Ломоносова, Химический факультет, кафедра аналитической химии, лаборатория электрохимических методов анализа

Город	Москва
Метод	Наноаналитика
Объекты	Органические соединения

Синтезированы магнитные наночастицы магнетита (МНЧ), функционализированные индивидуальными молекулами хитозана и молекулами хитозана, сшитыми глутаровым альдегидом в полимерную сетку. Методом просвечивающей микроскопии показано, что размер исходных МНЧ равен 8-10 нм, а модифицированных  $15 \pm 3$  нм, которые агрегированы. Установлено, что способ иммобилизации влияет как на размер, так и  $\zeta$ -потенциал МНЧ, а также на устойчивость наночастиц во времени и сорбционные свойства МНЧ по отношению к сорбируемым и концентрируемым пищевым азокрасителям. Показано, что с течением времени размер агрегатов уменьшается с 400 до 90 нм, а  $\zeta$ -потенциал увеличивается с +30 до +50 мВ. Изучено влияние на размер наночастиц магнетита и его дзета-потенциал концентрации раствора хитозана, времени и кислотности среды, выявлены оптимальные условия сорбции азокрасителей, обеспечивающих степень извлечения на уровне 95-98%. Показаны преимущества функционализации наночастиц магнетита хитозаном, сшитым глутаровым альдегидом, состоящие в улучшении качества и стабильности их покрытия и более высоком значении  $\zeta$ -потенциала.

На примере двух пищевых азокрасителей E110 и E124 предложена технология их сорбции и концентрирования на наночастицах магнетита, модифицированных катионами цетилтриметиламмония. Изучено влияние pH раствора, времени перемешивания, массы сорбента и концентрации азокрасителей на их сорбцию, найдены оптимальные условия их извлечения. Установлено, что оптимальным для сорбции является pH 5. Найдены условия количественного (95–99%) извлечения указанных красителей.

Авторы	Штыков С.Н. shtykovsn@mail.ru
Организация	Саратовский государственный университет, кафедра аналитической химии и химической экологии
Город	Саратов
Метод	Наноаналитика;



### **Наноиониты (НИО), получение, свойства, применение в хроматографическом разделении и анализе.**

Разработка и совершенствование способов получения и выделения наноионитов, получение новых материалов и препаратов на их основе: высокоэффективных ионообменников и разделяющих колонок, ионообменных мембран, медицинских препаратов.

Получены новые, гидрозолы наноразмерных ионообменников (наноионитов, НИО) трех типов: НИК КУ-2, НИА АВ-17. После выделения нужной фракции золи НИО подвергали обработке на ионообменных колоннах с целью удаления сопутствующего электролита. Осуществлены динамические процессы ионного обмена с участием НИО: очистка и перевод гидрозолей в соответствующие стандартные состояния; твердофазный ионный обмен для насыщения частиц гидрозолей комплексообразующими лигандами или лекарственными веществами. В лаборатории сорбционных методов *впервые показано экспериментально*, что процесс твердофазного ионного обмена возможен. Продолжены исследования ионных, ионообменных, адсорбционных и оптических свойств НИО. Проведены систематические исследования по изучению подвижности, формы и других характеристик НИО на основании определения электропроводности гидрозолей. Найдено, что в процессе коагуляции при смешении эквивалентных количеств гидрозолей НИК и НИА образуются осадки в виде дендримеров, имеющие как катионообменную, так и анионообменную емкости, составляющие примерно 25% от исходных величин. Это свойство позволит создавать плотные макропористые материалы с функциями амфолитов. Образец НИА был испытан в соответствии с нашими рекомендациями коллегами из СПбГУ (группа проф. Л.А.Карцовой) в качестве модификатора фонового электролита в методе капиллярного электрофореза. Было показано, что использование НИА многократно улучшает показатели метода при анализе как неорганических анионов, так и органических кислот. Эти результаты представлены в совместной публикации в журнале *Talanta* за 2018 год. Традиционное применение НИО в качестве модификаторов неподвижной фазы в хроматографии привело к созданию нового варианта метода

одновременного определения анионов и катионов в рамках ионной хроматографии с химическим подавлением электропроводности. Разработанный вариант может быть применен в любом серийно выпускаемом ионном хроматографе в варианте анионной хроматографии без ущерба для его основной функции, что позволяет существенно сократить расходы на оборудование, сэкономить время, вещества и образцы.

Авторы	Долгонос А.М., Хамизов Р.Х. amdolgo@mail.ru
Организация	Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, лаборатория сорбционных методов
Город	Москва
Метод	Наноаналитика
Объекты	

## Микрочипы. Микрофлюидика

**Микрофлюидные устройства для извлечения и концентрирования нуклеиновых кислот и белков из биологической пробы.** Цель работы: разработка и апробация высокоэффективных средств пробоподготовки биологических образцов на основе микрофлюидных технологий и методов физико-химического воздействия для молекулярно-генетического, иммунного и масс-спектрометрического анализов.

Продемонстрирована возможность извлечения и концентрирования нуклеиновых кислот из биологической пробы в микрофлюидном чипе (МФЧ) в автоматическом режиме на примере обнаружения фрагмента кДНК гена GAPDH с последующей регистрацией методом полимеразной цепной реакции в реальном времени (ПЦР-РВ). Полученные результаты хорошо согласуются с результатами выделения кДНК по традиционной методике.

Осуществлено эффективное выделение белков из биологической пробы путем их связывания с матрицей чувствительных элементов, расположенных в проточной ячейке МФЧ (на примере реакции связывания флуоресцентно меченого стрептавидина с биотинилированным иммуноглобулином, ковалентно пришитым к поверхности). Теоретически показано и экспериментально подтверждено, что в

проточном режиме за счет конвективных потоков можно существенно повысить эффективность выделения определяемого компонента.

Полученные результаты позволили разработать варианты топологий МФЧ, обеспечивающие более высокую эффективность извлечения нуклеиновых кислот и белков из пробы.

Авторы:	Евстрапов А.А., <a href="mailto:An_evs@mail.ru">An_evs@mail.ru</a>
Организация:	Институт аналитического приборостроения РАН
Город:	Санкт-Петербург
Методы:	Микрочипы. Микрофлюидика. Другие методы разделения и концентрирования
Объекты	Биологические и медицинские объекты

### Локальный анализ

Разработана методика анализа материалов, используемых в порошковых 3D-принтерах, по морфологическим параметрам цифровых изображений, позволяющая анализировать качество рабочей смеси порошка для предсказания брака до печати. В работе изучены порошки для 3D-принтеров на основе полиамида-12. Для анализа применяли порошки двух типов: не участвовавший в печати (первичный) и прошедший через принтер, но не использованный для построения 3D-модели (вторичный). Цифровые изображения полимерных образцов получены в проходящем свете с использованием оптического микроскопа CarlZeissJena ERGAVAL (DDR), снабжённого цифровой окулярной камерой MYscore300 M фирмы Webbers. Оптическое увеличение – 100×, среда – воздух, формат изображений – JPG (16 bit). Получены две серии по 10 микрофотографий для первичного и вторичного порошка первого цикла смешивания. Результаты с набором морфологических параметров сохранялись в формате Excel. Из серии микрофотографий получена выборка параметров для 911 частиц первичного и 311 частиц вторичного порошка.

Статистическая обработка результатов осуществлена в среде табличного процессора Excel 2013 с установленной надстройкой “Анализ данных”. Проверка гипотезы о нормальности и корреляционный анализ выполнены в среде пакета

Statistica 10. Несимметричный вид кривых по выбранным параметрам потребовал исследования типа их распределения расчётом значения критерия  $\chi^2$ . Выбраны следующие морфологические параметры: площадь и периметр проекции зерна порошка, диаметр Ферета, равный максимальному габаритному размеру частицы. Сравнение качества изделия и рассчитанного коэффициента корреляции между морфологическими параметрами первичного и вторичного порошка (оптимально - площади проекции частиц) позволяет эмпирически определить граничное значение этого коэффициента, ниже которого вероятность брака неприемлема. Для исследуемых порошков это значение составляет примерно 0,1. Таким образом, коэффициент корреляции между выборками морфологических параметров может служить аналитическим критерием качества порошковой смеси для 3D-печати, а предлагаемая методика может быть рекомендована в качестве экспресс-контроля качества такой смеси. Анализ занимает примерно 30 минут.

Авторы:	Мокшина Н.Я., Хрипушин В.В. <a href="mailto:moksnad@mail.ru">moksnad@mail.ru</a>
Организация:	Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», кафедра физики и химии
Город:	Воронеж
Методы:	Локальный анализ
Объекты:	Полимеры

### Хеометрика, математизация химического анализа

Предложен новый метод сглаживания спектральных данных, основанный на применении регрессионного алгоритма проекций на латентные структуры (ПЛС). Продемонстрирована эффективность нового подхода на различных реальных спектрах, полученных методами рентгеновской флуоресцентной спектроскопии, Мессбауэровской спектроскопии. ПЛС-фильтрация превосходит целый ряд других способов сглаживания по точности восстановления спектральных профилей. Статья по материалам работы опубликована в журнале *Analytical Chemistry* 2018, 90, 5959–5964

Обобщены и проанализированы методы хеометрического моделирования, применяемые в рентгеновской флуоресцентной спектроскопии. Подробно описаны

способы кластеризации, классификации и регрессионного анализа, применяемые в РФА. Показаны преимущества хемометрической обработки таких данных. Статья по материалам работы опубликована в журнале *Analytica Chimica Acta* 1040 (2018) 19-32

Авторы:	Кирсанов Д.О.,; d.kirsanov@gmail.com
Организация:	Санкт-Петербургский государственный университет, Институт химии, лаборатория прикладной хемометрики
Город:	Санкт-Петербург
Методы:	Хемометрика, математизация химического анализа

Методом ЯМР спектроскопии изучены состав и свойства препаратов гепарина. Рассмотрены подходы к установлению важнейших качественных показателей (биологическое происхождение и фирма-производитель) гепарина на основе многомерного моделирования ЯМР спектрометрического профиля образца. Для повышения эффективности анализа проведено хемометрическое моделирование 2D ЯМР спектров (DOSY, HSQC, HMBC и др.) методами исследовательского анализа (МГК) и дискриминантного анализа (LDA, FDA, PLS-DA). Впервые построены многомерные регрессионные модели (метод проекции на латентные структуры) для определения средней молекулярной массы гепарина. Метод количественного ЯМР анализа применен для определения воды, катионов кальция и натрия, а также хлорид- и ацетат- анионов в препаратах гепарина.

Для определения всех характеристик необходимо пять последовательных ЯМР измерений ( $^1\text{H}$ ,  $^2\text{D}$ ,  $^{35}\text{Cl}$ ,  $^{23}\text{Na}$  и 2D DOSY) и одна пробоподготовка. Продолжительность анализа, включая измерение и обработку сигналов, составляет не более 20 минут для одного образца. Предлагаемый подход носит универсальный характер, и может быть перенесен на анализ других лекарственных препаратов.

Авторы:	Монахова Ю.Б. yul-monakhova@mail.ru
Организация:	Саратовский государственный университет, Институт химии, кафедра общей и неорганической химии
Город:	Саратов
Методы:	Хемометрика, математизация химического анализа
Объекты:	Фармацевтические препараты

Спектроскопия ядерного магнитного резонанса (ЯМР) широко применяется в области метаболомики вследствие хорошей воспроизводимости генерируемых данных. Однако одной из основных проблем в рутинном ЯМР анализе остается получение ценной информации из больших наборов данных автоматическим способом. Нами предложен подход для автоматической идентификации и количественного определения 12 фосфолипидов в лецитине растительного происхождения (соя, подсолнечник, рапс) и масле криля. Программы написаны в среде MATLAB для количественной оценки фосфатидилхолина (ПК), фосфатидилинозитола (PI), лизофосфатидилхолин (LPC), фосфатидилсерин (PS), фосфатидилэтаноламин (PE), дифосфатидилглицерин или кардиолипин (DPG), фосфатидилглицерин (PG) и лизо-фосфатидилэтаноламин (LPE) в лецитине и ПК, PC-эфир, LPC, PE, N-ацилфосфатидилэтаноламин (APE) и LPE в матрице криля. Программы включают импорт ЯМР спектров, идентификацию локальных минимумов и максимумов, интегрирование, количественный анализ и создание отчета в формате Word. Были исследованы более 1000 образцов лецитина и криля, и результаты показали что с помощью автоматической процедуры можно точно вычислять концентрации всех фосфолипидов. Не обнаружено никаких систематических или пропорциональных различий между автоматизированной и ручной оценкой концентраций. Продолжительность одного анализа составляет менее 5 с.

