

# ЕВРОПЕЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ОТ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ – К ТЕХНОЛОГИЯМ БУДУЩЕГО

**Василевич Н.И.**, к.х.н., ООО "ЛабПро Медиа", nvasile2003@yahoo.com

С 24 по 28 июня 2019 года в Президиуме Российской Академии наук прошла 5-я Европейская конференция по неорганической химии (5<sup>th</sup> EuChemS Inorganic Chemistry Conference, EICC-5). Российское химическое общество им. Д.И.Менделеева совместно с Российской академией наук получили право на проведение этой конференции в России по результатам голосования региональных представителей отделения неорганической химии Европейского химического общества 3 июля 2017 г.

Конференции по неорганической химии регулярно проводятся Европейским химическим обществом с 2011 года. Первая конференция прошла в Манчестере (Великобритания) летом 2011 года, вторая – в Иерусалиме (Израиль) в 2013 году, третья – во Вроцлаве (Польша) в 2015 году, четвертая – в Копенгагене (Дания) в 2017 году. Решение Европейского химического общества о проведении очередной конференции в Москве свидетельствует о высокой международной оценке научных результатов российских ученых в этой области. EICC-5 состоялась в рамках программы научных мероприятий Международного года Периодической таблицы химических элементов при поддержке Министерства науки и высшего образования и Российского фонда фундаментальных исследований. Базовыми

институтами для проведения конференции стали ИОНХ им. Н.С.Курнакова РАН, ИНЭОС им. А.Н.Несмеянова РАН и ИФХЭ им. А.Н.Фрумкина РАН. Председателем конференции стал академик А.Ю.Цивадзе, сопредседателями – чл.-корр. РАН Ю.Г.Горбунова, чл.-корр. РАН В.К.Иванов и д.х.н. А.А.Трифонов, ученым секретарем конференции – профессор РАН Н.В.Белкова.

За 5 дней работы участники научного форума обсудили широкий круг вопросов, связанных с современными направлениями развития кластера химических наук: координационную и супрамолекулярную химию, катализ и металлоорганическую химию, элементоорганическую химию и химию f-элементов, бионеорганическую и медицинскую химию, магнетохимию; фотохимию и химию неорганических материалов.



**Маттиас ДРИСС (Matthias DRIESS)**

*Технический университет Берлина,  
Германия*

Конференцию открыл Маттиас Дрисс из Технического университета Берлина, выступив с пленарным докладом "Использование силиленов в гомогенном катализе". Обычно в качестве катализаторов для активации

малых молекул используют дорогие и достаточно токсичные металлы платиновой группы: палладий, платину, рутений, родий и др. Профессор Дрисс рассказал о возможности использования в каталитических реакциях комплексов переходных металлов с цвиттер-ионными лигандами на основе силилена. Силилены – соединения двухвалентного кремния, где атом кремния находится в синглетном основном состо-

янии. Подобно своим более легким аналогам, карбенам, силилены с двухкоординированным кремнием являются одновременно кислотами и основаниями Льюиса, благодаря наличию свободной 3p-орбитали и неподеленной пары электронов. Долгое время считалось, что силилены практически невозможно выделить из-за их высокой реакционной способности. Однако сегодня получены N-гетероциклические силилены, циклические диалкилсилилены, циклические алкил(амино)силилены, ациклические силилены, стабилизированные координацией с переходными металлами. По словам проф. Дрисса, цвиттер-ионный силилен проявляет более сильные  $\sigma$ -донорные свойства по отношению к переходным металлам, чем N-гетероциклические карбены и фосфины, и его комплексы проявляют высокую каталитическую активность и обеспечивают хорошую регио- и стереоселективность в различных реакциях кросс-сочетания, циклотримеризации, гидроформилирования, аминирования и других.



**Мартин АЛЬБРЕХТ (Martin ALBRECHT)**  
 Университет Берна, Германия

Тему катализа продолжил Мартин Альбрехт из Университета Берна. В то время как механизмы каталитического восстановления и активные катализаторы для этих процессов хорошо известны, окислительный катализ изучен гораздо

меньше. Механизм окисления обычно более сложный и включает несколько стадий, а условия протекания реакций окисления значительно более жесткие. В поиске новых катализаторов окисления профессор Альбрехт и его коллеги обратили внимание на amino-пиридиниевые лиганды, способные существовать как в нейтральной, так и в цвиттер-ионной форме. В своем докладе ученый остановился на фундаментальных аспектах работы таких катализаторов, а также продемонстрировал примеры окислительных реакций с их участием, в частности окисления алкенов до карбонильных соединений.



