

УДК 54.01

XII МЕЖДУНАРОДНОЕ КУРНАКОВСКОЕ СОВЕЩАНИЕ ПО ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОМУ АНАЛИЗУ

© 2023 г. А. И. Рудской^а, Н. Т. Кузнецов^б, В. К. Иванов^б,
А. А. Попович^а, В. П. Данилов^{б, *}

^аСанкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, 195251 Россия

^бИнститут общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН,
Ленинский пр-т, 31, Москва, 119991 Россия

*e-mail: vpdanilov@igic.ras.ru

Поступила в редакцию 14.01.2023 г.

После доработки 19.01.2023 г.

Принята к публикации 20.01.2023 г.

Приведены сведения о совещаниях и конференциях по физико-химическому анализу, проведенных ранее в СССР и Российской Федерации. Охарактеризована научная деятельность Н.С. Курнакова и его учеников в период работы в Петербургском политехническом университете. Рассмотрены результаты исследований различных неорганических и органических систем, направленных на синтез новых веществ и материалов и новых технологических процессов, выполненных в Российской Федерации и за рубежом в последние годы.

Ключевые слова: водно-солевые системы, природные соли, безводные соли, удобрения, оксиды металлов, магнитные материалы, неравновесные системы

DOI: 10.31857/S0044457X23600068, **EDN:** SOHUSL

27–29 сентября 2022 г. в Санкт-Петербурге на базе Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого состоялось XII Международное совещание по физико-химическому анализу. Организаторами совещания выступили Министерство науки и высшего образования РФ, Российская академия наук, Национальная академия наук Беларуси, Правительство Санкт-Петербурга, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН, Российский научный фонд и другие организации.

Совещания и конференции по физико-химическому анализу проводятся с 1933 г. в различных городах СССР и Российской Федерации. На этих научных форумах докладываются и на высоком научном уровне в доброжелательной и благоприятной атмосфере обсуждаются результаты исследований, актуальные проблемы физико-химического анализа, а также физикохимии и технологии веществ и материалов. Краткие сведения о предыдущих совещаниях и конференциях по физико-химическому анализу отражены в табл. 1.

Выбор Санкт-Петербургского Политехнического университета Петра Великого в качестве организации, на базе которой проводилось Сове-

щание в 2022 г., не случаен. С именем университета связана многолетняя научно-педагогическая деятельность Николая Семеновича Курнакова. Работая в университете, он окружил себя плеядой талантливых ученых, совместно с которыми были получены важные научные результаты в области физико-химического анализа твердых металлических систем.

Среди ближайших соратников Н.С. Курнакова был Сергей Федорович Жемчужный, который совместно с Н.С. Курнаковым исследовал электропроводность твердых металлических систем; они пришли к выводу о высокой чувствительности и информативности этого метода. В период с 1899 по 1929 гг. С.Ф. Жемчужным и Н.С. Курнаковым была опубликована 41 совместная работа в отечественных и зарубежных научных журналах.

С.Н. Курнаков приложил огромные усилия для того, чтобы лаборатория общей химии, включающая кабинеты термического анализа, металлографии электрических измерений и калориметрии, физических испытаний, микрофотографии, отвечали самым высоким требованиям современности. Н.С. Курнаков исходил из убеждения, "...что высшие технические школы должны быть не только учебными, но и научными учреждениями. Наряду с университетами высшая

Таблица 1. Сведения о совещаниях и конференциях по физико-химическому анализу, проведенных в СССР и Российской Федерации