Авторы:	Монахова Ю.Б. yul-monakhova@mail.ru
Организация:	Саратовский государственный университет, Институт химии, кафедра общей и неорганической химии
Город:	Саратов
Методы:	Хемометрика, математизация химического анализа
Объекты:	Фармацевтические препараты

Проведено разделение аналитических сигналов аргинина и лизина методом ПЛС при их титриметрическом определении в смешанных растворах. Исследованы 24 бинарные смеси лизин – аргинин. Размерность матрицы титриметрических данных 24x2682. Проведена полная перекрестная проверка. Точность градуировки охарактеризована величиной RMSEC и коэффициентом корреляции R<sup>2</sup>. Метод

рекомендован для отдельного определения лизина и аргинина в их смешанных растворах

Авторы:	Чернова Р.К. ( <a href="mailto:chernov-ia@yandex.ru">chernov-ia@yandex.ru</a> ), Монахова Ю.Б., Варыгина О.В.
Организация:	Саратовский государственный университет, Институт химии, кафедра общей и неорганической химии
Город:	Саратов
Методы:	Хемометрика, математизация химического анализа
Объекты:	Пищевые продукты

Разработано программное обеспечение для работы с прибором «электронный нос» «Web-приложение для системы искусственного обоняния». Аналогов в России нет. Главные достоинства разработки: возможность накопления большого объема данных со многих устройств; соблюдение конфиденциальности к доступу данных; современная визуализация интегрального многопараметрического отклика «электронного носа» с возможностью его обработки. Данное программное обеспечение позволяет производить расчет показателей «электронного носа» независимо от порядка их расположения и реализация универсального расчета количественных характеристик «визуального отпечатка». Позволяет существенно повысить информативность и независимость от оператора регистрируемых сенсорами данных, расширить возможности «электронного носа» на пьезовесах в анализе.

Авторы:	Кучменко Т.А., <a href="mailto:tak1907@mail.ru">tak1907@mail.ru</a> ; Новаков А. Е
Организация:	Воронежский государственный университет инженерных технологий, кафедра физической и аналитической химии
Город:	Воронеж
Методы:	Хемометрика, математизация химического анализа. Химические сенсоры
Объекты:	Фармацевтические препараты

На примере 144 образцов красных сухих вин сортов Каберне и Мерло, изготовленных на территории основных винодельческих предприятий географических зон Краснодарского края рассмотрена возможность определения региональной и сортовой идентичности красных вин. Концентрация микро- и макроэлементов в винах определялась методом атомно-эмиссионной

спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. Хемометрические исследования проводились в среде пакета Statistica с использованием дискриминантного анализа и дерева классификации. Адекватные математические модели были предложены для вин, чтобы идентифицировать сорт винограда и регион, где он растет. Был разработан программный продукт, который автоматизирует необходимые вычисления.

Авторы:	Темердашев З.А., <a href="mailto:temza@kubsu.ru">temza@kubsu.ru</a>
Организация:	Кубанский государственный университет, кафедра аналитической химии
Город:	Краснодар
Методы:	Хемометрика, математизация химического анализа; Атомно-эмиссионная спектрометрия с ИСП
Объекты:	Пищевые продукты и корма

Показана возможность использования данных ВЭЖХ-УФ-хроматограмм для классификации образцов растворимого кофе по их происхождению. На основе полученных данных о соотношении площадей некоторых характеристических пиков, на примере растворимого кофе Арабика, создан «визуальный образ» исследуемого продукта, позволяющий выявить образцы растворимого кофе с истекшим сроком годности. Исследованы взаимосвязи между выбранными веществами-маркерами суммарными показателями, характеризующими качество растворимого кофе. Установлены (при уровне статистической значимости  $p=0.05$ ) положительные корреляции между величиной ЖВС и содержанием 5-О-КХК ( $r_{\text{расч}}=0.71$ ;  $r_{\text{табл}}=0.48$ ;  $n=17$ ), величиной ЖВС и содержанием 3-О-КХК ( $r_{\text{расч}}=0.72$ ;  $r_{\text{табл}}=0.48$ ;  $n=17$ ), индексом обжарки и содержанием НК ( $r_{\text{расч}}=0.72$ ;  $r_{\text{табл}}=0.58$ ;  $n=12$ ), индексом обжарки и содержанием КТ ( $r_{\text{расч}}=0.73$ ;  $r_{\text{табл}}=0.50$ ;  $n=16$ ), а также отрицательные корреляции между индексом обжарки и содержанием КХК ( $r_{\text{расч}}=0.81$ ;  $r_{\text{табл}}=0.53$ ;  $n=14$ ), содержаниями КХК и КТ ( $r_{\text{расч}}=0.78$ ;  $r_{\text{табл}}=0.40$ ;  $n=24$ ). Методом множественной линейной регрессии установлена связь между индексом обжарки кофе и содержаниями катехола, кофеилхинных и никотиновой кислот.

Авторы:	Цюпко Т.Г., <a href="mailto:tsytko@inbox.ru">tsytko@inbox.ru</a>
Организация:	Кубанский государственный университет, кафедра



Город:	аналитической химии Краснодар
Методы:	Хемометрика, математизация химического анализа
Объекты:	Пищевые продукты и корма

## Метрология и стандартизация анализа

В 2018 г. во ВНИИМ им. Д.И.Менделеева завершена разработка стенда для проведения испытаний и калибровок автоматических измерительных систем для контроля промышленных выбросов в условиях, моделирующих параметры реальных газовых сред промышленных выбросов. Стенд аттестован в качестве Государственного вторичного эталона единиц молярной доли в диапазоне значений от 1,2 млн<sup>-1</sup> до 500000 млн<sup>-1</sup> и массовой концентрации в диапазоне значений от 2 мг/м<sup>3</sup> до 10000 мг/м<sup>3</sup> газовых компонентов в промышленных выбросах.

Авторы:	Конопелько Л.А., <a href="mailto:fhi@b10.vniim.ru">fhi@b10.vniim.ru</a>
Организация:	Всероссийский НИИ метрологии (ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»)
Город:	Санкт-Петербург
Методы:	Метрология и стандартизация анализа. Общие вопросы пробоподготовки. Методы колебательной спектromетрии; Хромато-масс-спектрометрия; Газовая хроматография

Разработан алгоритм определение массовой доли основного компонента в чистых органических веществах – эфирах орто-фталевой кислоты (далее - фталаты) с использованием косвенного метода измерений – метода массового баланса (далее - МБ), основанного на концепции «100 % минус сумма примесей». Специфика данного подхода предполагает определение всех вероятных примесных компонентов, и в общем случае измерению подлежат четыре обязательные группы примесей: 1) родственные соединения; 2) летучие органические соединения – ЛОС (остаточные органические растворители); 3) нелетучие примеси; 4) вода. Работа выполнена в рамках государственной программы по разработке

сертифицированных референтных материалов в виде высокочистых веществ для воспроизведения и передачи единиц величин и формированию базы данных чистых органических веществ, прослеживаемых к Государственному первичному эталону органических соединений ГЭТ 208.

Разработана и аттестована референтная методика определения (проект) массовой доли шести приоритетных фталатов *Диметилфталата, Диэтилфталата, Ди(н-бутил)фталата, Ди(2-этилгексил)фталата, Бензилбутилфталата, Ди(н-октил)фталата* в полимерных материалах методом газовой хроматографии - масс-спектрометрии с изотопным разбавлением.

Разработан новый тип стандартного образца (СО) массовой доли *Диоксинов* в животном жире, обеспеченный метрологической прослеживаемостью (JRC-IRMM, Бельгия). Испытания и утверждение СО состава массовой доли диоксинов в животном жире в качестве СО утвержденного типа и внесение информации о нем в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений (ФИФОЕИ) запланировано на 2019 год. После этого данный СО будет коммерчески доступен для российских и зарубежных пользователей

Авторы:	Крылов А.И. <a href="mailto:akrylov@b10.vniim.ru">akrylov@b10.vniim.ru</a> , Михеева А.Ю., Будко А.Г., Ткаченко И.Ю.
Организация:	Всероссийский НИИ метрологии (ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»)
Город:	Санкт-Петербург
Методы:	Метрология и стандартизация анализа. Высокоэффективная жидкостная (в том числе ионная) хроматография. Хромато-масс-спектрометрия. Кулонометрия; Общие вопросы пробоподготовки
Объекты:	Чистые органические вещества

Разработан новый тип стандартного образца (СО) массовой доли Холестерина в лиофилизированной сыворотке крови человека, обеспеченный метрологической прослеживаемостью к Государственному первичному эталону органических соединений ГЭТ 208 (ВНИИМ, Россия). Разработанный СО предназначен для аттестации, валидации и верификации методик измерений и контроля качества результатов измерений Холестерина в образцах сыворотки крови человека. Испытания и утверждение СО состава массовой доли диоксинов в животном жире в качестве СО утвержденного типа и внесение информации о нем в

Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений (ФИФОЕИ) запланировано на 2019 год. После этого данный СО будет коммерчески доступен для российских и зарубежных пользователей.

Авторы:	Крылов А.И. <a href="mailto:akrylov@b10.vniim.ru">akrylov@b10.vniim.ru</a> , Михеева А.Ю., Бердичевский Г.М. Ткаченко И.Ю.
Организация:	Всероссийский НИИ метрологии (ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»)
Город:	Санкт-Петербург
Методы:	Метрология и стандартизация анализа. Хромато-масс-спектрометрия. Общие вопросы пробоподготовки
Объекты:	Чистые органические вещества

Разработана и аттестована методика определения *Ag, Al, As, Ba, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Sc, Se, Sn, Sr, Te, Ti, V, Zn, W, P, SiO<sub>2</sub>* в пробах руд, горных пород, продуктов их переработки методом атомно-эмиссионной спектроскопии с микроволновой плазмой на спектрометре 4200 MP-AES. Для подготовки проб к аналитическим измерениям предложены различные варианты кислотного разложения: разложения смесью 4-х кислот (конц. HCl, HNO<sub>3</sub>, HF, HClO<sub>4</sub>) - для большинства элементов, кислотное разложение смесью 4-х кислот после прокаливании - для Ag, кислотное разложение смесью 4-х кислот с последующим сплавлением с персульфатом калия - для Al, а также сплавление - для V, Mo, Ba, Sn, Ti, W, SiO<sub>2</sub>. Диапазон измерений массовой доли элементов - от 0,00010 % до 70 %, относительная расширенная неопределенность – от 2 % до 41 %. Методика опробована на образцах полиметаллической руды (ОСО № 748-16), медно-цинкового концентрата (ОСО № 257-92), вольфрамово-оловянной руды (ОСО № 194-90) и золото-серебряной руды (ОСО № 686-14).

Авторы:	Крылов А.И. <a href="mailto:akrylov@b10.vniim.ru">akrylov@b10.vniim.ru</a> , Максакова И.Б. Безручко М.М., Рыжов С.Б.
Организация:	Всероссийский НИИ метрологии (ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»)
Город:	Санкт-Петербург
Методы:	Метрология и стандартизация анализа. Атомно-эмиссионный анализ; Общие вопросы пробоподготовки
Объекты:	Минеральное сырье

Разработана и аттестована методика определения *амида муравьиной кислоты* в технологических водных средах методом ионной хроматографии. Диапазон измерений массовой концентрации формамида (по формиат-ионам) - от 0,050 мг/дм<sup>3</sup> до 5,0 мг/дм<sup>3</sup>, относительная расширенная неопределенность для диапазона от 0,050 до 0,50 мг/дм<sup>3</sup> - 30 %, св 0,5 мг/дм<sup>3</sup> – 20 %.

