

## Modern Laboratory

I. B. Maksakova

### Chemical-analytical Center Arbitrage. 320 From the Moment of Creation to the Present Time

The Chemical Analytical Center Arbitrage (hereinafter referred to as ChAC Arbitrage) is a multi-profile analytical laboratory that has been operating for more than 20 years on the basis of FGUP D. I. Mendeleev institute for metrology (VNIIM). The main activities related to analytical support of research in the field of monitoring and environmental protection, food safety and raw materials; production testing (including for certification purposes), certification of toxic waste, development of measurement methods, development of national and international standards, expert and arbitration researches. The accreditation field of the ChAC Arbitrage includes more than 100 measurement methods, suitable, among other things, for measurements and control in the field of state regulation. ChAC Arbitrage is the single center in the Russian Federation accredited for the research of unknown composition samples. The personnel of the ChAC Arbitrage are specialists with qualification in chemistry, physics, ecology, and metrology. The Center is equipped with modern analytical equipment for conducting research in the field of organic and inorganic chemistry (gas and liquid chromatography and chromatography-mass spectrometry, thermo gravimetric analysis, ion chromatography and capillary electrophoresis, atomic emission spectrometry, mass spectrometry with ISP, spectrophotometry, fluorimetry, etc.).

**Keywords:** The Chemical Analytical Center Arbitrage, dioxins, petroleum products, persistent organic substances, tin-organic compounds, pesticides, fullerenes, sample of unknown composition (ingredients), mass spectrometry, chromatography, accreditation, examination

## Современная лаборатория

И. Б. Максакова

### Химико-аналитический центр «Арбитраж». 320 От момента создания до настоящего времени

Химико-аналитический центр «Арбитраж» (далее – ХАЦ «Арбитраж») – многопрофильная аналитическая лаборатория, более 20 лет функционирующая на базе ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева». Основными направлениями деятельности являются работы, связанные с аналитическим сопровождением исследований в области мониторинга и охраны окружающей среды, безопасности пищевой продукции и сырья; испытания (в том числе для целей сертификации), паспортизация опасных отходов, разработка методик измерений, разработка национальных и межгосударственных стандартов, экспертные и арбитражные исследования. В область аккредитации ХАЦ «Арбитраж» включены более 100 методик измерений, пригодных, в том числе, для выполнения измерений и контроля в сфере государственного регулирования. Это единственная в России лаборатория, аккредитованная на исследования пробы неизвестного состава. Штат ХАЦ «Арбитраж» составляют специалисты с образованием в области химии, физики, экологии, метрологии. Центр оснащен современным аналитическим оборудованием для проведения исследований в области органической и неорганической химии (газовая и жидкостная хроматография и хромато / масс-спектрометрия, термогравиметрический анализ, ионная хроматография и капиллярный электрофорез, атомно-эмиссионная спектрометрия, масс-спектрометрия с ИСП, спектрофотометрия, флуориметрия и т. д.).

**Ключевые слова:** химико-аналитический центр «Арбитраж» (ХАЦ), диоксины, нефтепродукты, стойкие органические вещества, оловоорганические соединения, пестициды, фуллерены, проба неизвестного состава, масс-спектрометрия, хроматография, аккредитация, экспертиза

A. V. Filipchenko

### Basic Principles for Selecting 328 Laboratory Furniture

А. В. Филипенко

### Основные принципы подбора лабораторной мебели

## АНАЛИТИКА©

Перегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций 7 сентября 2017 г., ПИ № ФС77-70983

Журнал издается с 2011 года 6 раз в год.

### Журнал включен

в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ), в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК 18.03.2016.

На сайте Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU доступны полные тексты статей. Статьи из номеров журнала текущего года предоставляются на платной основе.

### Учредитель –

### АО «РИЦ «ТЕХНОСФЕРА»

### Генеральный директор:

О. А. Казанцева

### Главный редактор:

В. Б. Барановская

### Заместитель главного редактора:

В. В. Родченкова

### Научный редактор:

М. С. Доронина

### Корректор:

А. В. Лужкова

### Компьютерная верстка:

А. А. Небольсин

### Руководитель проекта:

О. А. Лаврентьева, j-analytics@mail.ru

### Ответственный секретарь:

Э. А. Газина, journal@electronics.ru

### Сбыт и подписка:

А. А. Метлов, sales@technosphere.ru

Е. В. Зайкова, magazine@technosphere.ru

Тираж 4 500 экз. Цена договорная.