**Жаоин ХОУ (Zhaomin HOU)**  
 RIKEN, Япония

Уникальным каталитическим свойствам полусэндвичевых комплексов редкоземельных элементов был посвящен доклад профессора Научного центра устойчивого развития RIKEN в г. Йокогама Жаомина Хоу. Диалкильные комплексы редко-

земельных элементов в сочетании с сокатализатором  $[\text{Ph}_3\text{C}][\text{B}(\text{C}_6\text{F}_5)_4]$  проявляют беспрецедентную каталитическую активность в реакциях полимеризации и сополимеризации олефинов, а также превращения гетероатомных органических субстратов. Введение в полусэндвичевый комплекс хиральных лигандов позволяет проводить реакции с высокой энантиоселективностью. Помимо редкоземельных элементов, автор исследовал комплексы на основе металлов 4-й группы и показал, что гидридный кластер титана обладает высокой активностью даже по отношению к малоактивным молекулам, таким как  $\text{N}_2$ .



**Маринелла МАЗЗАНТИ (Marinella MAZZANTI)**

*Институт химических наук и инженерии Лозанны, Швейцария*

Использование распространенных недорогих и доступных источников, таких как  $\text{N}_2$  и  $\text{CO}_2$ , для получения разнообразных органических соединений сегодня очень акту-

ально, и многие ученые ведут поиск катализаторов таких превращений. Среди них Маринелла Маззанти из Института химических наук и инженерии Лозанны, представившая доклад о получении мультиметаллических комплексов f-элементов и использовании катализаторов на их основе для расщепления молекул  $\text{N}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CS}_2$  и  $\text{CO}_2$  с образованием разнообразных N-функционализированных соединений. Разработка и внедрение подобных катализаторов помогут перейти от ископаемого природного сырья к возобновляемым ресурсам.



**Евгений АНТИПОВ**  
 МГУ им. М.В.Ломоносова, Россия

Задача замены природного топлива возобновляемыми источниками энергии требует разработки эффективных аккумуляторов и устройств для ее хранения. Использование существующих литиевых батарей ограничено распространенностью этого элемента в земной

коре. Поиску новых материалов для электродов аккумуляторов был посвящен доклад "Периодическая таблица как игровая площадка для создания новых аккумуляторных электродных материалов" Евгения Антипова из Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова. Он представил новое поколение катодных материалов, содержащих катионы щелочных и переходных металлов, а также различные полианионы общей формулы  $(\text{X}_m\text{O}_n)^{p-}$  ( $\text{X}=\text{V}, \text{P}, \text{S}, \text{Si}$ ). Учитывая принципы построения Периодической таблицы, варьируя ионные радиусы и кристаллохимические свойства щелочного и переходного металлов, группе проф. Антипова удалось создать материалы с уникальными

электрохимическими характеристиками. В докладе также были рассмотрены материалы, содержащие комбинацию фосфатного и фторидного анионов общей формулы

$A_xMPO_4F$  ( $A=Li, Na, K; M=V, Fe, Co$ ), которые обладают различным типом структуры в зависимости от природы щелочного и переходного металлов.



#### **Манфред ШЕЕР (Manfred SCHEER)**

*Институт неорганической химии университета Регенсбурга, Германия*

Очень интересный доклад, касающийся супрамолекулярной химии, представил Манфред Шеер из Института неорганической химии университета Регенсбурга. Он рассказал о полифосфорных комплексах и их применении в супрамолекулярной химии. Современная супрамолекулярная координационная химия построена почти исключительно на использовании

O-, N- или S-донорных лигандов для соединения различных металлосодержащих единиц, при этом образуются пространственно организованные структуры и агрегаты. В группе проф. Шеера работают с комплексными соединениями фосфора. Благодаря неподеленной электронной паре на атоме фосфора, он способен координироваться с переходными металлами, проявляющими свойства кислот Льюиса, такими как Fe, Cu(I) и Ag(I), с образованием новых металлоорганических каркасных структур или фуллереноподобных сферических комплексов с размерами до  $4 \times 5$  нм. Варьируя условия, ученым удалось также создать пространственные агрегаты, топологически отличающиеся от строго сферической структуры фуллерена.



