

II



# БАЙКАЛЬСКАЯ ШКОЛА-КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ХИМИИ

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ  
II ВСЕРОССИЙСКОЙ ШКОЛЫ-КОНФЕРЕНЦИИ,  
ПОСВЯЩЕННОЙ  
100-летию Иркутского государственного университета  
и 85-летию химического факультета ИГУ



ИРКУТСК  
24-28 сентября 2018 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Иркутский государственный университет»  
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)

# **Байкальская школа-конференция ПО ХИМИИ**

Сборник научных трудов  
II Всероссийской школы-конференции,  
посвященной 100-летию Иркутского государственного университета  
и 85-летию химического факультета ИГУ  
БШКХ–2018

24-28 сентября 2018 г.

Иркутск 2018

УДК 54(063)  
ББК 24л0

Редакционная коллегия:

*И.А. Бабенко, А.В. Кашевский, Б.Н. Баженов, А.И. Вильмс*

**Байкальская школа-конференция по химии** : Сборник научных трудов II Всероссийской школы-конференции, посвященной 100-летию Иркутского государственного университета и 85-летию химического факультета ИГУ БШКХ-2018, 24-28 сентября 2018 г. / ФГБОУ ВО «ИГУ» – Иркутск: Изд-во «Оттиск», 2018. – 158 с.

**ISBN 978-5-6041443-8-1**

Материалы, представленные в сборнике научных трудов II Всероссийской школы-конференции, отражают результаты научно-исследовательской работы студентов, аспирантов, молодых и ведущих ученых из ВУЗов и научно-исследовательских организаций России по четырем научным направлениям: «Органическая химия», «Химия биологически-активных веществ», «Физическая химия» и «Неорганическая и аналитическая химия».

Предназначены для ознакомления студентов, аспирантов и преподавателей вузов химического, химико-технологического и медицинского профилей, а также научных работников химических институтов с основными достижениями, совершенными в последнее время.

Научные редакторы:

д-р хим. наук, доцент

д-р хим. наук

канд. хим. наук, доцент

канд. хим. наук, доцент

канд. хим. наук, с.н.с.

канд. хим. наук, Ph.D.

канд. хим. наук

канд. хим. наук

Сулов Дмитрий Сергеевич

Семенов Аркадий Алексеевич

Королёва Галина Николаевна

Покатилов Федор Анатольевич

Баженов Борис Николаевич

Кашевский Алексей Валерьевич

Быков Михаил Валерьевич

Вильмс Алексей Иванович

УДК 54(063)