Сдано в печать 06.10.2023, заказ № 232 493.

© При перепечатке ссылка

на журнал «АНАЛИТИКА» обязательна.

Мнение редакции не всегда совпадает с точкой зрения авторов статей.

Рукописи рецензируются, но не возвращаются. Срок рассмотрения рукописей – 6 недель.

За содержание рекламных материалов редакция ответственности не несет.

Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами в ООО «Юнион Принт», г. Н. Новгород, ул. Окский съезд, д. 2

### АО «РИЦ «ТЕХНОСФЕРА»

### Адрес редакции:

Москва, ул. Краснопольная, д. 16, стр. 2  
Тел.: +7 495 234-01-10  
Факс: +7 495 956-33-46  
journal@electronics.ru

### Для писем:

125319, Москва, а/я 91  
www.j-analytics.ru  
elibrary.ru  
www.e.lanbook.ru

## News 332 Новости

### Analytical Methods and Instruments

V. M. Tikhomirov, D. L. Yanovich

#### Network Software Space CDS 334

L. I. Kedrinskaya, A. Ya. Yashin, Ya. I. Yashin

#### Prevention and Treatment of Cardiovascular Diseases with Natural Antioxidants 338

Numerous epidemiological, clinical and therapeutic studies have shown that natural antioxidants can be effectively used for the prevention and treatment of cardiovascular diseases, both in their pure form and as part of food products. Information on the use of antioxidants is provided in this brief review. As evidence, an extensive, well-chosen bibliography (more than 100 references) is provided. Each statement is supported by relevant scientific research.

**Keywords:** cardiovascular diseases, natural antioxidants, prevention, treatment, risk factors

V. V. Rodchenkova

#### IKV-8 – a Multifunctional Tool for Monitoring Microclimate Indicators 346

### Аналитические методы и приборы

В. М. Тихомиров, Д. Л. Янович

#### Сетевое программное обеспечение Space CDS

Л. И. Кедринская, А. Я. Яшин, Я. И. Яшин

#### Профилактика и лечение сердечно-сосудистых заболеваний природными антиоксидантами

Многочисленные эпидемиологические, клинические и терапевтические исследования показали, что природные антиоксиданты можно эффективно использовать для профилактики и лечения сердечно-сосудистых заболеваний, как в чистом виде, так и в составе пищевых продуктов. Сведения о применении антиоксидантов приведены в настоящем кратком обзоре. В качестве подтверждения представлена обширная, хорошо подобранная библиография (более 100 ссылок). Каждое утверждение обосновано соответствующими научными исследованиями.

**Ключевые слова:** сердечно-сосудистые заболевания, природные антиоксиданты, профилактика, лечение, факторы риска

В. В. Родченкова

#### ИКВ-8 – многофункциональный инструмент мониторинга показателей микроклимата

## Редакционный совет

БАРАНОВСКАЯ Василиса Борисовна

доктор химических наук,  
Институт общей и неорганической химии  
им. Н. С. Курнакова РАН,  
председатель ред. совета

ГРИГОРОВИЧ Константин Всеволодович

доктор технических наук, академик РАН,  
Институт металлургии и материаловедения  
им. А. А. Байкова РАН

АПЯРИ Владимир Владимирович

доктор химических наук, Химический  
факультет МГУ им. М. В. Ломоносова

БОЛДЫРЕВ Иван Владимирович

исполнительный директор Ассоциации  
аналитических центров «Аналитика»

ГАЛСТЯН Арам Генрихович

доктор технических наук, профессор РАН,  
член-корреспондент РАН, ВНИИПБиВП

ДВОРКИН Владимир Ильич

доктор химических наук, Инсти-  
тут нефтехимического синтеза  
им. А. В. Топчиева РАН

ИСТОМИНА Наталья Леонидовна

доктор физико-математических наук,  
начальник отдела – заместитель  
академика-секретаря отделения  
физических наук РАН

КАРЦОВА Людмила Алексеевна

доктор химических наук, профессор,  
Институт химии Санкт-Петербургского  
государственного университета

КУЦЕВА Надежда Константиновна

кандидат химических наук,  
Аналитический центр ЗАО «Роса»

МАРЮТИНА Татьяна Анатольевна

доктор химических наук, заведую-  
щая лабораторией концентрирования  
Института геохимии и аналитической химии  
им. В. И. Вернадского РАН

