

XX МЕНДЕЛЕЕВСКИЙ СЪЕЗД ПО ОБЩЕЙ И ПРИКЛАДНОЙ ХИМИИ

А.Понизовкин, редакция газеты "Наука Урала" УрО РАН,
gazeta@prm.uran.ru

УДК: 54; 66.0 ВАК: 02.00.00; 05.17.00



С 26 по 30 сентября 2016 года в Екатеринбурге под эгидой Международного союза по теоретической и прикладной химии (IUPAC) прошел юбилейный XX Менделеевский съезд по общей и прикладной химии. Организаторы форума – Российская академия наук, Уральское отделение РАН, ФАНО России, Министерство образования и науки РФ, Российское химическое общество им. Д.И.Менделеева, РФФИ, Национальный комитет российских химиков и Российский союз химиков. Главными спонсорами съезда выступили благотворительный фонд "Искусство, наука и спорт" и Уральская горно-металлургическая компания. За неполную неделю 1900 делегатов съезда из 38 стран мира участвовали в работе девяти пленарных, 94 секционных заседаний в рамках девяти секций, трех симпозиумов, десяти круглых столов. На площадке XX Менделеевского форума прошел восьмой отчетно-выборный съезд Российского химического общества.

На открытии съезда Полномочный представитель Президента РФ в Уральском федеральном округе Игорь Холманских зачитал приветствие делегатам от Владимира Путина, руководитель ФАНО Михаил Котюков – от Премьер-министра РФ Дмитрия Медведева. Губернатор Свердловской области Евгений Куйвашев кратко представил экономический потенциал региона и его "химическую" составляющую, подчеркнул необходимость более тесных связей науки и промышленности.

Президент Менделеевского съезда академик РАН, профессор Института органической химии им. Н.Д.Зелинского Олег Нефедов направил видео-

обращение в адрес собравшихся. От Академии наук зал приветствовал вице-президент РАН академик Сергей Алдошин, от УрФУ – первый проректор Сергей Кортов, от РХО им. Д.И.Менделеева – его лидер академик Аслан Цивадзе. С особым вниманием слушали президента главной химической организации планеты IUPAC члена-корреспондента РАН Наталью Тарасову (РХТУ им. Д.И.Менделеева). Она говорила, в частности, об огромной роли химии в жизни человечества, стоящих перед ней проблемах этического порядка, которыми IUPAC, включающий большинство стран мира, занимается постоянно при активнейшем уча-

стии российских химиков – неслучайно один из Менделеевских съездов был полностью посвящен экологии. Эта линия получает продолжение на Урале. Вице-президент РАН, председатель Уральского отделения академик Валерий Чарушин напомнил, что Менделеев был одним из первых лауреатов "русской Нобелевки" – уральской по происхождению научной Демидовской премии, то есть место проведения форума абсолютно закономерно. Прозвучало также приветствие от председателя совета РФФИ академика Владислава Панченко.

В рамках XX Менделеевского съезда состоялась выставка "Химия: Наука. Промышленность. Образование 2016". В ней приняли участие промышленные предприятия химической отрасли, производители и поставщики химического оборудования и реактивов, разработчики программного обеспечения, индустриальные и технологические парки, научно-внедренческие и научно-исследовательские организации, высшие учебные заведения из Москвы, Санкт-Петербурга, Новосибирска, Казани, Екатеринбурга, Челябинска, Тюмени, Томска, Сыктывкара, Иваново, Нижнего Новгорода и других городов – всего 68 участников. По словам вице-президента РАН академика С.М.Алдошина, на выставочной площадке удалось свести представителей промышленности, использующих инновации, и их поставщиков – разработчиков оборудования, инженеров, программистов, научные и научно-внедренческие организации. Важно, что экспонируются разработки Российской академии наук. Хотя институты РАН занимаются фундаментальными исследованиями, здесь демонстрируется немало проектов, которые уже используются или готовы для применения в промышленности. Такой вернисаж – своего рода пример объединения в целое трех ветвей научно-технического прогресса, заложенных в его названии.

