

## Mendeleev-2019

2019 год стал юбилейным – 150 лет со дня открытия Д.И. Менделеевым Периодического закона – и был объявлен Генеральной Ассамблеей ООН Международным годом Периодической таблицы химических элементов. В этой связи по всему миру проводят выставки, симпозиумы и другие мероприятия, посвященные выдающемуся открытию. Не стала исключением и Международная конференция по химии для молодых ученых «Mendeleev-2019», которая проходила в рамках XXI Менделеевского съезда по общей и прикладной химии с 9 по 13 сентября в Санкт-Петербурге.

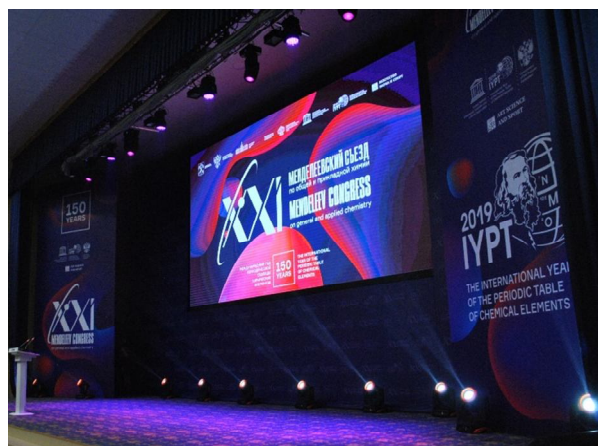


Рис. 1. Церемония открытия XXI Менделеевского съезда по общей и прикладной химии

Отправной точкой этого международного мероприятия стала, конечно же, церемония открытия, состоявшаяся 9 сентября в МФК «Горный» (рис. 1). Возможно, ученым и исследователям нашего факультета не в новинку бывать на подобных торжествах. Однако для меня этот день стал самым запоминающимся: выступления лауреатов Нобелевской премии по химии (Жана-Пьера Соважа, а затем и Уильяма Мёрнера), а также ученого, причастного к открытию новых химических элементов (Ю.Ц. Оганесяна), не могут не оставить ярких впечатлений.

Сама же конференция молодых ученых проходила 10–12 сентября на базе химического факультета СПбГУ. В рамках «Mendeleev-2019» можно было посетить лекции пленарных докладчиков из различных стран, уже добившихся значительных результатов в своих исследованиях, а также принять участие в дискуссии в формате круглого стола «The New Chemist». В ней поднимались вопросы будущего химии в связи с происходящей автоматизацией и внедрением искусственного интеллекта, а также перспективы, открывающиеся химикам при интеграции в международные организации.



Рис. 2. Вручение дипломов

Однако главной целью прошедшей конференции стала возможность представить результаты своих исследований молодыми учеными до 35 лет со всего мира, среди которых посчастливилось оказаться и мне. В рамках «Mendeleev-2019» работали 5 секций, в том числе «New synthetic methodologies in organic and biomedical chemistry», в которой принимали участие два выпускника нашей кафедры, Виктор Бардаков и я, Дарья Тонкоглазова. Председателем этой секции была к.х.н. Ольга Бакулина, которая отметила, что, несмотря на заявленный язык конференции (английский), участники могут задавать вопросы и на русском в случае затруднений, так как «дискуссия важнее языковых препятствий».