ББК 24л0

**ISBN 978-5-6041443-8-1**

© ФГБОУ ВО «ИГУ», 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

Приветственное слово председателя организационного комитета	7
<b>Спонсоры конференции</b>	
АО «Башкирская содовая компания»	8
АО «Фармасинтез»	9
<b>СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ АМИДОВ АРОМАТИЧЕСКИХ И ЖИРНО-АРОМАТИЧЕСКИХ КИСЛОТ, СОДЕРЖАЩИХ КАРКАСНЫЕ ФРАГМЕНТЫ</b> <i>А.А. Вернигора, А.С. Мкртчян, М.Б. Навроцкий, И.А. Новаков, А.С. Яблоков</i>	10
<b>МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ПОЛИПНИКТИДНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ЛАНТАНОИДОВ – НОВЫЙ КЛАСС КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ f-ЭЛЕМЕНТОВ</b> <i>С.Н. Конченко</i>	11
<b>ПОЛИОКСОМЕТАЛЛАТЫ: КАК ЗАСТАВИТЬ НЕОРГАНИЧЕСКУЮ ХИМИЮ СОПЕРНИЧАТЬ С ОРГАНИЧЕСКОЙ</b> <i>М.Н. Соколов</i>	13
<b>OXIDATION MECHANISM OF THE COPPER CONCENTRATE</b> <i>D. Erdenchimeg, B. Maralmaa, G. Gereltuya</i>	14
<b>Секция 1. Органическая химия</b>	
<b>ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК СИНТЕТИЧЕСКИХ ЦЕОЛИТОВ И УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК НА СЕЛЕКТИВНОСТЬ РЕАКЦИИ ПРИНСА С УЧАСТИЕМ 2-МЕТИЛПРОПЕНА ИЛИ ТРЕТ-БУТАНОЛА</b> <i>Р.И. Валиев, Г.А. Овчинников, В.С. Тухватшин, Р.Ф. Талипов</i>	15
<b>БИСПЕРОКСИДИРОВАНИЕ СТИРОЛОВ</b> <i>О.В. Василькова, М.Ю. Шарипов, И.Д. Карпов, М.Л. Бурдейный, В.В. Колмогорцева, М.Д. Мьшакин, А.О. Терентьев</i>	18
<b>КАТОДНАЯ АКТИВАЦИЯ СИСТЕМЫ <math>H_2S-S_8</math> В SH-ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИИ N-ОКСИДА ПИРИДИНА</b> <i>Н.А. Вахромова, Е.В. Шинкарь, М.А. Сенкевич, Н.Т. Берберова</i>	22
<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВЕРХКРИТИЧЕСКИХ ФЛЮИДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ ДИЕНОВОВОГО СИНТЕЗА</b> <i>Г.К. Гаеткулова</i>	25
<b>[Ti]-КАТАЛИЗИРУЕМОЕ <math>[6\pi+2\pi]</math>-ЦИКЛОПРИСОЕДИНЕНИЕ 1,2-ДИЕНОВ И АЛКИНОВ К 7-ЗАМЕЩЕННЫМ 1,3,5-ЦИКЛОГЕПТАТРИЕНАМ</b> <i>Г.Н. Кадикова, В.А. Дьяконов, Р.Н. Насретдинов, У.М. Джемилев</i>	28
<b>ПЕРВЫЙ ПРИМЕР СИНТЕЗА ТРАНС-2,9-БИС-(ЦИКЛО)АЛКИЛ-2,3а,7b,9,10а,14b-ГЕКСААЗАПЕРГИДРОДИБЕНЗОТЕТРАЦЕНОВ</b> <i>В.Ю. Кирсанов, И.В. Озден, Р.А. Исмагилов, Е.Б. Рахимова, А.Г. Ибрагимов</i>	31
<b>ПИРОЛИТИЧЕСКАЯ ДЕСТРУКЦИЯ ПРОДУКТОВ КАРАМЕЛИЗАЦИИ D-МАЛЬТОЗЫ</b> <i>О.С. Красноперова, И.С. Черепанов</i>	33
<b>РЕАКЦИЯ 1,3-ДИПОЛЯРНОГО ЦИКЛОПРИСОЕДИНЕНИЯ ДИАЗОМЕТАНА ИЛИ МЕТИЛ-2-АЗИДОАЦЕТАТА К АЛЛЕНОАТАМ С ДИТЕРПЕНОВЫМ ФРАГМЕНТОМ</b> <i>Р.Н. Маликова, И.М. Сахаутдинов</i>	35
<b>РЕАКЦИИ <math>\alpha,\beta</math>-НЕНАСЫЩЕННЫХ <math>CF_3</math>-КЕТОНОВ С N,O- И C-НУКЛЕОФИЛАМИ</b> <i>А.Р. Романов, А.Ю. Рулёв</i>	37
<b>КАТАЛИТИЧЕСКОЕ ТИОМЕТИЛИРОВАНИЕ КАРБАМИДОВ С ПОМОЩЬЮ БИС(ДИМЕТИЛАМИНО)МЕТАНА И СЕРОВОДОРОДА</b> <i>Р.Р. Сахибгараева, Р.Р. Хайруллина, А.Г. Ибрагимов</i>	40