МИЛЬМАН Борис Львович

доктор химических наук,  
ФГБУ «Научно-клинический центр  
токсикологии им. акад. С. Н. Голикова»  
ФМБА РФ

НОВИКОВ Евгений Анатольевич

кандидат химических наук,  
генеральный директор ООО «СокТрейд»

ПЕРМИНОВА Ирина Васильевна

доктор химических наук,  
профессор, Химический факультет  
МГУ им. М. В. Ломоносова

САНЖАРОВА Наталья Ивановна

доктор биологических наук, профессор,  
член-корреспондент РАН,  
директор ВНИИРАЭ

УСТЫНЮК Юрий Александрович

доктор химических наук, профессор,  
главный научный сотрудник,  
МГУ им. М. В. Ломоносова

ФИЛИППОВ Михаил Николаевич

доктор физико-математических наук, про-  
фессор, заведующий лабораторией химиче-  
ского анализа Института общей и неоргани-  
ческой химии им. Н. С. Курнакова РАН

ХАМИЗОВ Руслан Хажсетович

доктор химических наук,  
член-корреспондент РАН,  
Институт геохимии и аналитической химии  
им. В. И. Вернадского РАН

## Analytics of Substances and Materials

M. N. Lyutikova, A. V. Ridel, S. V. Nehoroshchev, V. M. Muratova

### Research of the Composition of Wax Deposits and the Processes of Their Formation in Transformer Oil

348

This paper presents the results of studying the elemental composition of sediments, including waxy ones, from high-voltage oil-filled equipment in which transformer oil has been in use for more than 30 years. Using the method of inductively coupled plasma mass spectrometry, metals such as Cu, Fe, Zn, Ni, Cd, Co, Pb, Cr, and Mn were detected in deposits from transformers and high-voltage bushings. At the same time, the deposits from power transformers contain the greatest amount of iron (Fe) >> copper (Cu) > zinc (Zn), and the deposits from high-voltage oil-filled bushings contain copper (Cu) ≈ iron (Fe) >> zinc (Zn).

Special experiments have been carried out to confirm the mechanism of formation of organometallic compounds in oil, in particular, the formation of stearic acid salts. The experiments consisted of preparing model solutions close to the composition of transformer oil and consisting of hexane, ionol, butyl stearate and stearic acid; adding to them powdered metals (Cu, Sn, Zn, Fe, Al) and their oxides (CuO, SnO, ZnO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>); keeping the mixture for 1–20 hours and then determining the concentration of the components. Research has shown that salts of carboxylic acids in an organic matrix are formed by the interaction of carboxylic acid with metals (Zn, Fe, Al) or their oxide films (ZnO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). With less active metals (Cu and Sn), as well as with their oxides (CuO and SnO), the consumption of stearic acid was not observed, that is, the reaction between the acid and additives (Cu, Sn, CuO, SnO) does not occur, this indicates that that copper and tin in oil deposits are associated with other anions, mainly with the sulfide ion.

**Keywords:** mineral oil, waxy sediment, metals, colloids, spectral methods, organometallic compounds, salts of organic acids

B. L. Milman, I. K. Zhurkovich

### Map of Analytics-2022: Miniaturized Instruments, COVID-19, Microplastics, Deep Eutectics

360

This publication is the sixth in a series of articles containing the results of regular monitoring with respect to fronts of analytical chemistry development. Fronts are traditionally related to groups of highly cited core publications, often cited (co-cited) together. In 2022, as in previous years, intensive research related to the medicalization and miniaturization of chemical analysis (sensor and microfluidic devices) continued. Many works are aimed at the detection of pathogens, including COVID-19 virus. The determination of microplastics and extraction by deep eutectic solvents belong to ecologically significant areas of research. The use of ion mobility spectrometry complements the widespread use of chromatography mass spectrometry.

**Keywords:** analytical chemistry, scientometrics, research fronts, sensors, microfluidics, COVID-19, microplastics, deep eutectic solvents, ion mobility spectrometry