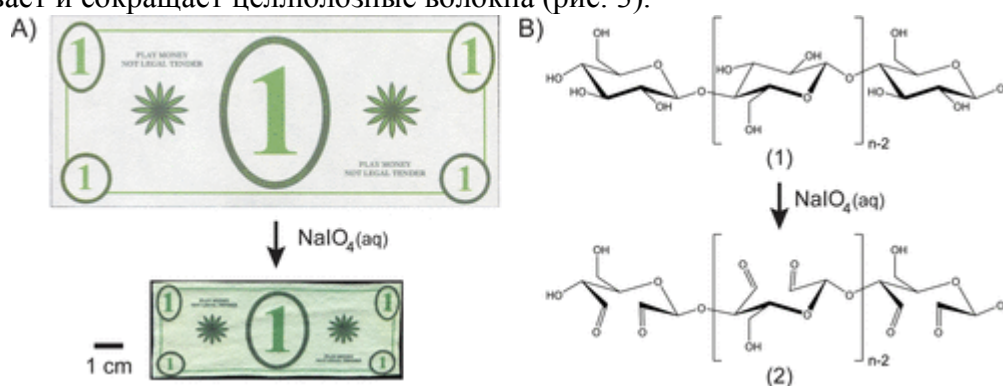
Экспертное жюри высоко оценило мою презентацию «Azine-fused [4]-, [5]- and [6]helicenes», и на церемонии закрытия 13 сентября мне присудили диплом 1-й степени за лучший устный доклад в рамках секции, в которой я представляла свою работу (рис. 2). Да, диплом победителя получила именно я, но это, безусловно, заслуга всей нашей лаборатории № 427, это заслуга всех студентов, которые принимали или принимают участие в проекте. Но в первую очередь это заслуга нашей чуткой и внимательной наставницы – Анны Васильевны Гулевской, которая вдохновляет нас своей неиссякаемой энергией на новые результаты!

*Аспирантка 1-го года обучения Тонкоглазова Дарья*

## Курьезная демонстрация реакции Малапрада или как уменьшить бумажные деньги

Йодную кислоту или ее соли применяют для окислительного расщепления вицинальных диолов до альдегидов (*реакция Малапрада*). Реакция оказывается полезной при определении структуры углеводов, поскольку периодаты способны раскрывать сахаридный цикл. Это обстоятельство может быть далее использовано для химической маркировки сахаридов биомаркерами или флуоресцентными молекулами.

Самый распространенный полисахарид – целлюлоза – тоже относительно легко расщепляется (деструктурируется) солями йодной кислоты уже при комнатной температуре. Например, кусок фильтровальной бумаги или бумажные деньги, которые часто печатают на хлопковой бумаге, уменьшаются до размеров 25% от их первоначальной площади! Это связывают с реорганизацией образующихся цепных участков диальдегид-целлюлозы в нелинейные конформации, что еще больше спутывает и сокращает целлюлозные волокна (рис. 3).



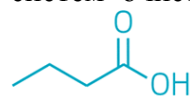
**Рис. 3.** А) Уменьшение бумажной купюры с помощью реакции Малапрада (до и после взаимодействия с 0.5 М раствором периодата натрия в течение 48 ч). В) Реакция целлюлозы (1) с  $\text{NaIO}_4$  с образованием 2,3-диальдегид-целлюлозы (2).

Уменьшенные бумажные знаки далее промывают водой (как правило, с красителями при этом ничего не происходит) и высушивают между листами фильтровальной бумаги под некоторым давлением, чтобы образцы получились ровными. Следует помнить, что процесс миниатюризации необратим, поэтому не стоит "уменьшать" слишком ценные объекты.

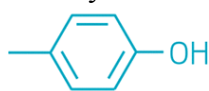
[По материалам статьи *J. Chem. Educ.*, 2019, 96, 1199–1204]

## Знать врага в лицо

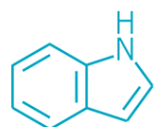
В непростую ситуацию попали сотрудники швейцарской парфюмерной компании Firmenich, которые по заказу американских коллег фирмы Bill & Melinda Gates Foundation провели идентификацию главных "неприятных" компонентов туалетного запаха для определения эффективных путей их нейтрализации. Как вы знаете, проблема санитарной гигиены достаточно остра на нашей планете, особенно в регионах с недостатком ресурсов и воды, т.е. там, где нет даже канализации и центральных систем очистки. Молекулы ни в чем не виноваты, просто у них такой запах. Как



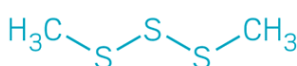
Butyric acid



p-Cresol



Indole



Dimethyl trisulfide

показали исследования, из двухсот компонентов эти четыре, изображенные на вкладке, обладают наиболее сильным эффектом и "встречаются" в туалетах всего мира (особенно где вовремя не производят уборку). Совокупный эффект усиливается их совместным присутствием, что с некоторой добавкой таких "газовых" молекул, как сероводород, метилмеркаптан и триметиламин завершает "букет" запахов.