ОБЗОР ПЛЕНАРНЫХ ДОКЛАДОВ

День первый



Даниэль ШЕХТМАН (Daniel SHECHTMAN)
Нобелевский лауреат, профессор университета Айовы (США) и института Технион Хайфы (Израиль)

Нобелевский лауреат Даниэль Шехтман открыл Пленарную сессию XX Менделеевского съезда блестящим научно-популярным докладом о квазипериодических кристаллах, впервые исследованных им в 1982 году. На тот момент кристаллография была уже сформировавшейся наукой, основанной на постулате, согласно которому все кристаллы являются упо-

рядоченными и периодическими. Постулат этот был подтвержден огромным массивом экспериментальных данных, и никакой революции в наших представлениях о структуре кристаллических материалов не предвиделось. Неудивительно, что открытие кристаллов с квазипериодической структурой не могло быть сразу принято научным сообществом, на это ушло более десяти лет. Шехтмана называли "квази-ученым", отказывались публиковать его работы, потому что, с точки зрения рецензентов, он вторгнулся с территории химии на территорию физики, однако он последовательно доказывал свою правоту. В результате в 2011 году Даниэль Шехтман получил высшую научную награду, причем Нобелевский комитет констатировал, что "его открытия заставили ученых пересмотреть свои представления о самой природе материи".



Сергей ДМИТРИЕВ

д.ф.-м.н., директор лаборатории ядерных реакций им. Г.Н.Флерова, профессор Объединенного института ядерных исследований (Дубна)

Сергей Николаевич Дмитриев рассказал об одном из самых ярких научных событий последнего десятилетия – пополнении таблицы Менделеева сверхтяжелыми элементами с атомными номерами 113–118. Все они были синтезированы искусственно, поскольку в природе не существуют. По словам С.Н.Дмитриева, синтез новых элементов по своему масштабу сопоставим с атомным проектом, поэтому в такие "игры" играют только развитые страны. Партнеры российских ученых – американские коллеги из Ливерморской национальной лаборатории (Калифорния) и Национальной лаборатории Окридж (Теннесси), и, кстати, никакие санкции на это сотрудничество не распространяются. Российско-американской группой в последние годы синтезированы пять новых элементов: 114–118-й. Два из них уже получили названия: 114-й – флеровий в честь академика Г.Н.Флерова, одного из основателей института в Дубне, 116-й – ливерморий. Приоритет создания 113-го элемента принадлежит Японии и будет назван в честь этой страны, а 115-й элемент предложено назвать москovieм, 117-й – теннессином (в честь штата Теннесси), 118-й – оганессоном в честь научного руководителя лаборатории ядерных реакций академика Ю.Ц.Оганесяна. Окончательное решение уже принято Международным союзом теоретической и приклад-

ной химии. Ученые из Дубны не только синтезировали новые элементы, но и провели уникальные исследования их химических свойств, а также ядерно-физических свойств их изотопов. Открытие "Острова стабильности" сверхтяжелых элементов с увеличенным временем жизни по сравнению с соседними элементами ставит перед исследователями фундаментальные вопросы: могут ли существовать элементы с еще более тяжелыми ядрами, где границы Периодической таблицы, насколько химические свойства сверхтяжелых элементов подобны свойствам их более легких аналогов с тем же строением внешней электронной оболочки. Чтобы продолжить исследования и ответить на эти вопросы, необходимо кардинально усовершенствовать экспериментальную базу. В лаборатории ядерных реакций планируется создать первую в мире фабрику сверхтяжелых элементов, включающую мощный ускоритель стабильных долгоживущих радиоактивных изотопов, новые материалы мишени, новые сепараторы и детекторы для исследования ядерных, атомных и химических свойств новых элементов. Синтезом 118-го элемента завершён седьмой период таблицы Менделеева. В обозримом будущем ученые начнут синтез 119-го и 120-го элементов – первых в восьмом периоде, и, вероятно, о результатах кто-то доложит на очередном Менделеевском съезде.



Олег АКСЮТИН

д.т.н., член-корреспондент РАН, член правления и начальник департамента ПАО "Газпром"

Доклад Олега Евгеньевича Аксютин посвящен роли химии в газовой отрасли страны и ожиданиям специалистов от химической науки. Крупнейшая энергетическая компания мира с диверсифицированным бизнесом, имеющая газотранспортную систему протяженностью более 170 тыс. километров (или четыре оборота вокруг Земли по экватору), является не только потребителем, но и производителем химической продукции. Но есть и всегда будут проблемы, решение которых требует активного участия ученых, – это разработки новых материалов, реагентов, инновационных технологий добычи газа и нефти, их транспортировки, хранения и переработки, в том числе и такие существенные "мелочи", как создание современной модификации одорантов, придающих газу резкий запах, чтобы предотвратить его утечку. Очертив круг этих проблем, Олег Евгеньевич подчеркнул, что "Газпром" постоянно сотрудничает с институтами РАН, другими научными организациями в фундаментальной и прикладной областях и всегда рассчитывает на взаимный эффект.