Название	Время и место проведения
Первая Всесоюзная конференция по физико-химическому анализу	24–29 октября 1933 г., Ленинград, ИФХА
Вторая Всесоюзная конференция по физико-химическому анализу	30 января–4 февраля 1950 г., Москва, ИОНХ
Третье Всесоюзное совещание по физико-химическому анализу	01–04 июня 1955 г., Москва, ИОНХ и ИМЕТ
Четвертое Всесоюзное совещание по физико-химическому анализу, посвященное 199-летию со дня рождения академика Н.С. Курнакова	07–10 декабря 1960 г., Москва, ИОНХ и ИМЕТ
Пятое Всесоюзное совещание по физико-химическому анализу	13–15 сентября 1976 г., Москва, ИОНХ и ИМЕТ
Шестое Всесоюзное совещание по физико-химическому анализу	22–24 ноября 1983 г., Киев, ИОНХ АН УССР
Седьмое Всесоюзное совещание по физико-химическому анализу	04–06 октября 1988 г., Фрунзе, ИНФХ АН Киргизской ССР
Восьмое Всесоюзное совещание по физико-химическому анализу	17–19 сентября 1991 г., Саратов, Саратовский гос. университет
IX Международное Курнаковское совещание по физико-химическому анализу	05–09 июля 2010 г., Пермь, Пермский государственный университет
X Международное Курнаковское совещание по физико-химическому анализу	01–05 июля 2013 г., Самара, Самарский государственный технический университет
XI Международное Курнаковское совещание по физико-химическому анализу	27 июня–01 июля 2016 г., Воронеж, Воронежский государственный университет

техническая школа должна двигать науку путем самостоятельных исследований. В настоящее время задачи чистой науки и техники так тесно связаны между собой, что разделены быть не могут.”

Работая вместе с такими выдающимися учеными, как Николай Александрович Мишуткин, Владимир Александрович Кистяковский, Александр Александрович Байков, Владимир Ефимович Грум-Гризмайло, Павел Павлович Федотьев, Н.С. Курнаков с успехом внедрил основные результаты научных исследований этих ученых в учебный процесс. Так, совместно с В.А. Кистяковским для учебных и научных целей эффективно использовалась лаборатория физической химии В.А. Кистяковского. Эта лаборатория была первой в России. По ее образцу создавались лаборатории в других русских высших учебных заведениях. Можно продолжить перечень выдающихся результатов, полученных Н.С. Курнаковым с соратниками. Достаточно отметить, что с его именем и именами его коллег тесно связано развитие целого ряда электрохимических производств в нашей стране, изучение природных богатств России и их эффективное использование в отечественной промышленности.

На XII Международном Курнаковском совещании было представлено восемь пленарных и 72 секционных доклада по четырем направлениям:

- Развитие теории и методов физико-химического анализа.
- Физико-химический анализ неорганических систем.
- Современные технологии производства конструкционных и функциональных материалов. Применение методов физико-химического анализа для их контроля.
- Физико-химический анализ органических систем, включая биологически активные соединения.

По итогам совещания издан сборник трудов.

Отмечено, что за прошедшие со времени XI Совещания шесть лет в научно-исследовательских центрах Российской Федерации, а также в странах ближнего зарубежья успешно продолжались исследования в области физико-химического анализа и его применения при разработке различных новых химико-технологических процессов, создании новых конструкционных и функциональных материалов.

Результаты исследований отражены в пленарных и секционных докладах.

Наиболее широко были представлены практически ориентированные исследования водно-солевых систем. Так, В.П. Даниловым рассмотрены результаты исследований в области химии и технологии природных солей, проводившихся в Институте физико-химического анализа и в ИОНХ РАН в период 1918–2022 гг., приведшие к открытию крупных месторождений солей, установлению закономерностей минералообразования в солеродных бассейнах, разработке новых технологических процессов, синтезу новых соединений (противогололедных реагентов, добавок в цемент, удобрений и др.) (ИОНХ РАН) [1–3]. Коллективом В.П. Данилова, Д.Ф. Кондакова и Е.А. Фроловой разработаны новые эффективные противогололедные реагенты для применения на аэродромах. Теми же авторами доложено об исследованиях условий осаждения магния из рассолов Волгоградского бишофитового месторождения и поведении микрокомпонентов при осаждении, что позволило рекомендовать возможную последовательность стадий извлечения компонентов из рассола при его переработке [4].