Пути их образования вполне понятны. Например, масляная кислота получается в результате ферментации углеводов (главным образом, крахмала), *n*-крезол – ферментацией аминокислоты тирозина, а индол образуется из триптофана. Как видно, "неприятные" молекулы сильно различаются по функциональным группам, поэтому нерадивые производители дешевых дезодорантов часто вводят в свои композиции вещества, просто блокирующие восприятие запахов нашим носом или добавляют какой-то один компонент, пытающийся "перебить" запах (главное – "заглушить" указанную выше четверку). Никакой нейтрализации при этом не происходит. Более основательный подход – использование редокс-процессов (большинство нехороших молекул – весьма донорные соединения и, образовавшись в условиях анаэробной ферментации, способны легко окисляться/восстанавливаться). Например, хорошо справляются с запахом воздушные электрокаталитические ячейки, где масляная кислота восстанавливается до бутаналя (запах шоколада и фруктов), а *n*-крезол окисляется до 4-гидроксibenзальдегида (запах миндаля и древесины). Дополнительных химических веществ для этого не требуется (электронейтрализация).

[По материалам статьи *ACS Cent. Sci.*, 2019, 5, 1303–1306]

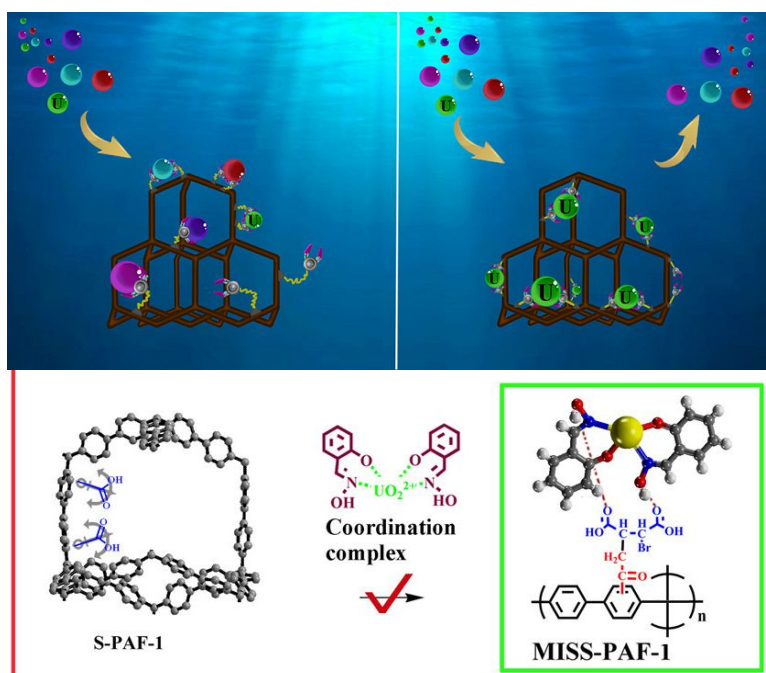
## Органический материал может помочь решить глобальные энергетические проблемы

Китайские специалисты из Северо-Восточного университета преуспели в разработке пористого материала, который способен практически количественно извлекать ионы уранила ( $\text{UO}_2^{2+}$ ) из морской воды. Работы такого рода исключительно важны в свете глобального изменения климата и необходимости переключения с ископаемого топлива на более чистые источники энергии. Ядерная энергия при правильном подходе и надежных источниках урана может стать одним из таких ресурсов.

Уран-235 – это природный делящийся изотоп, который используется в ядерной энергетике. К сожалению, текущие запасы урана на суше, оцениваемые в 4.85 млн. т, вероятно, будут исчерпаны в ближайшие десятилетия. Это ограниченное, сокращающееся предложение стимулирует усилия по разработке новых технологий, позволяющих извлекать растворимые формы урана ( $\text{UO}_2^{2+}$ ) непосредственно из моря или океана. По оценкам, в море содержится примерно 4.5 млрд. т уранила – количество, способное обеспечить мир энергией. Однако добыча уранила является чрезвычайно сложной задачей. Эта трудность связана с низкими концентрациями, которые составляют менее 3 мкг на литр. Более 300 тыс. л морской воды требуется профильтровать, чтобы извлечь один грамм уранила. Необходимо учитывать и то, что целевой ион находится среди большого количества других неорганических

ионов, таких как ванадил, которые еще более осложняют ситуацию.