## Аналитика веществ и материалов

М. Н. Лютикова, А. В. Ридель, С. В. Нехорошев, В. М. Муратова

### Исследование состава восковых отложений и процессов их образования в трансформаторном масле

В настоящей работе представлены результаты по изучению элементного состава осадков, в том числе воскообразных, из высоковольтного маслонаполненного оборудования, в котором трансформаторное масло эксплуатировалось более 30 лет. С помощью метода масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой в составе осадков из трансформаторов и высоковольтных вводов обнаружены такие металлы, как Cu, Fe, Zn, Ni, Cd, Co, Pb, Cr, Mn. При этом в осадках из силовых трансформаторов в наибольшем количестве содержится железо (Fe) >> медь (Cu) > цинк (Zn), а в осадках из высоковольтных маслонаполненных вводов медь (Cu) ≈ железо (Fe) >> цинк (Zn). Проведены специальные опыты, подтверждающие механизм образования металлоорганических соединений в масле, в частности, образование солей стеариновой кислоты. Опыты заключались в приготовлении модельных растворов, приближенных к составу трансформаторного масла и состоящих из гексана, ионола, бутилстеарата и стеариновой кислоты; добавлении к ним порошкообразных металлов (Cu, Sn, Zn, Fe, Al) и их оксидов (CuO, SnO, ZnO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>); выдерживании смеси в течение 1–20 ч и последующем определении концентрации компонентов. Исследования показали, что соли карбоновых кислот в органической матрице образуются при взаимодействии карбоновой кислоты с металлами (Zn, Fe, Al) или их оксидными пленками (ZnO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). С менее активными металлами (Cu и Sn), а также с их оксидами (CuO и SnO) расходование стеариновой кислоты не наблюдалось, то есть реакция между кислотой и добавками (Cu, Sn, CuO, SnO) не протекает, это указывает на то, что медь и олово в масляных осадках связаны с другими анионами, преимущественно с сульфид-ионом.

**Ключевые слова:** минеральное масло, воскообразный осадок, металлы, коллоиды, спектральные методы, металлоорганические соединения, соли органических кислот

Б. Л. Мильман, И. К. Журкович

### Карта аналитики – 2022: миниатюрные приборы, COVID-19, микропластик, глубокая эвтектика

Эта публикация – шестая в серии статей, содержащих результаты регулярного мониторинга развития аналитической химии. Передовые области (фронты) исследований традиционно соотносятся с группами высокоцитируемых профильных публикаций, часто цитируемых (социтируемых) совместно. В 2022 году, как и в предыдущие годы, продолжались интенсивные исследования, связанные с медиализацией и миниатюризацией химического анализа (сенсорные и микрофлюидные устройства). Многие работы направлены на обнаружение патогенов, в том числе вируса COVID-19. К экологически значимым направлениям работ принадлежит определение микропластика и экстракция глубокими эвтектическими растворителями. Применение спектрометрии ионной подвижности дополняет широкое распространение хромато-масс-спектрометрии.

**Ключевые слова:** аналитическая химия, наукометрия, фронты исследований, сенсоры, микрофлюидика, COVID-19, микропластик, глубокие эвтектические растворители, спектрометрия ионной подвижности

## Научные специальности, по которым издание входит в список ВАК:

1.4.2. Аналитическая химия (химические науки)

2.2.4. Приборы и методы измерения (по видам измерений) (технические науки)

2.2.6. Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы (технические науки)

2.2.8. Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды (технические науки)

M. N. Filippov, L. Yu. Mezhevaja, V. B. Baranovskaia

## Current Trends in the Application and Analytical Control of Niobium and Tantalum. Short Review

366

Modern industry is associated not only with the use of new promising materials and technologies, but also with the development of traditional ones, the effectiveness of which has been confirmed by significant production experience. The cornerstone of most technologies is the reliability of the analytical control results of an industrial process. The work examines domestic and foreign requirements for one of the most popular types of rare refractory metals: niobium and tantalum, as well as materials based on them. A standardized regulatory framework for analytical control methods is shown. Summarizes information about modern analytical methods published in periodical scientific and technical literature. Brief descriptions of the methods and their characteristics are given. An analysis of methods for monitoring niobium and tantalum and materials based on them revealed the most common methods (ICP-AES, ICP-MS) and their inherent advantages and limitations. Solid-phase analysis methods, namely X-ray fluorescence, are very profitable and promising. Simultaneous determination of all elements, a wide range of concentrations from  $10^{-4}$  to 100%, the absence of lengthy and labor-intensive sample preparation, rapid analysis, the non-destructive nature of the method, the absence of the need to use adequate standard samples in the case of using the fundamental parameters method (FPM) – all this is undeniable XRF has the advantage of characterizing niobium and tantalum, as well as most other refractory materials.