Сотрудниками Пермского государственного национального исследовательского университета Н.С. Кистановой, О.С. Кудряшовой и И.Н. Коновой выполнены исследования фазовых равновесий в четверной взаимной водной системе из нитратов и хлоридов кальция и калия. Разработаны методики синтеза двойных нитратов кальция-калия, эффективных теплоаккумулирующих материалов [5, 6]. Коллектив О.С. Кудряшовой, А.М. Елохова и Н.С. Кистановой в своем докладе предложил способ разработки составов жидких комплексных удобрений с использованием фазовых диаграмм поликомпонентных водно-солевых систем, реализованный на практике [7]. С.А. Мазуниным, Н.С. Кистановой, А.В. Елсуковым и др. разработаны новые эффективные методы исследования фазовых равновесий в водных многокомпонентных системах, позволяющие значительно уменьшить затраты труда и времени на исследование [8–10].

В Санкт-Петербургском государственном университете коллективом Г.Х. Мисикова, А.А. Самарова, М.А. Тойкка и А.М. Тойкка исследованы фазовые равновесия в системе уксусная кислота–амиловый спирт–амилацетат–вода в политермических условиях. Эти данные необходимы для организации и оптимизации совмещенных процессов синтеза/разделения в технологии получения амилацетата [11–14].

В.В. Данилиной, Д.Г. Черкасовым и К.К. Ильиным (Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского) изучены фазовые рав-

новесия в системах бромид калия–вода–пиридин (триэтиламин), определены условия для экстрактивной кристаллизации соли [15].

Коллегами из ИХТРЭМС КНЦ РАН (А.Ю. Соколов, А.Г. Касиков) разработан процесс получения оксалата железа из отходов медно-никелевого производства.

Сотрудниками Орловского государственного университета им. И.С. Тургенева (В.А. Беник, Е.Н. Грибанов, Э.Р. Оскотская) разработана методика определения антибиотиков тетрациклиновой группы в природных водах, включающая их сорбционное концентрирование алюмосиликатом, десорбцию и хроматографическое определение.

Несколько докладов были посвящены магнитным материалам. Так, В.А. Кецко, М.Н. Смирнова и др. (ИОНХ РАН) синтезировали новые материалы для устройств магнитоплазмоники на основе церийсодержащих феррогранатов [16]. Сотрудниками ИОНХ РАН О.Г. Эллерт, А.В. Егорышевой обнаружены необычные магнитные свойства тройных пирохлоров, содержащих висмут и лантан: от кооперативного парамагнетизма до скошенного антиферромагнетизма и возвратного спинового стекла. Фазовые равновесия в системе из арсенидов кадмия и марганца исследованы С.Ф. Маренкиным, А.И. Рилем. Обнаружен ряд составов, перспективных в качестве сенсоров температуры и магнитного поля [17–19].

Сотрудниками Самарского государственного технического университета И.К. Гаркушиным с коллегами исследованы фазовые равновесия в широком круге многокомпонентных солевых систем. Результаты могут найти применение в различных областях техники: в химических источниках тока, системах хранения тепловой энергии и в других областях науки и техники [20, 21].

При изучении фазовых равновесий в системах нитрат натрия–нитрат калия и сульфат лития–сульфат натрия в политермических условиях П.П. Федоровым (ИОФ РАН) установлены превращения фазовых переходов второго рода в фазовые переходы первого рода, которым на фазовых диаграммах отвечают три критические точки. Полученные данные являются вкладом в теорию физико-химического анализа.

Широко развиваются расчетные методы в физико-химическом анализе. В Санкт-Петербургском государственном университете (К.А. Золотовский, А.М. Тойкка, А.В. Петров) методами молекулярной динамики определены границы устойчивости в расслаивающихся жидкофазных системах. Результаты применимы для анализа свойств промышленно значимых смесей пропилацетат–вода и этилпропионат–вода.