<b>НЕОЖИДАННАЯ КИСЛОТНАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ МЕНТЕНОВЫХ СУЛЬФОКСИДОВ В МЕНТАНОВЫЕ СУЛЬФОНЫ</b>	
<i>В.С. Тухватшин, И.В. Вакулин, М.П. Яковлева, Г.Ю. Ишмуратов, Р.И. Валиев, Р.Ф. Талипов</i>	43
<b>ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АМИНОНАФТОХИНОНОВ С НИНГИДРИНОМ</b>	
<i>О.И. Фоминых, Ю.Г. Халыгина, Т.А. Руковец, Т.И. Лаврикова, Л.М. Горностаев</i>	45
<b>ИЗУЧЕНИЕ РЕАКЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ПРОИЗВОДНЫХ 1,2-БИС(4-ПИРИДИНИЛ)ЭТИЛЕНА В РЕАКЦИЯХ ЦИКЛОПРИСОЕДИНЕНИЯ К СТАБИЛЬНЫМ НИТРИЛОКСИДАМ</b>	
<i>К.А. Чудов, К.С. Левченко, А.В. Щегольков, П.С. Шмелин, Е.П. Гребенников</i>	48
<b>МНОГОКОМПОНЕНТНЫЙ ФОРМАТ РЕАКЦИИ КАСТАНЬОЛИ – КУШМАНА</b>	
<i>Е.Г. Чупахин, Д.В. Дарьин, М.Ю. Красавин</i>	50
<b>ТИОЦИАНИРОВАНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ</b>	
<i>М.Ю. Шарипов, М.Л. Бурдейный, И.Д. Карпов, О.В. Василькова, А. М.В. Алексеенко, А.О. Терентьев</i>	53
<b>УЧАСТИЕ ДИ(ТРЕТ-БУТИЛ)ДИСУЛЬФИДА И H<sub>2</sub>S В ЭЛЕКТРОСИНТЕЗЕ МОНО-, ДИСУЛЬФИДОВ С АЛИЦИКЛИЧЕСКИМИ И АРОМАТИЧЕСКИМИ ЗАМЕСТИТЕЛЯМИ</b>	
<i>А.В. Швецова, Д.Б. Седики, Е.В. Шинкарь, Н.Т. Берберова</i>	56
<b>СИНТЕЗ БРОМПРОИЗВОДНЫХ П-ТРЕТ-БУТИЛТИАКАЛИКС[4]АРЕНА, ТЕТРАЗАМЕЩЕННЫХ ПО НИЖНЕМУ ОБОДУ АМИДНЫМИ ГРУППАМИ, – ПРЕКУРСОРОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СИСТЕМ ДОСТАВКИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ОСТЕОПОРОЗА</b>	
<i>К.С. Шибаева, И.Э. Шибабиев, Д.Н. Шуртик, И.И. Стойков</i>	59

## Секция 2. Химия биологически-активных веществ

<b>СИНТЕЗ И ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПЕНТИЛОВЫХ ЭФИРОВ [4-(<math>\omega</math>-ГИДРОКСИАЛКИЛСУЛЬФАМОИЛ)ФЕНИЛКАРБАМИНОВОЙ КИСЛОТЫ</b>	
<i>М.В. Дуйкова, В.И. Крутиков</i>	62
<b>СИНТЕЗ ГИБРИДНЫХ МОЛЕКУЛ НА ОСНОВЕ ХОЛЕСТЕРИНА И nZ,(n+4)Z-НЕНАСЫЩЕННЫХ ДИКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ</b>	
<i>С.Р. Ишмухаметова, Р.А. Туктарова, В.А. Дьяконов, У.М. Джемилев</i>	64
<b>СИНТЕЗ И БИОЛОГИЧЕСКОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ ДИСПИРОИНДОЛИНОНОВ НА ОСНОВЕ 2-АРИЛИДЕН-ГИДАНТОИНОВ КАК НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ ИНГИБИТОРОВ БЕЛОК-БЕЛКОВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ p53-MDM2</b>	
<i>Н.А. Карпов, А.А. Белоглазкина, А.А. Барашкин, Г.А. Котовский, С.Р. Мефедова, А.Г. Мажуга, Е.К. Белоглазкина, Н.В. Зык</i>	66
<b>ПРОИЗВОДНЫЕ ПРИРОДНЫХ ХЛОРИНОВ С ГУАНИДИНОВЫМИ ГРУППИРОВКАМИ</b>	
<i>Н.С. Кишин, П.В. Островерхов, М.А. Грин</i>	68
<b>ВЛИЯНИЕ МЕТАЛЛООРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ РТУТИ И ОЛОВА НА НАКОПЛЕНИЕ ПРОДУКТОВ ХИНОИДНОГО ОКИСЛЕНИЯ АДРЕНАЛИНА В ОПЫТАХ <i>IN VITRO</i></b>	
<i>Д. Лукина, М.А. Половинкина, М.Н. Коляда</i>	71
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПИРАЗИНОВЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ТРИТЕРПЕНОИДОВ ДАММАРАНОВОГО И ЛУПАНОВОГО ТИПА С СЫВОРОТОЧНЫМ АЛЬБУМИНОМ ЧЕЛОВЕКА</b>	
<i>Н.С. Никифорова, В.В. Шаройко, А.Д. Зорина</i>	73
<b>ВЛИЯНИЕ ДИГИДРОКВЕРЦЕТИНА И ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА АКТИВНОСТЬ КИСЛОЙ ФОСФАТАЗЫ СЕМЯН КУЛЬТУРНОЙ СОИ</b>	
<i>Д.К. Чернышук</i>	77