Фисбе ЛИНДХОРСТ (Thisbe LINDHORST)

президент Немецкого химического общества, профессор университета Киля (Германия)

Профессор немецкого университета Фисбе Линдхорст работает на стыке органической химии и молекулярной биологии. Она представила новое понимание роли эффектов поливалентности в процессах распознавания углеводов, которые играют ключевую роль в клеточном метаболизме. Речь шла также о механизмах бактериальной адгезии (от греч. "прилипание") – способности микроорганизмов адсорбироваться и создавать колонии на различных поверхностях – и о возможностях контроля этого процесса. Актуальность проблемы определяется тем, что микробная адгезия – пусковой механизм инфекционных заболеваний.



Пол ВОРСФОЛД (Paul WORSFOLD)

профессор университета Плимута (Великобритания)

Специалист в области аналитической химии и химии окружающей среды Пол Ворсфорд сообщил о результатах исследования состава воды Мирового океана, в частности содержания в ней железа, кобальта, цинка, алюминия. Эти микроэлементы регулируют рост биомассы и состав фитопланктона в морской воде, посредством этого участвуют в глобальном круговороте углерода и таким образом оказывают влияние на климат Земли, поэтому изучение их биогеохимических циклов имеет не только научное и экологическое, но и общественное значение. Докладчик подробно охарактеризовал проточно-инжекционный метод, который используется в этих исследованиях.

День второй



Сергей АЛДОШИН

д.х.н., академик, вице-президент РАН, директор Института проблем химической физики РАН (Черноголовка)

Сергей Михайлович Алдошин рассказал об истории исследований мономолекулярных магнитов, которые начались в 1980-е годы, и о современных тенденциях в этой области. Мономолекулярные магниты – молекулы, которые намагничиваются внеш-

ним магнитным полем, а после завершения этого воздействия сохраняют намагниченность при определенной температуре. Задача состоит в том, чтобы получить высокоспиновые молекулы, которые проявляют такие необычные свойства. С использованием мономолекулярных магнитов можно строить системы записи информации, объем памяти которых будет на четыре порядка выше, чем у существующих. Мономолекулярные магниты представляют интерес и для молекулярной спинтроники: на их базе можно создавать транзисторы. Системы, основанные на этих соединениях, могут использоваться как элементы памяти в квантовых компьютерах. Правда, по словам докладчика, говорить о создании полнофункциональной системы записи информации на этой основе пока рано. Период релаксации сегодняшних мономолекулярных магнитов составляет три года при температуре 1,5 К, а для полноценного практического использования этот показатель необходимо увеличить до 15 лет при обычных условиях. Впрочем, недавно канадской компании D-Wave Systems все же удалось применить компоненты на базе мономолекулярных магнитов для создания квантовых компьютеров.



Владимир РАЗУМОВ
д.ф.-м.н., член-корреспондент
РАН, ведущий научный сотрудник
Института проблем химической
физики РАН (Черноголовка)

Совместный с директором Центра фотохимии РАН академиком Михаилом Алфимовым доклад Владимира Разумова был посвящен химическим аспектам современной энергетики. На протяжении четырех этапов развития энергетики, поочередно связанных с господством угля, переходом к нефти, изменением цен на энергоносители и появлением новых видов топлива, доля химических источников энергии остается стабильно высокой и, согласно прогнозам, до 2040 года не подвергнется серьезному сокращению. Сегодня все большее внимание уделяется возобновляемым источникам энергии (ВИЭ), однако доля их использования невелика, поскольку плотность получаемой энергии недостаточно высока. Поэтому наряду с освоением ВИЭ главная задача современной энергетики – поиск более эффективных технологий преобразования, аккумуляции и транспортировки энергии. Ведь сегодня даже в развитых странах эффективность использования первичных энергоресурсов не превышает 40%. Докладчик проанализировал причины этих потерь на

различных этапах и предложил способы их минимизации – главным образом за счет преобразования первичной энергии в виды, более удобные для потребления.