В.Д. Балдановым, А.Э. Зеленой и В.И. Луцыком (Институт физического материаловедения

СО РАН) построена 3D-компьютерная модель изобарной фазовой диаграммы марганец–медь–никель, которая будет использована при синтезе сплавов заданного состава [22].

Авторский коллектив из Физико-технического института НАН Беларуси и Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (Б.Б. Хина, В.Е. Бабюк, П.Г. Габдуллин, О.Е. Квашенкина) предложил новый метод расчета адиабатической температуры СВС в системе никель–алюминий [23].

Новые фундаментальные подходы, дающие возможность применять основные принципы физико-химического анализа (принципы непрерывности, соответствия и совместимости) к неравновесным системам, предложены М.Л. Хейфецем, С.А. Чижиком, П.А. Витязем, В.Т. Сенютем и А.Г. Колмаковым (ОИМ, ИТМ, ИПФ НАН Беларуси, ИМЕТ РАН). Эти авторы выполнили исследования условий и режимов синтеза нанодиазидных материалов из шихты, содержащей частицы нанодиазида и наночастицы графитоподобного углерода.

В ИХТРЕМС ФИЦ КНЦ РАН А.Г. Касиковым, В.В. Семушиным и П.В. Смирновым установлены факторы, влияющие на морфологию поверхности электролитного кобальта Кольского ГМК и разработаны меры, позволяющие полностью исключить питтинговую коррозию и получить кобальт высокого качества.

Работы, направленные на создание методов синтеза оксидных материалов различного назначения, также широко представлены на XII Международном Курнаковском совещании. Так, коллектив из ИОНХ РАН, МГУ, РХТУ, НИУ ВШЭ (С.В. Голодухина, К.Р. Латыпова, Л.С. Разворотнева, Е.Ю. Либерман и А.В. Егорышева) разработал методику синтеза новых катализаторов окисления оксида углерода на основе антимонатов железа, кобальта и никеля [24].

Конструкционные вспененные геополимерные материалы на основе золошлаковых отходов Новочеркасской ГРЭС получены Е. Яценко, Б.М. Гольцман, Л.А. Яценко, А.И. Извариным (Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова) [25].

В результате изучения взаимодействия в системах оксид алюминия–нитрид алюминия–оксид титана Л.Г. Скворцовой, А.В. Ищенко, Н.С. Ахмадуллиной и Ю.Ф. Каргиным (ИМЕТ РАН, Российский технологический университет, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина) получены образцы керамических материалов, оксонитриды алюминия, легированные ионами титана.

Совещание показало, что физико-химический анализ по-прежнему является фундаментальной