Авторы:	Крылов А.И. <a href="mailto:akrylov@b10.vniim.ru">akrylov@b10.vniim.ru</a> , Беляков М.В., Смирнов В.В
Организация:	Всероссийский НИИ метрологии (ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»)
Город:	Санкт-Петербург
Методы:	Метрология и стандартизация анализа. Высокоэффективная жидкостная (в том числе ионная) хроматография. Хромато-масс-спектрометрия. Кулонометрия. Элементный анализ органических соединений
Объекты:	Элементоорганические соединения

Выполнена аттестация чистых органических взрывчатых веществ (ВВ) *Тринитротолуола, Гексогена, Октогена, ТЭНа* методом массового баланса «100 % минус сумма примесей». Разработанные СО ВВ обладают метрологической прослеживаемостью к Государственному первичному эталону органических соединений ГЭТ 208 (ВНИИМ, Россия), что гарантирует признание результатов измерений на международном уровне в соответствии с СИРМ МРА.

Авторы:	Крылов А.И. <a href="mailto:akrylov@b10.vniim.ru">akrylov@b10.vniim.ru</a> , Михеева А.Ю., Будко А.Г.
Организация:	Всероссийский НИИ метрологии (ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»)
Город:	Санкт-Петербург
Методы:	Метрология и стандартизация анализа, Хромато-масс-спектрометрия. Общие вопросы пробоподготовки
Объекты:	Органические соединения

**Метрологическое обеспечение количественного химического анализа.** Созданы нативные образцы для контроля качества почв на различных матрицах (супесчаной, суглинистой, лесной). Метрологически аттестованы образцы-имитаторы состава воды природной на различные показатели качества (содержание сульфат-, хлорид-, нитрат-, гидрокарбонат-ионов, ионов кальция, магния, величины

общей жесткости и т.д.), предложена методика для определения марганца в почвах с применением различных окисляющих реагентов.

Авторы:	Трубачева Л.В., <a href="mailto:trub12@mail.ru">trub12@mail.ru</a>
Организация:	Удмуртский государственный университет, кафедра фундаментальной и прикладной химии
Город:	Ижевск
Методы:	Метрология. Стандартизация анализа.
Объекты:	Природные, технологические и питьевые воды; Твердые объекты (почвы, донные отложения и др.)

Рассмотрены закономерности генерирования стандартных газовых смесей летучих органических соединений на основе хроматомембранной газовой экстракции этих соединений из потока водного раствора с заданной концентрацией в поток газа-экстрагента. Показано, что хроматомембранная газовая экстракция позволяет генерировать насыщенные водяным паром стандартные газовые смеси с заданными концентрациями летучих органических веществ на уровне ppm. Получение подобных газовых смесей актуально для метрологического обеспечения анализа влажного атмосферного воздуха и воздуха, выдыхаемого человеком, с целью неинвазивной диагностики.

Авторы:	Родинков О.В., <a href="mailto:o.rodinkov@spbu.ru">o.rodinkov@spbu.ru</a>
Организация:	Санкт-Петербургский государственный университет, химический факультет. кафедра аналитической химии
Город:	Санкт-Петербург
Методы:	Метрология. Стандартизация анализа.
Объекты:	Атмосферный воздух; Биологические объекты

Разработана и представлена на НТК Росстандарта, рекомендована к утверждению: «Первичная референтная методика измерений массовой доли жира в пищевых продуктах и продовольственном сырье».

Разработана и представлена на НТК Росстандарта, рекомендована к утверждению: «Первичная референтная методика измерений массовой доли золы в пищевых продуктах и продовольственном сырье».

Авторы:	Медведевских М.Ю., <a href="mailto:lab241@uniim.ru">lab241@uniim.ru</a>
---------	---

Организация:	Уральский НИИ метрологии, лаборатория метрологии, влагометрии и стандартных образцов
Город:	Екатеринбург
Методы:	Метрология. Стандартизация анализа.
Объекты:	Пищевые продукты

## ОБЩИЕ ВОПРОСЫ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ

### История и методология аналитической химии. Терминология

В журнале «Лаборатория и производство» (№№ 2 и 3, 2018) коллективом соавторов опубликовано эссе «Российская хроматография. Научные школы Санкт-Петербурга».

Авторы:	Зенкевич И.Г.; <a href="mailto:izenkevich@yandex.ru">izenkevich@yandex.ru</a>
Организация:	Санкт-Петербургский государственный университет; кафедра аналитической химии; кафедра аналитической химии; лаборатория газовой хроматографии; лаборатория ионометрии
Город:	Санкт-Петербург
Методы:	История и методология аналитической химии. Терминология

Издано межвузовское учебное пособие для магистрантов и аспирантов по дисциплине «Аналитическая химия – дополнительные главы», часть 1. Объем - 20 печ. листов. Книга включает главы по применению в анализе компьютеров и хемометрических алгоритмов, рентгеновских и ферментативных методов. Рассмотрены новые варианты электрохимических и спектроскопических методов анализа, применение биосенсоров и др. Подготовлена к печати вторая часть межвузовского учебного пособия (15 печ. листов) по дисциплине «Аналитическая химия – дополнительные главы» для магистрантов и аспирантов. Вторая часть пособия включает главы по новым вариантам ГЖХ и ВЭЖХ, капиллярному электрофорезу, масс-спектрометрии, групповому анализу органических объектов

сложного состава без их разделения. Подробно рассмотрено применение химического анализа в медицине. Редактор-составитель – В.И.Вершинин.

Авторы:	Вершинин В.И., vyvershinin@ yandex.ru
Организация:	Омский государственный университет, кафедра АХ при участии МГУ, БашГУ, СПбГУ, Уральского ФУ, Казанского (Приволжского) ФУ) и Самарского ГТУ
Город:	Омск
Методы:	История и методология аналитической химии. Терминология

*Возможности современной квантовой химии (в том числе для развития аналитической химии).* Сделан краткий обзор возможностей современной квантовой химии для изучения разнообразных химических объектов, процессов и явлений.

Квантовохимическое рассмотрение химических проблем – не только применение мощных современных методов исследования. Это новая идеология химии, её современный язык, вывод химии на качественно иной, истинно научный, то есть предсказательный, уровень. Квантовая химия в значительной степени определяет прогресс всей химии как науки.

Использование методов квантовой химии в сочетании с физическими, химическими, биологическими методами исследования – ключ к получению принципиально важной информации о реакционной способности, механизмах химических реакций, аналитических свойствах реагентов, биологической активности веществ, к установлению прогностических количественных соотношений структура – свойство.

Теоретическое, в том числе квантовохимическое, моделирование химических соединений с виртуальным тестированием их разнообразных свойств, исследование реакционной способности веществ, механизмов реакций в связи с электронным строением молекул делает химию наукой предсказательной, то есть определяет её современный уровень и тенденции развития.

При этом общая (с множеством тонкостей при конкретном рассмотрении) методология исследований независимо от характера объектов (неорганических, органических, элементоорганических, координационных, высокомолекулярных соединений, в том числе биополимеров, а также молекулярных комплексов, эксиплексов, эксимеров, сверхвозбуждённых ридберговских молекул с размером

до 1000 Å, ионных и молекулярных кристаллов, кластеров (супермолекул), надмолекулярных, супрамолекулярных, поверхностных структур, адсорбционных, каталитических систем, приэлектродных слоёв и др.), от особенностей строения (заряд и спиновая мультиплетность молекулярной системы, основные и возбуждённые электронные, колебательные, вращательные и другие уровни), от типов взаимодействия в молекулах или между ними (электростатическое, ван-дер-ваальсово, «гость - хозяин», гидрофобное, химическое), от характера химической связи (ионная, ковалентная – образующаяся по обменному, донорно-акцепторному или дативному механизму, водородная, галогенная, агостическая, металлическая; банановая, многоцентровая, интерстициальная; двух- и трёхмерная делокализация электронов; ароматичность и родственные явления, в том числе антиароматичность, квазиароматичность, или неклассическая ароматичность, гетероароматичность, гомоароматичность, Y-ароматичность, спироароматичность, бициклоароматичность и бициклоантиароматичность, внутривещная, или радиальная, ароматичность, крестовидная ароматичность, металлоароматичность, трёхмерная, *in plane*, сферическая ароматичность,  $\sigma$ -ароматичность и  $\sigma$ -антиароматичность, сверхароматичность (суперароматичность), индуцированная ароматичность, другие виды ароматичности, включая даже нециклическую ароматичность), от агрегатного состояния, от типа сольватации (универсальная, специфическая) отражает единство химии (и квантовой химии) как науки.

Обоснованы необходимость проникновения теоретических представлений, расчётных методов и подходов квантовой химии в другие области науки, важность сотрудничества между специалистами различных профилей.

Даны ссылки на избранные литературные источники по зелёной химии

Авторы:	Панкратов А.Н. ( <a href="mailto:PankratovAN@info.sgu.ru">PankratovAN@info.sgu.ru</a> )
Организация:	Саратовский государственный университет, кафедра аналитической химии и химической экологии
Город:	Саратов
Методы:	История и методология аналитической химии. Хемометрика, математизация химического анализа



Оценены аналитические возможности спектрального комплекса "Гранд-Поток" с комбинированной гибридной сборкой 12 линеек фотодетекторов БЛПП-369М1 и одной линейкой БЛПП-2000 для одновременной сцинтилляционной и интегральной регистрации спектров при введении в плазму дугового разряда по способу вдувания-просыпки порошков 16 стандартных образцов разнообразного состава. Показано, что для снижения систематических погрешностей в результатах определения золота и серебра необходимы увеличение спектрального разрешения спектрометра и поиск способов учета влияния матричного и гранулометрического составов проб.

Авторы:	Шабанова Е.В. <a href="mailto:shev@igc.irk.ru">shev@igc.irk.ru</a> ; Васильева И.Е. <a href="mailto:vasira@igc.irk.ru">vasira@igc.irk.ru</a>
Организация:	Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, группа атомно-эмиссионных методов анализа и стандартных образцов; Институт автоматизации и электрометрии СО РАН
Город:	Иркутск, Новосибирск
Методы:	Аналитические приборы; Атомно-эмиссионный анализ Общие вопросы спектроскопических методов анализа
Объекты:	Минеральное сырье. Благородные металлы

## НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

### Всероссийские и международные мероприятия, 2018 г.

- **24 – 26 апреля. Москва, КВЦ «Сокольники»:** 16-я Международная выставка «АналитикаЭкспо 2018»: С участием НСАХ РАН организованы семинары:

24 апреля: Современные методы определения концентрации газов

( Председатель – Крылов А.И.)

24 апреля: Хромато-масс-спектрометрия - ключ к решению

актуальных задач современной науки (Председатель – Буряк А.К.)

25 апреля: Российское аналитическое приборостроение: приборы на

ближайшую перспективу (Председатель – Цизин Г.И.)

25 апреля: Конференция «Анализ пищевых продуктов»

(Председатель – Кучменко Т.А.)