Тебелло НИОКОНГ (Tebello NYOKONG)
профессор факультета химии
университета Родес (ЮАР)

Профессор из ЮАР рассказала о роли наноструктурных материалов в усилении фотофизических свойств фталоцианинов – гетероциклических соединений, которые могут использоваться в качестве фотосенсибилизаторов в лечении онкологических заболеваний, в противомикробной терапии, как фотохимические катализаторы при экологическом мониторинге, а также в ферментоподобном катализе. Докладчица подробно остановилась на проблеме синтеза наночастиц на основе конъюгатов фталоцианинов для направленного транспорта лекарственных средств.



Мир Вайс ХОССЕЙНИ (Mir Wais HOSSEINI)
профессор Страсбургского университета (Франция)

Специалист в области супрамолекулярной химии представил разработанную им и его командой новую стратегию конструирования и исследования молекулярных кристаллов, названную молекулярной тектоникой и основанную на формировании молекулярных сеток из молекулярных строительных блоков. Этот универсальный подход, сочетающий супрамолекулярный синтез и процесс самосборки, позволяет конструировать разнообразные сложные органические или гибридные молекулярные архитектуры.

День третий



Ирина БЕЛЕЦКАЯ
д.х.н., академик РАН,
заведующая лабораторией
элементоорганических соединений
МГУ им. М.В.Ломоносова

Ирина Петровна Белецкая представила обзор истории катализа за 100 лет, включая новейшие открытия и достижения. Во второй поло-

вине прошлого века каталитический синтез сделал такой мощный рывок, что, казалось бы, исчерпал свои возможности, однако в начале века нынешнего наступила поистине новая эра развития. Три Нобелевские премии за девять лет (2001, 2005 и 2010) – небывалый успех и мировое признание этого факта. Правда, в нашей стране органическая химия частенько выпадает из поля зрения государства. Российские ученые всегда работали в условиях жесткой экономии, без дорогих (но и токсичных) лигандов, в обычной водной среде, используя, в частности, эмульсии с наночастицами палладия задолго до появления такого термина. Сегодня это уже мировая тенденция наряду с возвратом к меди в качестве катализатора.



Киоко НОЗАКИ (Kyoko NOZAKI)
профессор Токийского университета (Япония)

Темой научно-популярного доклада Киоко Нозаки стали особенности синтеза полиэтилена, поливинилацетата и полипропилена. Вот, например, майонез: аудитория была приятно удивлена, что докладчица знает о Екатеринбурге как о "столице майонеза" – его упаковка изготовлена из полиэтилена, который, к сожалению, проницаем для атмосферного кислорода. Для создания газового барьера нужно добавить еще один или даже несколько слоев сополимера. А можно создать линейный полиэтилен с активными группами на поверхности. Далее речь пошла о самом перспективном материале ближайшего будущего – полипропилене. Если удастся снизить стоимость полипропилена, усиленного углеродом, до приемлемого уровня, то это будет означать прорыв аэрокосмических материалов и технологий в автомобилестроение и бытовую технику.



Кришна ГАНЕШ (Krishna GANESH)
профессор, директор Института научного образования и исследований (Индия, Пуна)

Совместный с коллегами доклад Кришны Ганеша был посвящен новому поколению аналогов пептидных нуклеиновых кислот, способных эффективно проникать в клетку. Как известно, многие заболевания связаны с дефектами ДНК. Оказалось, новые аналоги пептидов могут избирательно и прочно связывать ДНК или РНК, содер-

жащие "испорченную" информацию, и потому очень перспективны в качестве десенсибилизирующих лекарственных средств. Первый препарат, основанный на этом принципе действия, был выпущен в 1998 году, второй – в 2013-м, а сегодня различные стадии испытаний проходят уже два десятка таких препаратов. По словам докладчика, этот тип лекарственных средств может также использоваться в борьбе с онкологическими заболеваниями.



Чжоу ЦИФЭН (Zhou QI-FENG)
ректор Пекинского университета (Китай)

Ректор Пекинского университета, химик по образованию, доложил о системе преподавания любимой науки в старейшем университете Китая. Его доклад был преисполнен гордости и патриотизма. Он отметил, что начало химическим исследованиям было положено в 1950-е годы благодаря помощи российских специалистов. Один из приоритетов развития вуза (а в области химии он входит в первую десятку мировых школ) – тщательно выстроенная система научной коммуникации и обмена. К сожалению, среди более полусотни университетов, с которыми эта система работает, российских только два. По числу студентов – около 35 тысяч – Пекинский университет не столь уж велик, но по объемам современного научного оборудования и библиотечного фонда (он составляет 9,8 млн книг – это самая крупная библиотека в Азии), по числу преподавателей – членов Академии наук, количеству иностранных студентов он превосходит любой отечественный вуз. О внимании государства к столичному университету свидетельствует и то, что его ректор является членом Постоянного комитета Всекитайского собрания народных представителей – высшего законодательного органа КНР.