#### **Маурицио ПЕРУZZИНИ (Maurizio PERUZZINI)**

*Институт химии металлоорганических соединений Национального исследовательского совета, Италия*

Проф. Маурицио Перуццини также посвятил свой доклад химии фосфора, однако его интересовали в первую очередь превращения элементарного фосфора. Известно, что фосфор может образовывать ряд аллотропных модификаций от чрезвычайно реактивного и токсичного белого фосфора до исклю-

чительного инертного черного фосфора. Проф. Перуццини обнаружил, что активация белого фосфора металлоорганическими соединениями рутения приводит к необычному гидролитическому расщеплению молекулы  $P_4$  с образованием уникальных соединений фосфора. С другой стороны, эксфолиацией инертного черного фосфора ученым удалось получить фосфорен – полный фосфорный аналог графена. Физические свойства и выраженная реакционная способность поверхности фосфорена делают этот нанослойный субстрат перспективным для применения в электронике и оптоэлектронике. Кроме того, будучи потенциальным лигандом для переходных металлов, он может служить платформой для размещения наночастиц на их основе.



#### **Владимир ФЕДИН**

*Институт неорганической химии им. А.В.Николаева СО РАН, Россия*

В последние два десятилетия большое внимание исследователей привлекают металлоорганические каркасные структуры. Изучение

этих композитов лежит на пересечении фундаментальной органической химии, неорганической химии и материаловедения. О достижениях новосибирских ученых из Института неорганической химии им. А.В.Николаева СО РАН, касающихся дизайна, синтеза и структурных характеристик современных многофункциональных материалов на основе металлоорганических каркасов, рассказал директор института Владимир Федин в своем докладе "Химический дизайн и многофункциональные свойства пористых

координационных полимеров". В частности, им удалось создать материалы, с высокой селективностью отделяющие бензол от циклогексана. Впервые синтезированные учеными каркасные структуры на основе  $Re_6$  октаэдрических халькогенидных кластеров продемонстрировали блестящую селективность при раз-

делении  $CO_2/N_2$  и  $CO_2/CH_4$ , люминесцентные и парамагнитные свойства. Кроме того, эти соединения способны реагировать с окислителями, при этом их свойства кардинальным образом меняются, причем процессы окисления и восстановления полностью обратимы.

В заключительный день конференции, 28 июня, с пленарными лекциями, посвященными различным аспектам конструирования платиновых комплексов и использования их люминесцентных свойств, выступили профессора Луиза Де Кола (Университет Страсбурга) и Вивиан Ям (Университет Гонконга). В своем докладе "Самоорганизующиеся люминесцентные комплексы: от понимания до искусственных вирусов" Л. Де Кола рассказала о гибких структурах на основе комплексов металлов, которые способны к образованию волокон, гелей и гибких механохромных материалов. Ученый и его коллеги обнаружили, что амфифильные люминесцентные комплексы Pt(II) способны к образованию супрамолекулярных структур в водных растворах, которые сходны с капсидными белками вирусов. Спектр излучения таких структур зависит от лигандов и от типа образуемых структур, что позволяет следить за процессами самоорганизации в реальном времени. Вивиан Ям продолжила тему образования супрамолекулярных структур из единичных комплексов, обладающих люминесцентными и хромоформными свойствами. Исследования основных факторов, определяющих спектроскопические свойства и морфологию таких структур, а также механизмов их сборки позволили исследователям выявить основные межмолекулярные силы и взаимодействия, влияющие на направленную сборку этих новых классов гибких материалов.



**Луиза ДЕ КОЛА (Luisa DE COLA)**  
Университет Страсбурга,  
Франция



**Вивиан ЯМ (Vivian YAM)**  
Университет Гонконга

Программой были предусмотрены лекции по ключевым темам EICC-5. Значительный интерес вызвал доклад Мира Вайса Хоссейни (Mir Wais Hosseini) из Университета Страсбурга о молекулярных турникетах на основе Sn(IV) порфиринов. Академик Сергей Алдошин из Института проблем химической физики РАН посвятил свое выступление мономолекулярным магнитам на основе комплексов Co(II). Степан Калмыков, декан химического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова, выступил с лекцией об образовании, структуре и свойствах наночастиц оксидов актинидов.

В работе 5-й Европейской конференции по неорганической химии приняли участие более 400 иностранных и российских ученых из 26 стран мира. Форум продемонстрировал растущий интерес к неорганической химии не только со стороны исследователей, посвятивших свою жизнь этой области науки, но и специалистов смежных областей: физической химии, физики твердого тела, органической химии, биохимии и материаловедения. Интенсивное раз-

витие высокотехнологичных отраслей: электроники, фотоники, сенсорики, спинтроники и др. требует синтеза новых соединений, создания новых материалов со специальными свойствами – следовательно, и глубоких научных исследований. Высокий уровень 5-й Европейской конференции по неорганической химии убедительно подтвердил, что мировая химическая наука полностью готова принять актуальные технологические вызовы современного общества. ■