- **7 октября – 13 октября 2018 г., Краснодар:** V Всероссийский симпозиум «Разделение и концентрирование в аналитической химии и радиохимии» Организаторы – Министерство образования РФ, НСАХ РАН, Межведомственный совет по радиохимии РАН и Минатома РФ, ГЕОХИ РАН, МГУ им. М.В. Ломоносова, Кубанский государственный университет. <http://analytconf.ru>

- **9 октября 2018 г., Краснодар:** 42-я Годичная сессия НСАХ РАН

*Мероприятия, в организации которых члены совета принимали участие*

- **26 февраля – 02 марта, Ленинградская область, Зеленогорск - 11th Winter Symposium on Chemometrics** (Комиссия по хемометрике)

- **09 – 13 апреля, Москва, пансионат «Клязьма: 27-е Ежегодное собрание Ассоциации «Аналитика»:**

- **08 - 13 мая, Нижний Новгород:** XVI Всероссийская конференция и IX школа молодых учёных «Высокочистые вещества и материалы. Получение, анализ, применение». Конференция была посвящена 100-летию академика Г.Г. Девярых: (В работе конференции приняло участие более 160 специалистов. Число молодых участников Школы (до 33 лет) было 43 человека. Представлены обсуждены 142

доклада (из них 9 пленарных лекций, 82 устных доклада, в т.ч. 16 молодыми учеными), 58 стендовых презентаций ) от 26 научно-исследовательских организаций Москвы, Санкт-Петербурга, Екатеринбурга, Новосибирска, Красноярска, Владимира, Нижнего Новгорода, Перми, Саратова, Минска и др.)

- **15 – 18 апреля, Блед, Словения:** Международная конференция «**Petromass 2019**»: (Комиссия по масс-спектрометрии)

- **14 – 16 августа, Новосибирск, Академгородок:** XVI Международный симпозиум «**Применение анализаторов МАЭС в промышленности**»

#### **42-я Годичная сессия совета**

42-я Годичная сессия совета состоялась 9 октября 2018 г. в рамках V Всероссийского симпозиума «Разделение и концентрирование в аналитической химии и радиохимии» (7 – 13 октября 2018 г., Краснодар). Программа заседания включила вступительное слово председателя совета академика Ю.А. Золотова (печатается отдельно), доклад д.ф.-м.н. М.А. Большова «Достижения российских аналитиков в 2017 г.», сообщение ученого секретаря к.х.н. И.Н. Киселевой о научно-организационной деятельности совета в 2017-2018 гг. и планах на 2019 и 2020 гг., вручение премий совета за 2017 г. и выступление начальника управления программ и проектов Российского научного фонда А.Н. Блинова.

М.А. Большов, используя материалы научного отчета совета, рассказал о наиболее интересных работах, выполненных в области аналитической химии в 2017 г. И.Н. Киселева перечислила конференции, проведенные комиссиями совета в 2017 – 2018 гг.<sup>1</sup> и рассказала о мероприятиях, проведение которых намечено на 2019 и 2020 гг. В **2019 г.** совет примет участие в 17-ой Международной выставке «**АналитикаЭкспо'2019**» (Москва, МВЦ «КрокусЭкспо, 23 – 26 апреля), организует 11-ю Всероссийскую конференцию по анализу объектов окружающей среды «**Экоаналитика-2019**» (Пермь, 27 мая – 01 июня), в рамках которой 29 мая состоится 43-я Годичная сессия совета. Объявлены сроки проведения **21-го Менделеевского съезда** (9 – 13 сентября, Санкт-Петербург), на котором будет работать секция по аналитической химии. С 23 по 27 сентября в Краснодаре будет

---

<sup>1</sup> Материал опубликован в ЖАХ. 2018. №9. С. 722-723.

проведена **3-я Всероссийская конференция по аналитической спектроскопии**, а в октябре в Москве пройдет 9-я Всероссийская конференция с международным участием «**Масс-спектрометрия и ее прикладные проблемы**». В конце мая 2020 г. на базе Казанского (Приволжского) ФУ планируется проведение 10-ой Всероссийской конференции по электрохимическим методам анализа «**ЭМА-2020**». Поступило предложение о проведении в Краснодаре 4-ой Всероссийской конференции «**Аналитическая хроматография и капиллярный электрофорез**».

На заседании состоялось вручение премий совета за 2017 г. д.ф.-м.н. Лидии Николаевне Галль (Институт аналитического приборостроения РАН, Санкт-Петербург), награжденной в номинации «За существенный вклад в развитие аналитической химии» за выдающиеся заслуги в разработке масс-спектрометрических методов и приборов, и молодежной премии к.х.н. Кристине Степановне Вах и к.х.н. Ирине Игоревне Тимофеевой за развитие микроэкстракционных методов разделения и концентрирования, их автоматизацию с использованием методов проточного анализа и применение в анализе пищевых продуктов и биологических жидкостей (Санкт-Петербургский государственный университет, кафедра аналитической химии). Л.Н. Галль рассказала о созданном ею и соратниками новом методе элементно- изотопного анализа (ЭРИАД ЭИ), его достоинствах, отличиях от ИСП и возможностях дальнейшего развития. С горечью говорила об отсутствии государственной финансовой поддержки одного из самых перспективных масс-спектрометрических методов, созданных в России. И.И. Тимофеева и К.С. Вах рассказали о разрабатываемых ими разных способах микроэкстракции: капельной, дисперсионной и гомогенной жидкостной, их автоматизации на принципах проточных методов анализа и использовании в анализе реальных объектов.

Большой интерес вызвал доклад Андрея Николаевича Блинова – одного из руководителей Российского научного фонда. РНФ поддерживает научные исследования отдельных научных групп, лабораторий, комплексные научные программы, приоритетные темы грантами от 4 до 750 млн руб. сроком на 3 – 7 лет. РНФ приветствует заявки молодых исследователей на индивидуальные гранты. В 2014 – 2018 гг. на реализацию проектов в области химии и наук о материалах РНФ выплачено более 11 млрд. руб. В этих проектах участвовало более 4 тысяч человек,

70% из них – ученые в возрасте до 39 лет. Участники грантов РФФИ за эти годы опубликовали более 9 тысяч статей, из которых 59,8% проиндексированы в WoS или SCOPUS. Решение о присуждении грантов принимается экспертными советами из числа российских и зарубежных ученых общей численностью около 5 тысяч человек, из них около 17% - эксперты в области химии и наук о материалах. А.Н. Блинов призвал присутствующих активно участвовать в конкурсах РФФИ

**Вступительное слово  
председателя Научного совета РАН по аналитической химии  
академика Ю.А. Золотова  
на 42-ой годичной сессии совета 09 октября 2018 г.**

Ушедший в историю 2017 год обогатил аналитическую химию немалыми научными достижениями российских аналитиков. Вот несколько примеров.

Созданы новые аналитические микроустройства на основе принципов «капельной» микрофлюидики. Они обеспечивают молекулярную диагностику с применением амплификации нуклеиновых кислот, при этом можно обнаружить одну молекулу целевой нуклеиновой кислоты. Метод и устройства имеют высокий потенциал в качестве альтернативы ПЦР, в том числе для диагностики на месте события. В режиме экспресс-диагностики результат молекулярной диагностики может быть получен в течение 10–20 мин. Это работы Института аналитического приборостроения РАН, выполненная под руководством А.А. Евстапова.

Предложен новый метод идентификации веществ по «отпечаткам пальцев», названный «флуоресцентным языком». Он основан на изменении интенсивности флуоресценции смеси флуорофоров разной природы. В качестве флуорофоров использованы квантовые точки и органические флуоресцентные красители. Флуорофор закрепляется на наночастицах кремнезема, за счет этого усиливается влияние аналитов на интенсивность флуоресценции. В качестве модельных анализировали смеси антибиотиков разных классов, сульфаниламидов и др. Показана возможность распознать четыре вещества. (кафедра аналитической химии МГУ, М.К. Беклемишев).

Определены условия достижения сверхнизкого предела обнаружения тринитротолуола в воздухе (на уровне  $10^{-16}$  г/см<sup>3</sup>). Эта чувствительность на два

порядка лучше мирового уровня. Полученный результат дает возможность существенно сократить время контроля объектов на наличие взрывчатых веществ, в частности в автоматических камерах хранения багажа. Двести граммов тринитротолуола в спортивной сумке можно обнаружить через 5 минут (ИНГГ СО РАН, В.М. Грузнов).

Хотелось бы сказать добрые слова в адрес ряда наших приборостроительных организаций и компаний, которые разрабатывают хорошие приборы, налаживают их серийные производства и распространение, опекают потребителей. В числе таких организаций и фирм ВМК «Оптоэлектроника», «Люмэкс», «Хроматэк», «Южметаллхолдинг» и другие. ВМК «Оптоэлектроника» создала, в частности, отечественный атомно-абсорбционный спектрометр с источником непрерывного спектра и разрабатывает другие очень нужные приборы, которые мы пока запускаем за рубежом.

«Журнал аналитической химии», импакт-фактор которого приблизился к единице, подготовил два специальных выпуска, посвященные научным работам кафедры аналитической химии Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (№ 11 за 2018 г. и № 1 за 2019 г.; а также номер для ГЕОХИ РАН (№ 3 за 2019 г.). По-видимому, будет также опубликован выпуск, посвященный трудам кафедры аналитической химии Санкт-Петербургского государственного университета.

Осенью 2017 г. проведен крупный Третий съезд аналитиков России.

Завершено предпринятое мною общее описание российской аналитической химии. Истории аналитической химии в России посвящено несколько журнальных статей и сборник «Очерки российской аналитической химии». Эта тема была также кратко представлена и в нашей с В.И. Вершининым книге «История и методология аналитической химии». Основные научные достижения за три века представлены в книге «Российский вклад в аналитическую химию», вышедшей в 2018 г. на русском и английском языках. Географии отечественной аналитической химии был посвящен подготовленный совместно с В.К. Карандашевым сборник «Очерки российской аналитической химии»; в нем собраны публикации о многих кафедрах, лабораториях, институтах. Существенная часть книги «Аналитическая химия. Наука, приложение, люди.» посвящена Научному совету РАН по аналитической

химии. Особенно большое внимание было уделено людям. Тремя изданиями вышел справочник «Кто был кто в аналитической химии в России и СССР». Трижды издавался, каждый раз со значительными изменениями, наш с В.И. Широковой справочник «Кто есть кто в российской аналитической химии. Доктора наук». Наконец, только что издана книга о нашей смене – «Кто будет развивать российскую аналитическую химию». Подготовлен справочник «Российские книги по аналитической химии XXI век». В научно-популярных изданиях приводились примеры работ российских аналитиков (интервью в «Науке и жизни», книга «Химический анализ для всех, всех, всех» и др.

За время, прошедшее после предыдущей сессии Научного совета (осень 2017 г.), мы потеряли нескольких своих коллег. Ушла из жизни Антонина Никоновна Смагунова, доктор физико-математических наук, профессор Иркутского государственного университета, крупный специалист в области рентгенофлуоресцентного анализа и метрологии химического анализа. Скончалась доктор химических наук Лера Аскорбиевна Алакаева, профессор Кабардино-Балкарского государственного университета. Несколько лет назад не стало доктора химических наук Николая Николаевича Басаргина, известного специалиста по органическим аналитическим реагентам, в последние годы жизни работавшего в одном из геологических институтов Российской академии наук. Совет не был извещен вовремя о его кончине.

В будущем году истекает срок полномочий Научного совета нынешнего состава. Надо думать о новых задачах, о новых направлениях и формах работы совета, о тех, кто будет активен и продуктивен в этой важной деятельности.

### **Заседание бюро совета**

Очередное заседание бюро совета состоялось 19 февраля 2019 г. На заседании рассмотрены итоги работы совета в 2018 г., утвержден план работы на 2019 -2020 гг., подведены итоги конкурса на соискание премий совета за 2018 г. В связи с окончанием в 2019 г. полномочий действовавшего состава совета перед членами бюро был поставлен вопрос о структуре совета нового созыва.