Чтобы решить проблему избирательности, исследователи разработали пористую ароматическую структуру, называемую MISS-PAF-1, которая построена из заранее определенных органических строительных блоков (см. рисунок выше). Такие пористые органические и гибридные структуры являются новой темой в науке о разделении,



которая активно развивается благодаря легкой химической модификации органического каркаса. Используя простые методы синтеза, остатки различных функциональных молекул могут быть легко добавлены к внутренней поверхности пор, которая теперь будет приспособлена для конкретного использования. Для этого химики сначала смешали ионы уранила с молекулами салицилальдоксима, чтобы создать координационный комплекс уранила, имеющий заданную конфигурацию фрагментов оксима. Затем комплекс привили на внутреннюю поверхность матрицы PAF-1 и далее уранильные частицы высвобождали путем обработки бикарбонатом натрия. Полученный модифицированный материал теперь имеет подходящие анkers, способные достигать желаемой геометрии локального связывания, специфичной для иона уранила. Действительно, MISS-PAF-1 может извлекать 99.97% уранила из раствора с концентрацией 5 частей на миллион, снижая ее ниже 1.6 частей на миллиард менее чем за 120 минут (при этом ионы  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  и  $\text{VO}^{2+}$  не извлекаются). Новый адсорбент был регенерирован 10 раз с минимальными потерями или без потери производительности. Наконец, авторы "замочили" материал в море на 56 дней. После этого было обнаружено, что он содержит 5.79 мг уранила на грамм адсорбента. Эта величина уже в 4 раза выше, чем у других зарегистрированных материалов, испытанных в аналогичных условиях!

Итак, уранил действительно находится в одной из самых сложных в мире матриц – море. По существу, эта работа иллюстрирует новую методологию, обеспечивающую материалы селективностью в отношении разделения, которое считалось и считается чрезвычайно трудным. Между тем, авторы смогли спроектировать и правильным образом встроить конкретные функциональные группы в структуру, демонстрирующую впечатляющую производительность и превосходя современные материалы. Хотя степень извлечения радиоактивного вещества из моря все еще довольно низка, "настраиваемость" этого класса органических каркасов дает большие надежды на будущую оптимизацию и, вместе с тем, обозначает пути, как можно революционизировать процесс экстракции.

[По материалам статьи *ACS Cent. Sci.*, 2019, 5, 1432–1439]

## Новости кафедры, факультета, университета

- 13 Сентября состоялось торжественное заседание ученого совета химического факультета, посвященное 100-летию со дня рождения Юрия Андреевича Жданова – ректора Ростовского государственного университета в 1957–1988 гг., создателя и заведующего кафедрой химии природных и высокомолекулярных соединений в 1962–1995 гг. Доцент М.Е. Клецкий представил членам ученого совета презентацию, составленную из исторических фотографий, связанных с Юрием Андреевичем и химическим факультетом.
- В сентябре коллектив кафедры пополнили две замечательные девушки – Дарья Тонкоглазова и Екатерина Колупаева, поступившие в аспирантуру. Желаем им яркой научной карьеры!
- 20–25 сентября в г. Воронеже состоялся Федеральный Турнир Трех Наук, который ежегодно собирает студентов для командных состязаний в области физики, химии и биологии. В этом году в турнире приняли участие студенты, специализирующиеся на нашей кафедре: Папковская Елизавета (4 курс) и Коновальчук Дмитрий (3 курс). Нужно было найти оптимальное решение для порядка 15 заданий, связанных с практической стороной химических и других естественных наук (задания становятся известными соискателям за полгода до турнира). В итоге в личном зачете первое место как лучший игрок заняла Лиза. Команда "Spectrum", в которой Лиза была одним из 6 участников, заняла 3-е место в командном зачете, а команда Дмитрия "Бивис и Баттхед" – первое место из 25 участвующих команд со всей страны.

Выпуск подготовил проф. В.А. Озерянский (октябрь 2019 г.)