## Секция 3. Физическая химия

<b>КВАНТОВОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ АЦЕТОФЕНОНА, 4-Cl-Ph-ЭТАНОНА И 4-F-Ph-ЭТАНОНА С АЦЕТИЛЕНОМ</b>	
<i>Д.З. Абсалямов, В.Б. Орел</i>	79

<b>АДСОРБЦИЯ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ АЗОПРОИЗВОДНЫХ ПИРОКАТЕХИНА НА ПОВЕРХНОСТИ РУД ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ</b> <i>В.О. Гоголишвили, В.Ю. Гусев</i>	82
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИРОДЫ КАТАЛИТИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В РЕАКЦИИ ХЕКА С АНГИДРИДАМИ АРОМАТИЧЕСКИХ КИСЛОТ В ПРИСУТСТВИИ ФОСФИНСОДЕРЖАЩИХ КАТАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ПАЛЛАДИЯ</b> <i>Н.А. Лагода, Е.В. Ярош, Е.В. Ларина, А.А. Курохтина, А.Ф. Шмидт</i>	85
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ СО СТРУКТУРОЙ СЛОИСТОГО ПЕРОВСКИТА СОСТАВА <math>Bi_3A_2Fe_{1+y}Ti_{3-2y}Nb_yO_{15}</math> (A=Bi, Yb)</b> <i>А.В. Митрофанова, Е.А. Фортальнова, М.Г. Сафроненко, Е.Д. Политова</i>	88
<b>ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ БИНАРНЫХ И ТРОЙНЫХ СМЕСЕЙ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ОСНОВЕ АЛКИЛПОЛИГЛЮКОЗИДОВ</b> <i>Е.П. Панкова, А.П. Дремук</i>	92
<b>ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ ФЕНИЛАЦЕТИЛЕНА ПОД ДЕЙСТВИЕМ КАТИОННЫХ АЦЕТИЛАЦЕТОНАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ ПАЛЛАДИЯ</b> <i>М.В. Пахомова, З.Д. Абрамов, Д.С. Сулов</i>	94
<b>ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ГИДРИРОВАНИЯ АЦЕТИЛЕНОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ПРИСУТСТВИИ ПАЛЛАДИЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ</b> <i>Н.И. Скрипов, Л.Б. Белых, К.Л. Гвоздовская, Т.П. Стеренчук, Ф.К. Шмидт</i>	97
<b>ГИДРИРОВАНИЕ 2-ЭТИЛ-9,10-АНТРАХИНОНА В ПРИСУТСТВИИ Pd-P КАТАЛИЗАТОРОВ</b> <i>Т.П. Стеренчук, С.Б. Санжиева, Н.И. Скрипов, К.Л. Гвоздовская, Л.Б. Белых, Ф.К. Шмидт</i>	99
<b>НОВЫЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ И ПРИРОДЫ АКТИВНОСТИ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСОВ КОБАЛЬТА, НИКЕЛЯ ИЛИ ПАЛЛАДИЯ В РЕАКЦИЯХ ГИДРИРОВАНИЯ И ОЛИГОМЕРИЗАЦИИ</b> <i>Ю.Ю. Титова, Ф.К. Шмидт</i>	101
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЁХКОМПОНЕНТНОЙ РЕАКЦИИ СОЧЕТАНИЯ АРИЛГАЛОГЕНИД - ДИАРИЛАЦЕТИЛЕН - АРИЛБОРНАЯ КИСЛОТА В ПРИСУТСТВИИ «БЕЗЛИГАНДНЫХ» КАТАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ СОЕДИНЕНИЙ ПАЛЛАДИЯ</b> <i>Е.В. Ярош, Е.В. Ларина, Н.А. Лагода, А.А. Курохтина, А.Ф. Шмидт</i>	105
<b>PREDICTING CO<sub>2</sub> AND H<sub>2</sub>S SELECTIVITY THROUGH SUPPORTED IONIC LIQUIDS MEMBRANES (SILMs) WITH COSMO-RS</b> <i>А. Mecherghi, А.I Akhmetshina, I.V. Vorotyntsev</i>	109