**Итоги 2018 г .** В 2018 г. члены совета организовали четыре научных семинара на 16-ой Международной выставке «АналитикаЭкспо 2018 (24-26 апреля,

Москва, КВЦ «Сокольники»): «Современные методы определения концентрации газов», «Российские аналитические приборы – новые разработки», «Контроль пищевых продуктов», «Хромато-масс-спектрометрия - ключ к решению актуальных задач современной науки» . Успешно прошел V Всероссийский симпозиум «Разделение и концентрирование в аналитической химии и радиохимии (7 – 13 октября, Краснодар-Туапсе). Члены совета приняли участие в организации 11-го Зимнего симпозиума по хемометрике (26 февраля – 2 марта, Санкт-Петербург), XVI Всероссийской конференции «Высокоочищенные вещества и материалы. Получение. анализ, применение», посвященной 100-летию академика Г.Г. Девятовых (8 – 13 мая, Нижний Новгород), Международной конференции «Petromass 2019» (15 – 18 апреля, Блед, Словения). Членами совета проведены многочисленные экспертизы научных проектов и отчетов по ним. Разработан прогноз развития аналитической химии до 2030 – 2035 гг. (В приложении). Проведены многочисленные региональные конференции, молодежные школы, курсы повышения квалификации и др.

**Планы.** В планах совета на 2019 г принять участие в работе 17-ой Международной выставки «АналитикаЭкспо 2019» (24 – 26 апреля, Москва, КВЦ «КрокусЭкспо»), на которой будут проведены два семинара «Неинвазивная лабораторная диагностика заболеваний» и «Анализ минерального сырья», провести XI Всероссийскую конференцию с международным участием «Экоаналитика-2019» (26 мая – 01 июня, Пермь), 20-ю Международную конференцию по фотоакустическим и фототермическим явления (7-12 июля, Москва), 3-ю Всероссийскую конференцию по аналитической спектроскопии (29 сентября – 05 октября, Краснодар-Туапсе). 43-я Годичная сессия совета пройдет 28 мая 2019 г. в Перми в рамках XI Всероссийской конференции «Экоаналитика-2019» Члены совета примут участие в организации и проведении 8-й Всероссийской конференции с международным участием «Масс-спектрометрия и ее прикладные проблемы» (14 – 18 октября, Москва). На 21-м Менделеевском съезде (9 – 13 сентября, Санкт – Петербург) будет работать секция «Аналитическая химия: новые методы и приборы для химических исследований и анализа».

В совет поступили заявки на проведение в 2020 г. X Всероссийской конференции по электрохимическим методам анализа «ЭМА 2020» (конец мая –



начало июня, Казань), Всероссийской конференции «Современная хроматография и родственные методы» (май, Краснодар – Туапсе), 10-ой Всероссийской конференции по рентгеноспектральному анализу (22 – 26 июня, Казань).

**Премии совета.** Лауреатами премий совета за 2018 г. в номинации «За существенный вклад в развитие аналитической химии» стали д.х.н., профессор Б.Б. Дзантиев (ФИЦ «Фундаментальные основы биотехнологии» РАН, Москва) и д.ф.-м.н., профессор И.А. Брытов (Санкт-Петербург).

Борис Борисович Дзантиев удостоен награды за выдающиеся заслуги в разработке экспрессных иммунохимических и иммуносенсорных методов определения биологически активных соединений и активную работу в совете. Он окончил в 1971 г. Московский химико-технологический институт им. Д.И. Менделеева, работал научным сотрудником на кафедре химической энзимологии МГУ им. М.В. Ломоносова, в 1981 г. перешел на работу в Институт биохимии им. А.Н. Баха АН СССР (с 2015 г - ФИЦ «Фундаментальные основы биотехнологии» РАН). С 1988 г. он стал заведующим лабораторией иммунобиохимии, а с 2003 г. также и заместителем директора по научной работе института. Б.Б. Дзантиев - автор и соавтор более 270 статей, 19 книг, 24 авторских свидетельств и патента. Под руководством Б.Б. Дзантиева разработаны иммуноаналитические системы лабораторной и внелабораторной диагностики и масштабируемые технологии их производства для целей медицины, сельского хозяйства, экологического мониторинга, контроля качества и безопасности продуктов питания и кормов, безопасности нанотехнологической продукции и т.д. Ряд методов внедрен в практику.

Борис Борисович ведет активную научно-организационную работу, в том числе в совете он является председателем Комиссии по биохимическим методам анализа. Организует научные мероприятия, является председателем и членом оргкомитетов всероссийских и международных конференций, многочисленных семинаров в рамках конференций и сессий, организованных советом.

Игорь Александрович Брытов премирован за выдающиеся заслуги в развитии рентгеноструктурного и рентгенофлуоресцентного методов анализа и приборостроения. Игорь Александрович в 1962 г. окончил факультет радиоэлектроники Ленинградского политехнического института. Много лет

работал в НПП «Буревестник», пройдя путь от инженера до заместителя генерального директора. С 1980 по 1993 г. И.А. Брытов являлся главным конструктором рентгеновского и аналитического приборостроения Минприбора СССР. Награжден орденом Трудового Красного Знамени (1974 г.) и медалями, лауреат Государственной премии РСФСР (1989 г.). Он автор более 150 научных трудов, монографии, 18 изобретений. И.А. Брытов является одним из создателей нового метода – ультрамягкой рентгеновской спектроскопии, применяемого, в частности, при изучении электронной структуры веществ и процессов взаимодействия излучения с атомами, молекулами и твердыми телами. Им создан новый спектроскопический метод, основанный на подобии структуры спектров поглощения и спектров квантового выхода (1964). Под руководством и при участии Игоря Александровича разработаны и внедрены в производство многочисленные рентгеновские, рентгеноэлектронные и оже-спектрометры. И.А. Брытов уделяет большое внимание подготовке молодежи. Преподает на кафедре «Рентгеновские методы анализа» Санкт-Петербургского электротехнического университета, готовит научные кадры в области рентгеновского приборостроения. Он член Научного совета РАН по аналитической химии, работает в комиссиях по аналитическому приборостроению и рентгеновским методам анализа.

В номинации «Премии для молодых ученых» победителями конкурса стали к.х.н. Владимир Юрьевич Гуськов (Башкирский государственный университет, кафедра аналитической химии), награжденный за цикл работ «Новые хиральные неподвижные фазы для хроматографии на основе супрамолекулярных структур гетероциклических соединений с индуцированной хиральностью», и к.х.н. Андрей Сергеевич Самохин (МГУ им. М.В. Ломоносова, химический факультет, кафедра аналитической химии), удостоенный премии за развитие научного направления, связанного с разработкой математических подходов к увеличению достоверности результатов качественного анализа, полученных при использовании метода ГХ/МС с электронной ионизацией.

Владимир Юрьевич Гуськов, 1986 г.р., окончил с отличием химический факультет Башкирского государственного университета в 2009 г., затем там же аспирантуру, защитил кандидатскую диссертацию по теме «Сорбционные и термодинамические свойства сорбентов на основе пористых полимеров».

В.Ю. Гуськов соавтор 35 статей, монографии. Работает в области создания функциональных наноматериалов, способных к хиральному распознаванию. Представленная на конкурс работа посвящена новому классу хиральных неподвижных фаз для хроматографии на основе ахиральных гетероциклических соединений. Предложен новый подход, позволяющий индуцировать супрамолекулярную хиральность путем энантиоморфной кристаллизации модификаторов при внешнем воздействии (перемешивании и др.) Получаемые при этом модифицированные адсорбенты способны к разделению энантиомеров и могут быть применены для их препаративного выделения методом ВЭЖХ, а также как модифицирующие добавки в угольно-пастовых вольтамперометрических сенсорах, что делает сенсоры пригодными для распознавания оптически активных лекарственных препаратов. Подготовлена докторская диссертация. В.Ю. Гуськов ведет большую преподавательскую и общественную работу: читает ряд курсов для студентов-химиков, в 2012 – 2014 гг. возглавлял Совет молодых ученых БашГУ.

Андрей Сергеевич Самохин, 1987 г.р., соавтор 14 статей (4 статьи в зарубежных журналах с высоким рейтингом, одна из которых – без соавторов). В рамках обозначенной выше темы исследований А.С. Самохиным рассмотрены многие аспекты обработки исходных ГХ/МС данных, в том числе экспорт данных, выделение «чистых» масс-спектров коэлюируемых соединений, проблема идентификации соединений с использованием баз данных и ряд других. Предложен подход к устранению искажений масс-спектров, зарегистрированных на склонах хроматографических пиков при использовании сканирующих приборов, а также рассмотрены и оценены негативные эффекты, возникающие в случае обработки искаженных данных. Оценена воспроизводимость масс-спектров, зарегистрированных в неидентичных условиях, при использовании различных приборов. Предложен подход к однозначной идентификации микрокомпонентов смесей сложного состава с использованием метода ГХ/МС, основанный на сопоставлении экспериментальных масс-спектров неизвестного и предполагаемого соединений (зарегистрированных при одних и тех же условиях) при использовании метода главных компонент и др.

Лауреаты будут приглашены на 43-ю Годичную сессию совета, которая пройдет в рамках XI Всероссийской конференции с международным участием «Экоаналитика-2019» (26 мая – 01 июня, Пермь) для вручения им награды.

**НСАХ РАН 2019 – 2024 гг.** 22 января 2019 г. вышло Постановление Президиума РАН № 12 о Перечне научных, экспертных, координационных советов, комитетов и комиссий, состоящих при Президиуме РАН и отделениях РАН по областям и направлениям наук, согласно которому при Отделении химии и наук о материалах РАН в числе других советов утвержден Научный совет по аналитической химии и его председатель – академик Ю.А. Золотов. Председателю совета поручено в трехмесячный срок подготовить положение и состав совета с учетом Положения, утвержденного постановлением Президиума РАН от 19 января 2016 г № 14 и изменений, внесенных в него постановлением Президиума РАН от 25 декабря 2018 г. № 208 для последующего утверждения Президиумом РАН. В соответствии с этим членам бюро НСАХ РАН было предложено подготовить предложения по структуре совета нового состава.

**Разное.** Председателем совета Ю.А. Золотовым внесено предложение о присвоении звания Почетного члена совета д.х.н., профессору Герману Константиновичу Будникову (Казанский (Приволжский) государственный университет) за большой вклад в развитие электрохимических методов анализа и д.х.н., профессору Якову Ивановичу Яшину (ООО «Интерлаб») за большой вклад в развитие хроматографических методов анализа. Предложение было поддержано всеми членами бюро, соответствующее решение принято.

### **Перспективы развития аналитической химии**

Рассмотрены тенденции развития аналитической химии как области науки. Предполагается, что в ближайшие 10-15 лет внимание будет уделяться поиску принципиально новых методов и средств химического анализа, внелабораторному, неразрушающему, дистанционному, непрерывному, вещественному, многокомпонентному и высокоселективному анализу. В числе перспективных направлений – автоматизация и миниатюризация анализа, идентификация веществ на основе обобщенных показателей (распознавания образов), создание непрерывно

функционирующих химических сенсоров. В числе важнейших объектов анализа будут, по видимости, биомедицинские объекты, пищевые продукты, объекты среды обитания.

*Ключевые слова:* прогноз развития аналитики, объекты химического анализа, важнейшие направления аналитической химии.

Химический анализ, контроль состава веществ и материалов необходимы большинству отраслей экономики, многочисленным службам (экологической, гидрометеорологической, санитарно-эпидемиологической, криминалистической, таможенной, системам обеспечения безопасности и др.) и многим областям науки. Химический анализ – мощное средство диагностики заболеваний, контроля качества и безопасности пищевых продуктов и лекарств, средство поиска полезных ископаемых, обнаружения взрывчатых, отравляющих и наркотических веществ. Методы и средства химического анализа создает аналитическая химия; она же разрабатывает общие подходы к анализу и идентификации веществ.

К основным направлениям развития аналитической химии как науки на ближайшие 10-15 лет можно отнести следующие.

1. Поиск и исследование новых свойств веществ, явлений, закономерностей, которые могут быть положены в основу принципиально новых методов и средств химического анализа, в том числе многокомпонентного и высокоселективного. Этот поиск сопряжен с расширением перечня областей науки и техники, достижения которых могут быть использованы; помимо химии и физики, в этот перечень уже сейчас входят, например, математика, биохимия, ряд направлений техники.