День четвертый



Владимир ФОРТОВ
д.ф.-м.н., академик, президент РАН, директор Объединенного института высоких температур РАН

Выдающийся специалист в области химической физики и экстремального состояния вещества Владимир Евгеньевич Фортвов сделал доклад о поведении химических

элементов в экстремальных условиях сверхвысоких давлений, когда привычные всем свойства материалов становятся принципиально иными. Идея концентрации энергии волновала людей с библейских времен – вспомним историю битвы будущего царя Израиля Давида с самым могущественным воином филистимлян Голиафом, когда юный израильтянин поразил великана камнем, выпущенным из пращи, увеличив в несколько раз скорость полета снаряда и давление в момент удара. Сегодня состояние вещества с предельно высокими температурами и давлениями, а следовательно, с необычайно высокими плотностями энергии, привлекает исследователей возможностью получения в лаборатории условных экзотических состояний, из которых возникла наша Вселенная в результате Большого взрыва и в которых находится сейчас подавляющая масса видимого вещества в природе. Понимание поведения материи при всех ее трансформациях вплоть до ультравысоких концентраций энергии определяет не только конкретные физические модели, но и общие мировоззренческие концепции современного естествознания. Докладчик представил, в частности, результаты экспериментов российских и зарубежных ученых, проведенных в ближней зоне подземного ядерного взрыва, где из-за перекрытия электронных оболочек элементов традиционные физика и химия как бы "заканчиваются". Более того, теоретики предсказывают, что в обозримой перспективе могут быть обнаружены химические элементы, не вписывающиеся в таблицу Менделеева, то есть наступит "конец Периодической системы", что вовсе ее не отменяет, однако невероятно расширяет границы познания, так же как квантовая механика не отменила ньютоновскую.



Алекс ТРОПША (Alex TROPSHA)

профессор университета Северной Каролины (США)

Исследователь представил новую область теоретической и вычислительной химии – хемоинформатику, позволяющую на основе компьютерных моделей прогнозировать свойства химических соединений, в частности их биологическую и токсическую активность. Когда-то химики, чтобы представить пространственное строение молекул, собирали их модели из пластиковых деталей. Сегодня специалисты используют для этого математическое понятие графа, представляя молекулу как химический "граф" с "вершинами"

и "ребрами", который может быть "записан" в виде таблицы. Термин "хемоинформатика" был введен Ф.Брауном в 1998 году, однако первым хемоинформатиком можно назвать Дмитрия Менделеева, ведь сформулированный им периодический закон дает возможность предсказывать свойства еще не открытых химических элементов. Перефразируя Ломоносова, можно сказать: широко простирает хемоинформатика руки свои в дела человеческие, она находит применение в разработке лекарственных препаратов и экотоксикологии, в материаловедении и нанотехнологиях. Хемоинформатика незаменима в решении крайне актуальной сегодня проблемы – оценки достоверности химической информации, предлагая инструменты анализа колоссальных по объему баз данных. И даже способна прогнозировать... успеваемость будущих студентов. Модель, построенная с использованием дюжины параметров, была с успехом опробована в школе фармацевтики Университета Северной Каролины, где преподает докладчик. В заключение Алекс Тропша обратился к участникам съезда с призывом: хемоинформатики всех стран, объединяйтесь!



Джоэль МИЛЛЕР (Joel MILLER)

профессор университета Юты (США)

Джоэль Миллер рассказал, что помимо известных всем металлических магнитов существуют органические магнитные материалы, синтезированные несколько десятилетий тому назад. Правда, первые органические магниты проявляли магнитные свойства только при низких температурах, однако японским ученым удалось создать органические соединения, сохраняющие намагниченность даже при комнатной температуре. Профессор Миллер представил результаты исследования физико-химических свойств органических магнитов, оценил их преимущества и перспективы использования в материаловедении будущего.