#### Секция 4. Неорганической и аналитической химии

<b>ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ ВОДНЫХ РАССЛАИВАЮЩИХСЯ СИСТЕМ С АНТИПИРИНОМ (АМИДОПИРИНОМ) И ПРОИЗВОДНЫМИ БЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ</b> <i>Е.Н. Аликина</i>	111
<b>ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАРГАНЦА В ОБРАЗЦАХ ДЛЯ КОНТРОЛЯ СОСТАВА ВОДЫ ПРИРОДНОЙ</b> <i>Т.И. Белова, С.Ю. Лоханина, Л.В. Трубачева</i>	115
<b>ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАРБАРИЛА НА УГЛЕРОДСОДЕРЖАЮЩЕМ ЭЛЕКТРОДЕ</b> <i>А.С. Гашевская, Е.В. Дорожко, А.С. Гусар</i>	118
<b>МОДИФИКАЦИЯ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ ЭЛЕКТРОДОВ ЙОДАТНЫМИ СОЛЯМИ АРИЛДИАЗОНИЯ</b> <i>А.О. Гусар, Е.В. Дорожко</i>	120
<b>ДЕРИВАТИЗАЦИЯ КЕТОСТЕРОИДОВ С ВВЕДЕНИЕМ ФИКСИРОВАННОГО ЗАРЯДА ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕГО АНАЛИЗА МЕТОДОМ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ МАЛДИ</b> <i>Д.И. Жиляев, В.В. Ильющенкова, М.Д. Матвеева, С.В. Горяинов</i>	124
<b>НОВЫЙ ДЕРИВАТИЗИРУЮЩИЙ АГЕНТ ДЛЯ АНАЛИЗА КАБОНИЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ МЕТОДОМ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ С ИОНИЗАЦИЕЙ</b>	

<b>ЭЛЕКТРОРАСПЫЛЕНИЕМ</b> <i>В.В. Ильюшенкова, Д.И. Жиляев, М.М. Матвеева, С.В. Горяинов</i>	127
<b>СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗОЛОТА В ЭЛЕКТРОЛИТЕ ИММЕРСИОННОГО ЗОЛОЧЕНИЯ</b> <i>Т.В. Калабина, Л.В. Трубачева, С.Ю. Лоханина</i>	129
<b>НОВЫЙ ФОТОАКТИВНЫЙ КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИЙ ДЕНДРИМЕР ПЕРВОГО ПОКОЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ТЕТРАВНИЛСИЛАНА И РОДАМИНА 6Ж</b> <i>Е.И. Карпова, П.И. Мусатова, Н.А. Любых, М.В. Тутов</i>	132
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИОКИСЛИТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ РЯДА ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК МЕТОДОМ СПЕКТРОФОТОМЕТРИИ</b> <i>О.Д. Киреева, Е.В. Булычева</i>	134
<b>КООРДИНАЦИОННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ МЕДИ(II) С МЕТИОНИНОМ И ЛИЗИНОМ</b> <i>И.И. Кожухова, Н.Я. Есина, М.Н. Курасова, О.И. Андреева, В.Н. Хрусталева, Р.Д. Светогоров, А.Л. Тригуб</i>	137
<b>ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИТАМИНА С В ДЕТСКИХ БАД</b> <i>Л.Н. Лоскутова, Е.В. Булычева</i>	140
<b>АСПЕКТЫ УСТАНОВЛЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАТИВНЫХ ОБРАЗЦОВ ПОЧВ РАЗЛИЧНОГО ТИПА</b> <i>А.И. Макарова, Л.В. Трубачева, С.Ю. Лоханина</i>	143
<b>ФЛУОРИМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАТУРАЛЬНЫХ И СИНТЕТИЧЕСКИХ ПИЩЕВЫХ КРАСИТЕЛЕЙ</b> <i>А.А. Николаева</i>	146
<b>ПЕРРЕНАТЫ АЗОТИСТЫХ ГЕТЕРОЦИКЛОВ ПУРИНОВОГО РЯДА</b> <i>А.П. Новиков, В.А. Ильин, А.В. Сафонов, К.Э. Герман, М.С. Григорьев, В.Н. Хрусталева</i>	149
<b>РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ ПРИЕМОМ ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ МИКРОПРИМЕСЕЙ АЦЕТОНА В ВОЗДУШНЫХ СРЕДАХ</b> <i>И.А. Платонов, И.Н. Колесниченко, Д.Д. Карапетян</i>	151
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ АЦЕТОНОВЫХ РАСТВОРОВ <math>[H(dmsO)_2]_2[OsX_6]</math> (X=Cl, Br) МЕТОДАМИ ЯМР И ЭЛЕКТРОННО-АБСОРБЦИОННОЙ СПЕКТРОСКОПИИ</b> <i>Т.А. Терёшина, Е.В. Доброхотова, Е.К. Култышкина, О.В. Рудницкая</i>	154
<b>АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ</b>	157