2. Интенсивное развитие и использование методов и средств внелабораторного («полевого») анализа, в частности за счет разработки эффективных, но простых в использовании средств оперативного анализа биомедицинских объектов, определения содержания компонентов пищевых продуктов, быстрого обнаружения взрывчатых веществ и наркотиков и т.д.

3. Миниатюризация анализа, в том числе разработка, с одной стороны, малогабаритных универсальных аналитических приборов, например с использованием микрофлюидных и других систем, с другой - простых анализаторов; миниатюризация за счет уменьшения массы и объемов проб.

4. Развитие вещественного анализа, т.е. методов и средств распознавания и количественного определения различных химических и физических форм существования интересующих аналитика компонентов (состояния окисления элементов, разных химических соединений элемента, энантиомеров; растворенных, коллоидных или сорбированных форм и т.д.).

5. Развитие прямого (неразрушающего) анализа твердых веществ, главным образом на пути использования физических явлений.

6. Дальнейшее развитие методов и средств локального и дистанционного анализа.

7. Развитие способов идентификации веществ на основе оценки обобщенных показателей с использованием математических (хеометрических) приемов распознавания образов (вместо обычного покомпонентного анализа).

9. Автоматизация массового анализа, особенно на базе широкой компьютеризации; составные части этого процесса – дальнейшая автоматизация измерительных приборов и систем пробоподготовки

10. Расширение и укрепление уже сложившегося сегмента аналитической химии, называемого наноаналитикой, внедрение в практику уже разработанных наноаналитических методов.

11. Развитие метрологии химического анализа и близких к ней направлений (разработка абсолютных методов определения, совершенствование систем градуирования и способов обработки результатов анализа и т.д.).

12. Дальнейшее развитие и совершенствование спектроскопических, масс-спектрометрических, хроматографических, электрохимических, термических и других методов анализа. Все более важную роль будет играть интеграция методов и создание соответствующих устройств (комбинированные, гибридные методы).

13. Развитие методов и средств пробоподготовки – для разложения проб, разделения смесей, выделения и концентрирования целевых компонентов.

14. Создание новых способов анализа важнейших объектов и развитие аналитической химии ключевых аналитов; к числу важнейших объектов будут относиться биомедицинские материалы, пищевые продукты, фармацевтические препараты; к ключевым аналитам – компоненты биологических жидкостей и

тканей, пестициды, отравляющие и взрывчатые вещества, растворенный кислород и др. В анализе «классических» объектов (минеральное сырье, металлы, нефть и др.) будут расширяться исследования в области вещественного и неразрушающего анализа, автоматизации и др.

15. При решении практических задач, например анализа объектов окружающей среды, возможно более широкое использование многоступенчатого анализа со скринингом и отбраковкой проб на первых стадиях.

16. Успешное продвижение в указанных и других направлениях требует обеспечения лабораторий эффективным аналитическим оборудованием. Для обучения работе на сложных, дорогостоящих приборах целесообразно создание системы компьютерных тренажеров.

*Ю.А.Золотов.*

#### **V Всероссийский симпозиум «Разделение и концентрирование в аналитической химии и радиохимии»**

С 7 по 13 октября в пансионате «Автотранспортник России» вблизи г. Туапсе прошел V Всероссийский симпозиум «Разделение и концентрирование в аналитической химии и радиохимии». Организаторами симпозиума выступили Министерство образования и науки РФ, Научный совет РАН по аналитической химии, Межведомственный научный совет по радиохимии и Минатома РФ, ГЕОХИ РАН, МГУ и Кубанский государственный университет. Почетными президентами симпозиума были академики Ю.А.Золотов и Б.Ф. Мясоедов, а тремя сопредседателями член-корреспонденты РАН Б.Я. Спиваков, В.П. Колотов и профессор Г.И. Цизин. В симпозиуме приняли участие 251 человек, из которых 189 молодые ученые, аспиранты и студенты. Участники симпозиума заслушали 9 пленарных, 10 секционных ключевых и 50 устных докладов. В течение двух дней проходила стендовая сессия: в первый день было представлено 100 докладов, во второй – 89 докладов, в основном молодых ученых. Было отмечено, что в связи с возрастающей сложностью объектов природы, живой материи, различных технологий радиохимии, в том числе нанотехнологий, операции разделения и концентрирования становятся определяющими как в химическом анализе, так и

радиохимии. Особенно важным становится концентрирование ультрамикроримесей на уровне  $10^{-15}$ - $10^{-9}$  моль/л. В связи с этим в настоящее время развиваются методы твердофазной и жидкофазной микроэкстракции, магнитной твердофазной и мицеллярной экстракции, различные варианты капиллярного электрофореза, жидкостной и газовой хроматографии. Перспективным направлением становится применение для экстракции ионных жидкостей (зеленая химия), использование в качестве сорбентов наноматериалов и другие нетрадиционные методы, варианты и подходы.

Следует отметить, что активное участие в симпозиуме приняли ученые, аспиранты и студенты Института химии СГУ. Результаты своих исследований представили 16 человек, 10 из которых непосредственно участвовали в работе симпозиума. Ключевой доклад «Нанообъекты в разделении и концентрировании» на секции «Нанообъекты в методах разделения и концентрирования» представил проф. С.Н. Штыков, устный доклад от своего имени и проф. Р.К. Черновой «Влияние мицеллярной псевдофазной экстракции на физико-химические характеристики органических аналитов и их аналитических форм» на этой же секции представил проф. С.Ю.Доронин. Проф. С.Н. Штыков с аспиранткой И.С. Решетниковой и магистрантом К.О. Казимировой представили 3 стендовых доклада. Проф. С.Ю. Доронин с аспирантками А.И. Данчук, Э.И. Такшаитовой, магистрантом Т.А. Соколовой представили 4 стендовых доклада, проф. Р.К.Чернова с доц. Н.Б. Шестопаловой, О.В. Варыгиной представили 3 стендовых доклада, проф. Т.Д. Смирнова с аспирантками Е.А. Желобицкой и Т.Г. Данилиной представили 2 стендовых доклада, проф. Е.Г. Сумина с доц. В.З Углановой и студентами представили также 2 стендовых доклада.

*С.Н. Штыков*

### **XVI Международный симпозиум «Применение анализаторов МАЭС в промышленности»**

Симпозиум состоялся 14 – 16 августа в Новосибирском Академгородке. Симпозиум был посвящен вопросам обеспечения качества химического анализа и его метрологическому обеспечению; разработке новых приборов и методик для



атомно-эмиссионного и атомно-абсорбционного анализа веществ и материалов; созданию стандартных образцов состава; применению спектральных комплексов с анализаторами МАЭС, в том числе новых – «Гранд-ААС», «Колибри-ААС» и «Гранд-СВЧ» для одновременного многоэлементного анализа растворов; «Гранд-Глобула», «Экспресс» для прямого атомно-эмиссионного анализа твердых металлических и порошковых проб; «Гранд-Поток» для экспресс-анализа порошков методом просыпки-вдувания; «Гранд-Эксперт» для экспресс-анализа металлов и сплавов; новым линейкам фотодетекторов и анализаторам МАЭС на их основе; новым математическим методам и программному обеспечению для обработки атомно-эмиссионных и атомно-абсорбционных спектров. Представленные работы направлены на развитие приборного и методического обеспечения методов атомного спектрального анализа, в том числе нового способа одновременного многоэлементного атомно-абсорбционного анализа растворов, а также перспективного способа сцинтилляционного атомно-эмиссионного анализа природных порошковых проб.

### **Курсы повышения квалификации**

**01.06.18. – 31.09.2018, Ижевск:** Профессиональная переподготовка для специалистов Минздрава и предприятий нефтяного комплекса Удмуртской Республики (280 часов) по программе «Аналитический контроль качества веществ и материалов». Организатор - Удмуртский государственный университет, кафедра фундаментальной и прикладной химии. Число участников – 20.

Проведены курсы повышения квалификации для сотрудников ОАО "Эктос-Волга" в объеме 36 часов (Ю.А. Гончаров, Л.К. Гончарова)

Оказывается помощь Волгоградскому алюминиевому заводу по организации контроля качества водоподготовки для котла-утилизатора: составлен перечень необходимых аналитических приборов, подобраны методики анализа, проводится обучение персонала (Ю.А. Гончаров, Л.К. Гончарова).

## Московский семинар по аналитической химии

Сопредседатели семинара: В.П.Колотов, Т.А.Марютина

Секретарь: Савонина Е.Ю.

Адрес: 119991, ГСП-1, Москва В-334, ул. Косыгина.19, ГЕОХИ РАН,

Телефон: (495)939-02-01; E-mail: savonina@geokhi.ru

**10.04.2018: «Природные наночастицы и перенос микроэлементов»**

**07.05.2018: Bogusław Buszewski «Bioanalytics from Micro- to Nano- Dimension»**

### Работа комиссий и отделений совета в 2018 г.

**Комиссия по информационной поддержке** постоянно обновляет информацию на сайте совета, касающуюся событий и мероприятий в области аналитической химии в России, мероприятий совета; публикаций ЖАХ.

#### **Комиссия по истории и методологии аналитической химии**

- Золотов Ю.А., Ревельский И.А.. К вопросу о первых работах по газовой хроматографии в Советском Союзе. Журн. аналит.химии. 2018. Т.73. № 8. С. 646-648
- Kolomnikov I.G., Efremov A.M., Tikhomirova T.I., Sorokina N.M., Zolotov Yu.A. Early Stages in the History of Gas Chromatography. J. Chromatogr. 2018. Vol. 1537. Feb. 16. Pp. 109-117
- Золотов Ю.А., Филиппов М.Н., Шпигун Л.К. Аналитическая химия в Институте общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова. Химическая технология. 2018. Т.19, № 13. С. 582-588.
- Золотов Ю.А. Публикации кафедры аналитической химии Московского университета по истории аналитической химии. Журн. аналит. химии. 2018. Т.73, №11. С.803
- Svetlana S. Khrebtova\* and Victor G. Berezkin. Основные направления развития и практического использования метода ТСХ. (Подготовлена статья по основным направлениям развития метода ТСХ на основе сравнении публикаций по теме ТСХ в течение 2008 г – 2018 г.)

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

- Издано межвузовское пособие для магистрантов и аспирантов по дисциплине «Аналитическая химия – дополнительные главы», часть 1. Вершинин В.И., Евтюгин Г.А., Майстренко В.Н., Проскурнин М.А., Пупышев А.А., Шеховцова Т.Н. Омск: Изд.-во Омского ГУ. 2018. 340 с.

Объем 20 печ. листов. Книга включает главы по применению в анализе компьютеров и хемометрических алгоритмов, рентгеновских и ферментативных методов. Рассмотрены новые варианты электрохимических и спектроскопических методов анализа, применение биосенсоров и др.

- Подготовлена к печати вторая часть межвузовского учебного пособия (15 печ. листов) по дисциплине «Аналитическая химия – дополнительные главы» для магистрантов и аспирантов. Вторая часть пособия включает главы по новым вариантам ГЖХ и ВЭЖХ, капиллярному электрофорезу, масс-спектрометрии, групповому анализу органических объектов сложного состава без их разделения. Подробно рассмотрено применение химического анализа в медицине. Редактор-составитель – В.И.Вершинин.

- По материалам симпозиума по преподаванию аналитической химии написаны и опубликованы две статьи в журналах:

Current state of analytical chemistry teaching in Russian universitie. T. Shekhovtsova. Springer Verlag. Analytical and Bioanalytical Chemistry. (Germany), 2018. том 17, № 410, p. 3917-3924;

Преподавание аналитической химии в МГУ. Шеховцова Т.Н. Аналитика. 2018. том 8, № 5. с. 438-443.