основой химико-технологических процессов переработки природного и техногенного сырья, направленного поиска и контролируемого синтеза новых химических веществ и материалов.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фролова Е.А., Кондаков Д.Ф., Свешникова Л.Б. и др. // Журн. неорган. химии. 2021. Т. 66. № 4. С. 531. <https://doi.org/10.31857/S0044457X21040115>
2. Фролова Е.А., Кондаков Д.Ф., Свешникова Л.Б. и др. // Химическая технология. 2021. Т. 22. № 10. С. 444. <https://doi.org/10.31044/1684-5811-2021-22-10-444-446>
3. Фролова Е.А., Кондаков Д.Ф., Данилов В.П. // Химическая технология. 2021. Т. 22. № 7. С. 290. <https://doi.org/10.31044/1684-5811-2021-22-7-290-293>
4. Данилов В.П., Барановская В.Б., Фролова Е.А. и др. // Химическая технология. 2022. Т. 23. № 3. С. 105. <https://doi.org/10.31044/1684-5811-2022-23-3-105-108>
5. Кистанова Н.С., Мукминова А.Р., Конева И.Н. и др. // Журн. неорган. химии. 2021. Т. 66. № 11. С. 1620. <https://doi.org/10.31857/S0044457X2111012X>
6. Belosludseva A.I., Shabanov R.A., Kistanova N.S. et al. // Вестн. Пермского ун-та. Сер. Химия. 2020. V. 10. № 3. P. 246. <https://doi.org/10.17072/2223-1838-2020-3-246-256>
7. Кистанова Н.С., Кудряшова О.С., Мазунин С.А. и др. // Способ определения составов высококонцентрированных жидких комплексных удобрений, RU 2529163 C1, 27.09.2014, 2014.
8. Кистанова Н.С., Мазунин С.А. // Журн. неорган. химии. 2020. Т. 65. № 9. С. 1248. <https://doi.org/10.31857/S0044457X2009007X>
9. Мазунин С.А., Чечулин В.Л. // Журн. физ. химии. 2019. Т. 93. № 1. С. 50. <https://doi.org/10.1134/S0044453718120300>
10. Misikov G., Toikka M., Samarov A. et al. // Fluid Phase Equilib. 2022. V. 552. P. 113265. <https://doi.org/10.1016/j.fluid.2021.113265>
11. Senina A., Samarov A., Toikka M. et al. // J. Mol. Liq. 2022. V. 345. P. 118246. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2021.118246>
12. Trofimova M., Misikov G., Samarov A. et al. // J. Chem. Thermodyn. 2021. V. 161. P. 106515. <https://doi.org/10.1016/j.jct.2021.106515>
13. Toikka M., Vernadskaya V., Samarov A. // Fluid Phase Equilib. 2018. V. 471. P. 68. <https://doi.org/10.1016/j.fluid.2018.05.009>
14. Cherkasov D.G., Danilina V.V., Il'in K.K. // J. Chem. Eng. Data. 2022. V. 67. № 2. P. 428. <https://doi.org/10.1021/acs.jced.1c00753>
15. Smirnova M.N., Glazkova I.S., Nikiforova C.E. et al. // Nanosyst. Physics, Chem. Math. 2021. V. 12. № 2. P. 210. <https://doi.org/10.17586/2220-8054-2021-12-2-210-217>

16. *Ril' A.I., Marenkin S.F., Volkov V.V. et al.* // J. Alloys Compd. 2022. V. 892. P. 162082.
<https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2021.162082>
17. *Риль А.И., Маренкин С.Ф.* // Журн. неорган. химии. 2021. Т. 66. № 10. С. 1469.
<https://doi.org/10.31857/S0044457X21100147>
18. *Kulatov E.T., Uspenskii Y.A., Oveshnikov L.N. et al.* // Acta Mater. 2021. V. 219. P. 117249.
<https://doi.org/10.1016/j.actamat.2021.117249>
19. *Харченко А.В., Егорова Е.М., Гаркушин И.К.* // Журн. неорган. химии. 2022. Т. 67. № 2. С. 224.
<https://doi.org/10.31857/S0044457X22020064>
20. *Сухаренко М.А., Гаркушин И.К., Керимова К.И.* // Журн. физ. химии. 2022. Т. 96. № 2. С. 159.
<https://doi.org/10.31857/S004445372202025X>
21. *Zelenaya A.E., Lutsyk V.I., Baldanov V.D.* // Конденсированные среды и межфазные границы. 2022. Т. 24. № 4. С. 466.
<https://doi.org/10.17308/kcmf.2022.24/10551>
22. *Kvashenkina O.E., Eidelman E.D., Osipov V.S. et al.* // Tech. Phys. 2020. V. 65. № 7. P. 1144.
<https://doi.org/10.1134/S1063784220070117>
23. *Golodukhina S.V., Razvorotneva L.S., Egorysheva A.V. et al.* // Dokl. Chem. 2021. V. 500. № 2. P. 199.
<https://doi.org/10.1134/S0012500821100013>
24. *Yatsenko E.A., Goltsman B.M., Trofimov S.V. et al.* // Materials (Basel). 2022. V. 15. № 7. P. 2587.
<https://doi.org/10.3390/ma15072587>