УДК 90.29

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ  
МАРГАНЦА В ОБРАЗЦАХ ДЛЯ КОНТРОЛЯ СОСТАВА ВОДЫ ПРИРОДНОЙ**

**Т.И. Белова, С.Ю. Лоханина, Л.В. Трубачева**  
ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»,  
Россия, 426034, г.Ижевск, ул. Университетская 1  
e-mail: [tatyana.belova.96-96@yandex.ru](mailto:tatyana.belova.96-96@yandex.ru)

*Создан образец для контроля (ОК) состава воды природной, представляющий собой смесь сухих солей. Установлены метрологические характеристики образца для контроля по некоторым макрокомпонентам. Наряду с макрокомпонентами образец содержал микрокомпоненты (ионы марганца). Содержание марганца определялось несколькими методами: методом инверсионной вольтамперометрии и молекулярно-абсорбционной спектроскопии (по аттестованной методике измерений ПНД Ф 14.12.61 и по неаттестованной). Рассчитаны метрологические характеристики ОК по содержанию марганца.*

*A sample was created to control (SC) the composition of natural water, which is a mixture of dry salts. Metrological characteristics of the sample for monitoring of some macro components have been evaluated. Along with the macrocomponents, the sample contained microcomponents (manganese ions). The manganese content was determined by several methods: the method of stripping voltammetry and molecular absorption spectroscopy (according to the certified method for measuring HDPE F on 14.12.61 and on the non-attested one). Metrological characteristics of SC for manganese content are calculated.*

Качество результатов измерений в лаборатории подтверждается в ходе оперативного внутрилабораторного контроля. При его проведении, как правило, используют специальные образцы [1].

Образец для контроля (ОК) – вещество (материал) с установленными путем аттестации значениями одной или нескольких величин, характеризующих состав или свойства этого вещества (материала), предназначенное для контроля точности результатов испытаний близких по составу или свойствам веществ (материалов) [2].

Большинство выпускаемых на сегодня ОК состава воды природной представляют собой водные растворы одного из контролируемых показателей качества воды. Однако лаборатории стремятся использовать образцы, которые по своим химическим и физическим свойствам имитируют анализируемый объект. Особенно важно это свойство при определении микрокомпонентов, поскольку в реальных объектах их концентрации на порядок ниже содержаний сопутствующих ионов. Только в этих случаях результаты контрольных процедур будут объективно отражать качество работы лаборатории, включая все этапы реализации методик измерений – перевод анализируемого компонента в соединение, дающее аналитический сигнал, устранение мешающих и сопутствующих влияний. Поэтому ОК должен моделировать объект испытания и при его создании необходимо использовать матрицу, аналогичную анализируемому объекту [3].

В ходе эксперимента создан специальный ОК на основе смеси неорганических веществ, имитирующий содержание основных компонентов природных вод, таких как  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ . С использованием аттестованных методик проведен статистический эксперимент, определено содержание некоторых компонентов ОК. Рассчитаны их аттестованные значения (АЗ) и такие метрологические характеристики образца как неопределенность АЗ, неопределенность от неоднородности и от способа аттестации (табл.).

Наряду с макрокомпонентами матрицы образец содержал ионы  $\text{Mn}^{2+}$  и других металлов. Содержание ионов  $\text{Mn}^{2+}$  в ходе установления метрологических характеристик образца для контроля определяли несколькими методами.

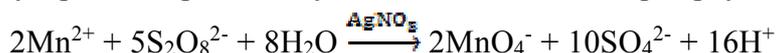
#### 1. Метод инверсионной вольтамперометрии (ИВА) на анализаторах типа ГА-4.