**Комиссия по международным связям.** В 2018 г. Комиссия по международным связям Научного совета РАН по аналитической химии продолжила научно-организационную деятельность, связанную с участием российских ученых в работе международных организаций. Российские химики-аналитики достойно представлены в крупнейшей химической международной организации – Международном союзе теоретической и прикладной химии (ИЮПАК). В 2018-2019 гг. П.С. Федотов является паст-президентом отделения «Химия и окружающая среда», а Т.А. Марютина – титулярным членом отделения аналитической химии.

Г.А. Евтюгин участвовал в деятельности отделения аналитической химии Европейской ассоциации химических и молекулярных наук, а В.Б. Барановская – в деятельности Европейского сообщества по аналитической химии.

Члены НСАХ продолжили работу в редакционных коллегиях международных журналов П.С. Федотов – Separation & Purification Reviews, А.А. Карякин – Electroanalysis

Ю.А. Золотов – Int. Journal of Environmental Analytical Chemistry, Solvent Extraction and Ion Exchange)

### **Комиссия по метрологии химического анализа**

В рамках участия комиссии по метрологии химического анализа в деятельности профильных международных организаций СИТАС и Eurachem в 2018 год члены комиссии по метрологии химического анализа опубликовали перевод на русский язык Руководства ЕВРАХИМ/СИТАК «Количественное описание неопределенности в аналитических измерениях» ([https://www.eurachem.org/images/stories/Guides/pdf/QUAM2012\\_P1\\_RU.pdf](https://www.eurachem.org/images/stories/Guides/pdf/QUAM2012_P1_RU.pdf)).

В части информирования научной общественности о метрологической прослеживаемости в аналитической химии подготовлены две статьи в Журнал аналитической химии и журнал «Заводская лаборатория. Диагностика материалов» о решенных и нерешенных проблемах в метрологии химического анализа (выйдет в №9, 2019 г.) и о первом опыте разработки государственных первичных референтных методик (выйдет в 2019 г.).

В связи с выходом новой версии международного стандарта ИСО/МЭК 17025-2017, подготовкой на его основе межгосударственного стандарта ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2019 и переходом лабораторий на новый уровень требований членами комиссии принято участие в обучении сотрудников аналитических лабораторий в рамках курсов повышения квалификации, сделаны доклады по валидации, аттестации и верификации методик химического анализа на конференциях и круглых столах, подготовлен перевод информационного листка Еврахима по новому стандарту ([https://www.eurachem.org/images/stories/leaflets/17025\\_2017/Eurachem\\_Leaflet\\_17025\\_RU.pdf](https://www.eurachem.org/images/stories/leaflets/17025_2017/Eurachem_Leaflet_17025_RU.pdf)).

ААЦ «Аналитика» оставаясь участником Многостороннего соглашения о признании эквивалентности аккредитации, продолжает деятельность по аккредитации аналитических лабораторий. В реестр аккредитованных лабораторий внесена лаборатория под номером 390;

Подготовлен и опубликован перевод международного стандарта ИСО/МЭК 17025:2017 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий». Продолжается работа по подготовке идентичного национального стандарта ГОСТ ИСО/МЭК 17025. Начиная с ноября 2020, аккредитация аналитических лабораторий в России будет возможна только на основе этого стандарта;

Закончен пересмотр национального стандарта ГОСТ Р 52361 «Контроль объекта аналитический. Термины и определения». Стандарт вышел из печати с шифром ГОСТ Р 52361-2018;

Подготовлен и опубликован перевод международного стандарта ИСО/МЭК 17034:2016 «Общие требования к компетентности производителей стандартных образцов». Продолжается работа по подготовке идентичного национального стандарта ГОСТ ИСО/МЭК 17034. Начиная с ноября 2019 Аккредитация производителей стандартных образцов в России будет возможна только на основе этого стандарта. ААЦ «Аналитика» аккредитовала следующих производителей стандартных образцов:

ООО "Центр стандартных образцов высокочистых веществ"; ЗАО "Институт стандартных образцов", г. Екатеринбург; ФГУП "ВИМС", Лабораторный центр ООО "ЭКРОСХИМ";

АО "Екатеринбургский з-д по обработке цветных металлов"; ООО НТЦ «Минеральные стандарты», ООО "Мониторинг".

**Комиссия по аналитическому приборостроению** организовала и провела на 16 Международной выставке «АналитикаЭкспо 2018 семинар «**Российское аналитическое приборостроение: приборы на ближайшую перспективу**» (Председатель – Цизин Г.И.)

**Комиссия по методам разделения и концентрирования**

- Принимала участие в организации V Всероссийского симпозиума «**Разделение и концентрирование в аналитической химии и радиохимии**» (7 – 13 октября 2018 г., Краснодар);

- Участвовала в подготовке научной программы 16-ой Международной выставки «АналитикаЭкспо 2019» (24 – 26 апреля 2018 г., Москва, КВЦ «Сокольники»

- Подготовлен и опубликован обзор Цизина Г.И., Статкуса М.А. и Золотова Ю.А. «Концентрирование органических веществ на малополярных сорбентах в проточных системах анализа» Журн. аналит. химии. 2018. Т. 73. № 11. С. 804-817.

#### **Комиссия по хроматографии**

Принимала участие в организации V Всероссийского симпозиума «**Разделение и концентрирование в аналитической химии и радиохимии**» (7 – 13 октября 2018 г., Краснодар);

Принято решение об организации новой серии конференций «Современная хроматография и родственные методы» (Краснодар - 2020 г и Самара – 2022 г.).

#### **Комиссия по электрохимическим методам анализа**

Готовит X Всероссийскую конференцию по электрохимическим методам анализа «ЭМА 2020» (Казань – 2020 г.).

#### **Комиссия по оптическому спектральному анализу**

Организует 3-ю Всероссийскую конференцию по аналитической спектроскопии (29 сентября – 5 октября 2019 г., Краснодар)

#### **Комиссия по рентгеновским методам анализа**

Подала заявку на проведение с 22 по 26 июня 2020 г. в Казани 10-ой Всероссийской конференции по рентгеноспектральному анализу

#### **Комиссия по масс-спектрометрии**

Готовит 8-ю Всероссийскую конференцию по масс-спектрометрии «Масс-спектрометрия и ее прикладные проблемы» (14 – 18 октября 2019 г., Москва)

#### **Комиссия по аналитической химии благородных металлов**

- Проведено ежегодное совещание представителей аналитических служб отрасли драгоценных металлов (Золотой клуб аналитиков). Организаторы – Гохран России,

ААЦ «Аналитика». (Московская обл., пансионат «Клязьма». 12 апреля 2018 г.).  
Участвовало 35 специалистов отрасли.

- Апрель 2019 г., Московская обл. пансионат «Клязьма: Ежегодное совещание представителей аналитических служб отрасли драгоценных металлов (Золотой клуб аналитиков). Организаторы мероприятия (в том числе от НСАХ РАН): Гохран России, Ассоциация аналитических центров «Аналитика». Ответственные за мероприятие – Житенко Л.П. (тел.+7 903 7441088, [zhitenko@bk.ru](mailto:zhitenko@bk.ru); Семочкин В.Е. (тел. +7 499 2498754, [prokurorvs@mail.ru](mailto:prokurorvs@mail.ru) (Гохран России)

### **Региональные отделения**

#### **Санкт-Петербургское отделение**

**26 февраля – 02 марта в Санкт-Петербурге проведен 11<sup>th</sup> Winter Symposium on Chemometrics.** Организатор – Российское хемометрическое общество, Комиссия по применению хемометрики в анализе НСАХ РАН, <http://wsc.chemometrics.ru/wsc11/>

**24 апреля 2018 г., Москва:** 16-я международная выставка «Аналитика-Экспо 2018». Семинар «Современные газоаналитические измерения». Организаторы мероприятия (в том числе от НСАХ РАН) от ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева» Конопелько Л.А., Крылов А.И. Число участников – 50.

#### **Северо-Кавказское отделение**

**7 октября – 13 октября 2018 г., Краснодар:** V Всероссийский симпозиум «Разделение и концентрирование в аналитической химии и радиохимии»

#### **Уральское отделение**

**25 – 27 апреля 2018 г., Екатеринбург:** XXVIII Российская молодежная научная конференция с международным участием, посвященная 100-летию со дня рождения профессора В.А.Кузнецова. Организаторы: Уральское отделение РАН,

Уральский федеральный университет им. первого Президента РФ Б.Н.Ельцина. 420 участников

**25 -28 мая 2018г., Ижевск:** Демонстрационный экзамен по компетенции «Лабораторный химический анализ» в виде промежуточной аттестации студентов по дисциплине «Аналитическая химия» по методикам World Skills. Проведен на кафедре фундаментальной и прикладной химии Удмуртского государственного университета

### **Сибирское отделение**

**21 – 24 мая 2018 г., Томск:** XIX Международная научно-практическая конференция студентов и молодых ученых «ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ В XXI ВЕКЕ». **Организаторы:** Министерство образования и науки Российской Федерации;

Национальный исследовательский Томский политехнический университет;

Инженерная школа природных ресурсов ТПУ; Инженерная школа новых производственных технологий ТПУ; Инженерная школа ядерных технологий ТПУ;

Исследовательская школа химических и биомедицинских технологий ТПУ.

Мероприятие проводилось при финансовой поддержке РФФИ, Проект № 18-33-10007.

*В конференции приняли участие представители 59 учреждений общего, средне профессионального и высшего образования, 17 иностранных научных и образовательных организаций, 20 учреждений Российской академии наук и 11 предприятий и отраслевых научно-исследовательских институтов.*

*Всего на конференции заслушано 302 доклада. В рамках работы конференции работала секция: «Теоретические и прикладные аспекты физической и аналитической химии», на которой заслушано 28 докладов по физической и аналитической химии.*

## **ПЛАНЫ**

### **Всероссийские конференции**



2019 г.

**23 – 26 апреля 2019 г., Москва, МВЦ «Крокус Экспо»:** 17-я Международная выставка лабораторного оборудования и химических реактивов «АналитикаЭкспо 2019»

**27 мая – 01 июня 2019 года, Пермь:** XI Всероссийская конференция по анализу объектов окружающей среды с международным участием «ЭКОАНАЛИТИКА-2019» и Школа молодых ученых. Организаторы – Научный совет РАН по аналитической химии, Эколога-аналитическая ассоциация «Экоаналитика» ИОНХ РАН. Пермский государственный национальный исследовательский университет. Ответственная за мероприятие - *Залетина Мария Михайловна*, тел. +7 495 939 4128, e-mail- [marzal2007@yandex.ru](mailto:marzal2007@yandex.ru). Обращаться к ученому секретарю конференции *Ельчищевой Юлии Борисовне*, E-mail: [anchem@psu.ru](mailto:anchem@psu.ru); Тел.: +7 (342) 2396-222, +7 (902) 790-92-74

**29 мая 2019 г., Пермь:** 43-я Годичная сессия НСАХ РАН в рамках конференции «Экоаналитика 2019»

**7 – 12 июля 2019 г., Москва:** 20-я Международная конференция по фотоакустическим и фототермическим явлениям

**9 – 13 сентября 2019 г., Санкт-Петербург:** XXI Менделеевский съезд – секция 7 «Аналитическая химия: новые методы и приборы для химического анализа»

**23 – 27 сентября 2019 г., Краснодар:** 3-я Всероссийская конференция по аналитической спектроскопии

**14 – 18 октября 2019 г., Москва:** 8-я Всероссийская конференция с международным участием по масс-спектрометрии «Масс-спектрометрия и ее прикладные проблемы»

**18 – 22 ноября 2019 г., Москва:** XXII Международная Черняевская конференция по химии, аналитике и технологии платиновых металлов. Организаторы ИОНХ РАН, МИРЭА- Российский технологический университет; <http://chernyaev2019.ru>

**9 – 10 декабря 2019 г., Ижевск:** Региональная конференция по фундаментальной и прикладной химии «Химия-XXI век». Организаторы мероприятия: Удмуртский государственный

университет, кафедра фундаментальной и прикладной химии, Удмуртский федеральный исследовательский центр УрО РАН;

Трубачева Л.В., зав. каф. ФиПХ, к.х.н., доцент, 83412916437, [trub12@mail.ru](mailto:trub12@mail.ru)

Трубачев А.В., главный специалист УдмФИЦ УрО РАН, к.х.н., ст.н.с., [trub\\_av@mail.ru](mailto:trub_av@mail.ru)

**2020 г.**

**конец мая – начало июня 2010 г., Казань (Казанский (Приволжский) ФУ): X Всероссийская конференция по электрохимическим методам анализа «ЭМА-2020»;**

**май 2020 г., Краснодар: Всероссийская конференция «Современная хроматография и родственные методы»**

**22 – 26 июня 2020 г., Казань: 10-я Всероссийская конференция по рентгеноспектральному анализу:**

**2021 г.**

**Санкт-Петербург: Международная конференция «Eurosensor 2021», Eurosemsors School: (Алексей Андреевич Васильев, Курчатовский институт)**

**2022 г.**

**Самара: Всероссийская конференция «Современная хроматография и родственные методы»**

## План работы комиссий и региональных отделений

### Комиссия по метрологии химического анализа

Перевод «Руководства по терминологии в аналитических измерениях. Введение в VIM 3» Еврахима на русский язык – **перенесено на 2019-2020 год в связи с входов в конце 2019 года обновленной версии оригинала.**

### Поволжское отделение

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского

**23 - 11мая 2019 г.:** Ежегодная научная студенческая конференция Института химии Саратовского ГУ, посвященная 150-летию создания Д.И. Менделеевым Периодической системы элементов.