**Keywords:** *tantalum and niobium and materials based on them, solid-phase analysis methods, X-ray fluorescence analysis, rare refractory metals*

## Laboratory Accreditation

E. A. Averyanova, R. A. Andryushchenko, S. N. Bogdashov

### Preparing for Accreditation Together With LIMS

380

In Russia, laboratory information management systems (LIMS) have been used in laboratories in various industries for more than 20 years. LIMS software is not only a means of automating laboratory activities, but also an important tool for managing its data. Having a LIMS helps the laboratory cope with a large number of documents and simplifies preparation for accreditation. The fundamental regulatory document in the laboratory today is GOST 17025-2019. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. GOST specifies the requirements for managing data and information contained in computerized systems (including LIMS). But there are no clear instructions on how laboratories should document/prepare for accreditation, if it has a functioning LIMS. The article discusses the requirements of GOST 17025, including the requirements for LIMS validation, as well as documentary evidence of the presence and use of LIMS in the laboratory.

**Keywords:** *LIMS, accreditation, validation, verification, laboratory, GOST*

М. Н. Филиппов, Л. Ю. Межевая, В. Б. Барановская

## Современные тенденции применения и аналитического контроля ниобия и тантала. Краткий обзор

Современная промышленность связана с применением не только новых перспективных материалов и технологий, но и развитием традиционных, эффективность которых подтверждена значительным производственным опытом. Краеугольным камнем большинства технологий является достоверность результатов аналитического контроля промышленного процесса. В работе рассмотрены отечественные и зарубежные требования к одним из наиболее востребованных видов редких тугоплавких металлов: ниобию и танталу, а также материалам на их основе. Показана стандартизованная нормативная база методик аналитического контроля. Обобщена информация о современных аналитических методах, опубликованных в периодической научно-технической литературе. Даны краткие описания методов и их характеристики. Анализ способов контроля ниобия и тантала и материалов на их основе выявил наиболее распространенные методы (ИСП-АЭС, ИСП-МС) и присущие им достоинства и ограничения. Весьма выгодны и перспективны твердофазные методы анализа, а именно рентгенофлуоресцентный. Одновременное определение всех элементов, широкий диапазон концентраций от  $10^{-4}$  до 100%, отсутствие длительной и трудоемкой пробоподготовки, экспрессность анализа, неразрушающий характер метода, отсутствие необходимости применять адекватные стандартные образцы в случае использования метода фундаментальных параметров (МФП) – все это является неоспоримым преимуществом РФА в характеристике ниобия и тантала, как и большинства других тугоплавких материалов.

**Ключевые слова:** *тантал и ниобий и материалы на их основе, твердофазные методы анализа, рентгенофлуоресцентный анализ, редкие тугоплавкие металлы*

## Аккредитация лабораторий

Е. А. Аверьянова, Р. А. Андрищенко, С. Н. Богдашов

### Готовимся к аккредитации вместе с ЛИМС

В России лабораторные информационные менеджмент-системы (ЛИМС) используются в лабораториях различных отраслей промышленности уже более 20 лет. Программное обеспечение ЛИМС является не только средством автоматизации деятельности лаборатории, но и важным инструментом управления ее данными. Наличие ЛИМС помогает справляться с большим количеством информации и упрощает подготовку к аккредитации. Одним из основополагающих нормативных документов для лаборатории на сегодняшний день является ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий». В ГОСТе указаны требования к управлению данными и информацией, которые содержатся в компьютеризированных системах (в т. ч. ЛИМС). Но как лаборатории документально подготовиться к аккредитации, если у нее внедрена ЛИМС, четкой информации в тексте ГОСТа нет. В статье обсуждается ГОСТ 17025 в части требований к валидации ЛИМС, а также документального подтверждения наличия и применения ЛИМС в лаборатории.

**Ключевые слова:** *ЛИМС, аккредитация, валидация, верификация, лаборатория, ГОСТ*

## Реклама в номере

Testing & Control .....	331
Аврора-ИТ .....	387
Группа Ай-Эм-Си .....	311
Диполь .....	II обложка
Компания Хеликон .....	вклейка
ЛАБКОНЦЕПТ .....	337
Лабораторные решения .....	III обложка

Люмэкс-маркетинг .....	319
Мелитэк .....	вклейка
НКЦ ЛАБТЕСТ .....	вклейка
НПФ Мета-хром .....	343
Промышленные Экологические Лаборатории .....	IV обложка, вклейка
Симекс .....	315

Территория NDT .....	359
Фармтех .....	389
Химия .....	379
Эксис .....	345
Элтемикс .....	317
ЮПХ .....	313