Сущность метода заключается в способности элементов накапливаться на рабочем электроде из исследуемых растворов, а затем электрохимически растворяться при определенном потенциале, который характерен для каждого элемента [4]. Потенциал максимума регистрируемого анодного пика  $\text{Mn}^{2+}$  на фоне сульфата натрия ( $-1.5 \pm 0.1$ ) В. Массовые концентрации в пробе определяются по методу добавок аттестованных смесей элементов. Данный метод позволяет определять элементы при низких концентрациях с

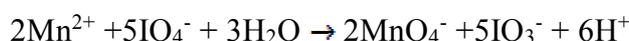
использованием предварительного концентрирования анализируемого компонента на рабочем электроде.

2. Метод молекулярно-абсорбционной спектроскопии с применением градуировочного графика. В основе метода лежит окислительно-восстановительная реакция, в ходе которой происходит окисление ионов  $Mn^{2+}$  до перманганат-ионов  $MnO_4^-$ . Образующийся в ходе реакции перманганат-ион придает раствору розовую окраску [5,6].

- По аттестованной методике ПНД Ф 14.1:2.61 – окисление происходит в азотнокислой среде под действием персульфата аммония в присутствии катализатора – ионов серебра  $Ag^+$  с последующим измерением оптической плотности раствора при длине волны 540 нм. Диапазон определения  $Mn^{2+}$  составляет от 0.05 до 5.0 мг/дм<sup>3</sup> [5]. Определению данным способом мешают хлорид-ионы, для их устранения рекомендуется использовать нитрат ртути(II).



- По неаттестованной методике – окисление происходит в присутствии периодата калия  $KIO_4$  с последующим измерением оптической плотности раствора при длине волны 525 нм. Этот метод позволяет определять  $Mn^{2+}$  в присутствии многих ионов, в том числе и хлоридов [6].



Проведен также статистический эксперимент и рассчитаны метрологические характеристики образца по содержанию  $Mn^{2+}$  (табл.).

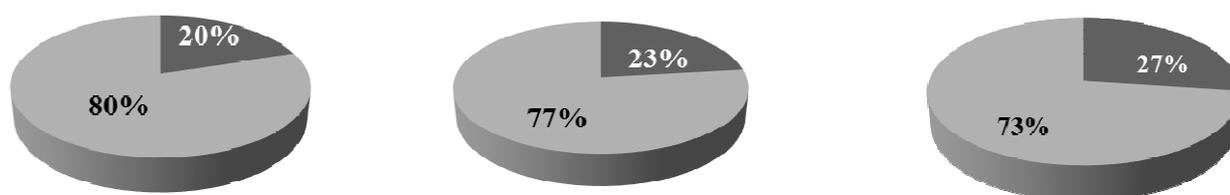
Таблица. Метрологические характеристики ОК

Массовая концентрация, мг/дм <sup>3</sup>	АЗ		Неопределенность АЗ (P=0.95)	Неопределенность от	
	Экперим.	Теор.		способа аттестации	неоднородности
хлорид-ионы	285.9	263.9	9.2	0.88	4.36
нитрат-ионы	59.6	57.1	5.6	0.53	2.67
гидрокарбонат-ионы	298.8	335.6	7.2	0.51	3.56
карбонат-ионы	40.5	-	3.3	0.23	1.61
pH, ед. pH	9.72	-	0.15	0.01	0.07
Значение щелочности, ммоль/дм <sup>3</sup>					
свободная ( $A_p$ )	0.68	-	0.05	0.004	0.03
общая ( $A_T$ )	6.25	-	0.04	0.003	0.02
Массовая концентрация $Mn^{2+}$ , мг/дм <sup>3</sup>					
ИВА	0.80	1	0.10	0.01	0.04
ПНД Ф 14.1:2.61	1.26	1	0.04	0.006	0.02
Неаттестованная МИ	1.02	1	0.20	0.03	0.08

При установлении аттестованного значения использовали способ с применением стандартизованной методики измерений, согласно требованиям [7]. Методики измерений [4,5] аттестованы и допущены к применению на территории РФ в установленном порядке. Перед применением этого способа аттестации для установления АЗ Mn(II) с предварительным окислением в присутствии периодата калия  $KIO_4$  проведен расчет метрологических характеристик указанной методики по методу сравнения с аттестованной методикой [5].