Грэхэм КУК (Graham COOKS)

профессор университета Пердью (США)

Крупнейший специалист в области аналитической химии и масс-спектрометрии отметил выдающийся вклад российских ученых, прежде всего нобелевских

лауреатов Н.Н.Семенова и П.Л.Капицы, в развитие этих сфер. Масс-спектрометрия – приоритетный метод качественной идентификации веществ, особенно органических. Области ее применения – материаловедение, органический синтез, нейрохирургия, анализ изображений в медицинской диагностике, в частности в диагностике и оценке характера опухолей, стерилизации хирургических инструментов, ионизации помещений и многом другом. Докладчик обрисовал перспективы развития этой отрасли знания, в том числе практические.

День пятый



Ху Жэбен ЦЗИ ЖУ (Hwu Reuben JIH-RU)

профессор Национального университета Цинхуа (Тайвань)

Химик-органик рассказал об эффективных методах прямого синтеза аренов, пирролидинов и имидазолидинов. На основе последних можно создавать препараты для борьбы с резистентными вирусами – ВИЧ, гепатита С, гриппа А и В, Эболы, лихорадки денге, желтой лихорадки, а также противовирусные препараты широкого спектра действия. Синтез этих соединений основан на так называемом принципе домино, когда в одной пробирке поочередно проходят несколько реакций, за счет чего при уменьшении трудозатрат достигается больший выход конечного продукта.



Олег ЧУПАХИН

д.х.н., академик РАН, научный руководитель Института органического синтеза им. И.Я.Постовского УрО РАН (г. Екатеринбург)

Олег Николаевич Чупахин представил совместный с академиком Валерием Чарушиным доклад о нуклеофильной C-H функционализации аренов, завершивший пленарную сессию. Он рассказал об истории открытия реакций нуклеофильного ароматического замещения водорода (S_{H}^{Ar}), которые многие химики-органики считали невозможными. Однако из этого гадкого утенка, по выражению Олега Николаевича, вырос лебедь – S_{H}^{Ar} реакции, которые не только вошли во все учебники по органической химии и были признаны фундаментальным свойством аренов, но и способствовали изменению самой логики органического синтеза. Ученые выяснили, что в этих реакциях водород вытесняется не в виде отрицательной частицы, как считали ранее, а в виде протона,

и в качестве побочного продукта выделяется вода. Синтетическая методология S_{H}^{Ar} оказалась исключительно плодотворной, позволив конструировать вещества разных классов без использования агрессивных реагентов. Это своего рода покаяние химиков-органиков, которые изрядно загрязнили нашу планету, но теперь получили возможность следовать принципам зеленой химии.

Подводя общие итоги XX Менделеевского съезда, стоит привести слова академика РАН, директора Института элементоорганических соединений им. А.Н.Несмеянова РАН Азиза Музофарова: "Сегодня главная задача российской химической науки – выйти на совершенно новый уровень разработок, совершить прорыв, создать научные основы для новых поколений технологий. Если мы хотим оставаться в клубе высоко развитых стран, промышленность России нужно пере-страивать в рамках именно этой идеологии. Но технологический прорыв – это не результат озарения, он совершается на мощной фундаментальной основе. Фундаментальные исследования, которые "на хлеб не намажешь", ценны именно тем, что ведут к подлинному пониманию происходящего в химических системах и, по сути, являются дверью в будущее".

В проекте резолюции съезда, озвученном академиком Сергеем Алдошиным, констатируется, что "дальнейшее развитие химической науки и промышленности, химического образования и смежных отраслей с учетом их значимости и потенциальных возможностей требует принятия неотложных мер по ускорению коммерциализации результатов фундаментальных исследований и совершенствованию законодательной базы в вопросах интеллектуальной собственности". Необходимы инвестиции, обновление технологий и инженерного обеспечения, использование современных и оптимальных подходов к подготовке и переподготовке кадров, привлечение талантливой молодежи в химическую науку и промышленность, усиление ее социальной поддержки. Особо отмечена роль принципов "зеленой химии" при создании новых технологий. По каждой позиции съезд дает конкретные рекомендации научному сообществу, властям, реальному сектору экономики.

Следующий Менделеевский форум намечено провести в 2019 году в Санкт-Петербурге, посвятив его 150-летию Периодической системы и такому же юбилею Российского химического общества. Кроме того, решено просить президента РАН академика В.Е.Фортова обратиться в МИД РФ и международные организации с предложением объявить 2019 год Международным годом Периодической таблицы химических элементов. ■