**22 – 26 октября 2019 г.:** II Всероссийская школа-конференция молодых ученых, студентов, аспирантов с международным участием «Химия биологически активных веществ», посвященная 150-летию создания Д.И. Менделеевым Периодической системы элементов. [inchem@info.sgu.ru](mailto:inchem@info.sgu.ru);

**октябрь 2019 г.:** XIV Всероссийская (с международным участием) конференция молодых ученых "Современные проблемы теоретической и экспериментальной химии", посвященная 150-летию создания Д.И. Менделеевым Периодической системы элементов;

Саратовский государственный аграрный университет

**С декабря 2018 г , весь 2019 г.:** Инновационный марафон знаний школьниками Саратовской области и студентами вуза Периодической системы элементов Д.И. Менделеева, посвященный 150-летию создания Д.И. Менделеевым Периодической системы элементов

### Уральское отделение

**23-26 апреля 2019 года, Екатеринбург:** XXIX Российская молодежная научная конференция с международным участием. Организаторы: УрО РАН, Уральский федеральный университет им. первого Президента РФ Б.Н.Ельцина  
Ответственная - Волкова Надежда Евгеньевна, (343)251-79-27;  
E-mail [ConferenceUSU@yandex.ru](mailto:ConferenceUSU@yandex.ru).

Предполагается работа секции аналитической химии

### **Сибирское отделение**

**25 – 30 мая 2019 г., Томск:** XX Международная научно-практическая конференция студентов и молодых ученых «ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ В XXI ВЕКЕ».

Организаторы: Министерство образования и науки Российской Федерации;  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет;  
Инженерная школа природных ресурсов ТПУ; Инженерная школа новых производственных технологий ТПУ; Инженерная школа ядерных технологий ТПУ;  
Исследовательская школа химических и биомедицинских технологий ТПУ.

1. Ванюхина М.А., Берёзкин В.Г. Англо-русский и русско-английский словарь по тонкослойной хроматографии (ТСХ) (с приложением русско-английского словаря общенаучных конструкций). – М.: «Научный Мир», 2018. – 214 с. ISBN 978-5-91522-464-2

*Аннотация* - Тонкослойная хроматография (ТСХ) является одним из наиболее простых и распространённых аналитических высокоэффективных и универсальных методов. Словарь представляет интерес как для хроматографистов, нефтехимиков, химиков, инженеров-химиков, химиков-аналитиков (в том числе и студентов технических специальностей), так и для более широкого круга читателей. Приведены примеры использования терминов в контексте предложения, что может представлять интерес при переводе технических и научных текстов. В словаре приведена транскрипция. Словарь содержит около 1930 словарных статей

2. Nanoanalytics, Nanoobjects and Nanotechnologies in Analytical Chemistry . Ed. by Shtykov, Sergey. De Gruyter , Berlin, Germany, 2018. 446 p. ISBN 978-3-11-054201-1

3. . Монография «Высокочистые вещества» (к 100-летию академика Г.Г. Девярых); М.: Научный мир, 2018; 996 стр.

4. Организация и технология испытаний. Учебник. С.М. Горюнова, С.Ю. Гармонов, Л.В.

Петухова, Я.В. Денисова, В.Ф. Сопин – Казань.: КНИТУ, 2018. 350 с.

5. Zolotov Yu.A. Russian Contribution to Analytical Chemistry. Cham: Springer. 2018. 160 pp.

6. Золотов Ю.А. Кто был кто в аналитической химии в России и СССР. 3-е изд., исправ. и доп. М.: Краснодар. 2018. 400 с.

7. Золотов Ю.А. Очерки истории аналитической химии. М.: Техносфера 2018. 262 с.

8. Золотов Ю.А. Кто будет развивать российскую аналитическую химию. М.:Спутник+. 2018. 144 с.

9. Аналитическая химия – дополнительные главы (лекции по спецкурсу) Часть 1.

Вершинин В.И., Евтюгин Г.А., Майстренко В.Н., Проскурнин М.А.,  
Пупышев А.А.,

Шеховцова Т.Н., Омск.: Изд-во Омского ГУ, 2018. 340 с.

10. Аналитическая химия – дополнительные главы (лекции по спецкурсу) Часть 2.  
Под ред. Вершинина В.И., в печати.
11. Энантиоселективные вольтамперометрические сенсоры. Монография.  
Майстренко В.Н., Евтюгин Г.А., Зилберг Р.А.. Уфа: РИЦ БашГУ. 2018. 188 с.
12. Лукьянов А.Н., Кононова О.Н., Неоднородные сорбенты (Сиб. фед. ун-т). М.:  
ИНФРА-М; КрасноярскЖ СФУ. 2018. 187 с.
13. Смагунова А.Н., Пашкова Г.В., Белых Л.И.. Математическое планирование  
эксперимента в методических исследованиях аналитической химии. Учебн.  
пособ.  
Изд. 3-е, стер. СПбЖ Лань. 2018. 567 с.
14. Гайдукова Б.М., Харитонов С.В. Техника и технология лабораторных работ.  
Учебн. пособ. для средн. проф. образования. СПбЖ Лань. 2018. 128 с.
15. Борисов А.Н., Тихомирова И.Ю. Аналитическая химия. Расчеты в  
количественном  
анализе. Учебник и практикум для прикладного бакалавриата. Изд. 2-е.  
М.:  
Юрайт. 2018. 119 с.
16. Трубочев А.В., Трубочева Л.В. Минерально-органические растворители в  
вольтамперометрии металлов. Ижевск: Изд-во Удмуртский университет.  
2018.  
308 с.
17. Москвин Л., Булатов А., Ганеев А., Дробышев А. и др. Аналитическая химия.  
Методы  
идентификации и определения веществ. Учебник для вузов. СПб.: Лань. 2019.  
584 с.

**2019 г.**

**03.03 – 05.03. 2019, Munich (DE): International Conference “ Single-Molecule Sensors and NanoSystems”**

**03.03 – 08.03. 2019, Ventura (US): Chemical and Biological Terrorism Defense**

**6.03 – 07.03. 2019, Paris, France: 9<sup>th</sup> World Congress on Spectroscopy and Analytical Chemistry**

**11.03 – 15.03. 2019, Sitges, Spain: 6th International Conference on Multifunctional, Hybrid and Nanomaterials**

**17 – 21.03.2018, Philadelphia, Pennsylvania, USA: The Pittsburgh Conference on Analytical Chemistry and Applied Spectroscopy (PITTCON 2019)**

**24.03 – 28.03.2019, Leiden, Netherlands: 1st GHI World Congress on Food Safety and Security (GHI2019)**

**03.04 – 05.04.2019, Ho Chi Minh City, Vietnam: Analytica Vietnam 2019 - 6th International Trade Fair for Laboratory Technology, Analysis, Biotechnology and Diagnostics**

**7-10 April 2019, Merida, Mexico: 24th Topical Meeting of the International Society of Electrochemistry “Electrochemical Assembly at the Meso, Nano and Molecular Scale”**

**17 – 18 April, Osaka, Japan: 9-th International Conference on Spectroscopy and Analytical Techniques**

**9-11 May 2019, Napoli, Italy: 7th International Symposium on Sensor Science**

**<https://sciforum.net/conference/I3S2019Napoli>**

**26-31 May 2019, Dallas, TX, USA: 235th Meeting of the Electrochemical Society (ECS)**

**27-28 May 2019, Barcelona, Spain: 13<sup>th</sup> International Conference on Electrochemistry**

**16.06 - 20.06.2019, Thessaloniki, Greece: 17<sup>th</sup> International Conference On Chemistry and The Environment – ICCE 2019**

**17.06 – 19.06.2019: Porto, Portugal: XX EuroFoodChem (XX EFC)**

**05.07 – 12 .07. 2019, Paris, France: The 47-th IUPAC World Chemistry Congress**  
<https://iupac.org/event/iupac-2019-paris-france/>

**29.07 – 02.08.2019, Maastricht, Netherlands: 12<sup>th</sup> International Conference on the History of Chemistry (12ICHC)**

**22.08-25.08.2019: Changchun, China: 17<sup>th</sup> International Symposium on Electroanalytical Chemistry & 3<sup>rd</sup> International Meeting on Electrogenenerated Chemiluminescence (17<sup>th</sup> ISEAC & 3<sup>rd</sup> ECL),** <http://iseac-ecl2019.csp.escience.cn>

**01.09 –05.09.2019, Istanbul, Turkey: XX Euroanalysis 2019**

**13.09-20.09, Dresden, Germany: 5<sup>th</sup> International Summer School Spectroelectrochemistry;** [www.ifw-dresden.de/summerschool2019](http://www.ifw-dresden.de/summerschool2019)

**19.09- 21.09. 2019, London, UK: 2<sup>nd</sup> Edition of Euro-Global Conference on Food Science, Agronomy and Technology**

**03.10 – 05.10.2019, Bucharest, Romania: EuChemS General Assembly**

**13.10 – 17.10, Atlanta, GA, USA: 236<sup>th</sup> Meeting of the Electrochemical Society (ECS)**

**13.10 – 18.10.2019, Palm Springs, California, USA : 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

**12.01 – 18.01.2020, Tucson, Arizona, USA: Winter Conference on Plasma Spectrochemistry**

**01.03 – 05.03.2020, Chicago IL, USA: Pittcon 2020**

**31.03 – 03.04.2010, München, Germany: Analytica 2020 - International Trade Fair for Laboratory Technology, Analysis, Biotechnology and Analytica Conference**

**10.05-15.05.2020, Montreal, Canada: 237th ECS Meeting with the 18th International Meeting on Chemical Sensors (IMCS 2020)**

**30.08. – 03.09.2020, Lisbon, Portugal: 8th EuChemS Chemistry Congress**

**30.08– 4.09. 2020, Belgrade, Serbia: 71st Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry “Electrochemistry towards Excellence”**

**11.10 – 16.10. 2020, Reno-Sparks, NV, USA: 2020 SciX Conference (formerly FACSS)**

**16.11 – 18.11.2020, Shanghai, China: Analytica China**

## 2021

**08.03 – 11.03..2021, New Orleans LA, USA: Pittcon 2021**

**14.06 – 18.06.2021, Frankfurt, Germany: AICHEMA 2021**

**26.09 - 01.10. 2021, Providence, RI, USA: 2021 SciX Conference (formerly FACSS)**

## 2022

**07.03 – 10.03.2022: Atlanta GA, USA: Pittcon 2022**