Наименьшее значение неопределенности аттестованного значения содержания Mn(II) (3.2%) получено в случае определения методом молекулярно-абсорбционной спектроскопии с применением в качестве окислителя персульфата аммония, поскольку эта методика характеризуется наибольшей точностью среди используемых методик измерений.

Вклады составляющих в неопределенность аттестованного значения содержания Mn(II), приведены на рисунке.



ИВА

ПНД Ф

Неаттестованная МИ

Рис. Вклады составляющих в неопределенность аттестованного значения содержания Mn(II), определенные разными методами



- вклад  $u_{\text{char}}$  (стандартная неопределенность от способа аттестации СО)

- вклад  $u_{\text{char}}$  (стандартная неопределенность от неоднородности СО)

На приведенных диаграммах видно, что наибольший вклад вносит неопределенность от неоднородности (для разных методов от 73 до 80%), что вполне ожидаемо, так как марганец микрокомпонент и в дисперсном материале образца для контроля сложно обеспечить однородное его распределение по всему объему.

Наибольшей точностью в диапазоне определяемой концентрации характеризуется методика измерений [5], однако вклад неопределенности от способа установления АЗ наименьший для ИВА, что возможно связано с мешающим влиянием макрокомпонентов образца (в частности хлорид-ионов).

Для того чтобы подтвердить результаты, полученные методами ИВА и молекулярно-абсорбционной спектроскопии, проведено исследование образца с помощью рентгенофлуоресцентной спектроскопии. Данный метод относится к неразрушающим методам анализа и обладает высокой воспроизводимостью результатов и точностью данных [8]. Метод основан на анализе характеристического спектра вторичного флуоресцентного излучения пробы, который возникает под действием более жесткого рентгеновского излучения. Спектральный состав вторичного излучения адекватно отражает элементный состав анализируемого образца, так как атомы химических элементов имеют свои характеристические линии, индивидуальные для данного элемента. Наличие в спектре характеристических линий указывает на качественный состав пробы, а измерение интенсивности этих линий позволяет количественно оценить концентрацию вещества [9]. Анализ и обработка результатов измерений проводится в автоматическом режиме.

Таким образом, разработан ОК состава воды природной, являющийся смесью неорганических веществ. Проведена метрологическая аттестация образца по ряду компонентов – установлены АЗ по выбранным показателям и их неопределенности. Установлено также, что неаттестованная методика измерений содержания  $\text{Mn}^{2+}$  дает результаты, которые хорошо согласуются с рассчитанным по процедуре приготовления значением, в то время как метод ИВА дает заниженные результаты, а аттестованная МИ – завышенные.

#### Список литературы

1. РМГ 76 – 2014. Внутренний контроль качества результатов КХА. М.: Стандартинформ, 2014. 111с.
2. Р 50.2.011–2005 ГСИ. Проверка квалификации испытательных (измерительных) лабораторий, осуществляющих испытания веществ, материалов и объектов окружающей среды (по составу и физико-химическим свойствам), посредством межлабораторных сличений. Екатеринбург.: Издательство УрГУ, 2005. 50 с.
3. ГОСТ 8.315. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов. М.: Стандартинформ, 2010
4. ПНД Ф 14.1:2.4.217 – 06. Методика выполнения измерений массовой концентрации марганца методом ИВА на анализаторах типа ТА. Томск, 2006. 21с.
5. ПНД Ф 14.1:2.61-96. Методика измерения массовой концентрации марганца в природных и сточных водах фотометрическим методом с персульфатом аммония. М.: ФБУ «ФЦАО», 2013. 13с.
6. Лазарева В.И. Исследование условий ускоренного фотометрического определения марганца периодатом / В.И. Лазарева, А.И. Лазарев, И.П. Харламов // Журнал «Заводская лаборатория». – 1979. – №45. – 193 с.
7. Р 50.2.058-2007 ГСИ. Оценивание неопределенностей аттестованных значений стандартных образцов. М.: Стандартинформ, 2008. 28 с.
8. Рентгенофлуоресцентный анализ объектов окружающей среды: учебное пособие / сост. Л.А. Ширкин. – Владимир, 2009. – 62с.
9. Рентгенофлуоресцентный метод анализа: учебное пособие / сост. А.А. Комиссаренко, С.Б. Андреев. – СПб, 2008. – 36 с.