

# Кафедра в 2016 году



Уходящий год усугубил ощущение усиливающейся зыбкости почвы под ногами, характерное для трех последних лет. Особенно огорчает, что рушится система конкурсного отбора преподавателей, сложившаяся за последние 70 лет, когда почти каждый избирался на пять лет и сами выборы могли проходить в разное время учебного года. Неоспоримые достоинства такой системы - уверенность в завтрашнем дне, возможность

спокойно работать, строить планы на будущее. Эта уверенность была не менее важна для студентов и аспирантов, естественно рассчитывающих, что руководитель доведет их обучение до логического конца. Вместо этого теперь выборы для всех, у кого истек договор, планируется проводить в одно время в конце июня, причем новый договор, по-видимому, нередко будет заключаться лишь на один год. Пока все это не затронуло кафедру, но в 2017 году три ее опытных преподавателя должны проходить конкурс. Будем надеяться на его благоприятный исход. Важным событием в жизни факультета стало избрание нового декана – представителя кафедры физической химии Елены Александровны Распоповой.

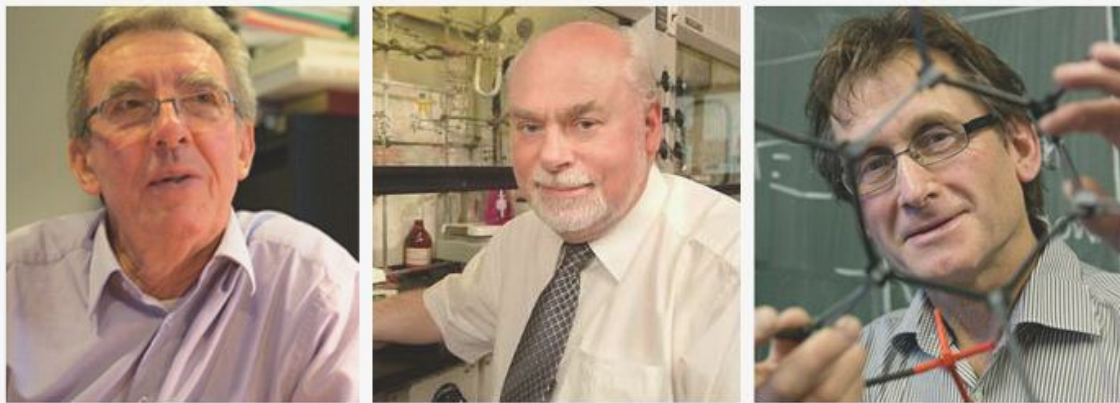
Что касается нашей небольшой кафедры, ее сотрудниками в 2016 году опубликовано в международных высокорейтинговых журналах 7 статей. Кроме того, одна большая статья «Супрамолекулярная химия» по заказу издательства «Большая Российская энциклопедия» была написана мной и уже вышла в очередном 32 томе этого авторитетного издания. Все опубликованные научные статьи отличаются обстоятельностью и принципиальной новизной результатов. Особенно хотелось бы выделить большую работу, выполненную нами совместно с представителями НИИФОХ и кафедры природных соединений по синтезу и исследованию нового класса органических супероснований – так называемых гибридных протонных губок (*J. Org. Chem.*, **2016**, 5574–5587). Считаю выдающимся достижением работу профессора А.В. Гулевской по новому методу получения феназиновых оснований, опубликованную в *European Journal of Organic Chemistry* (**2016**, 4207–4214). Вся солидная синтетическая часть статьи выполнена ею самой и она – единственный автор статьи. Не встречал примеров таких публикаций за последние годы ни в наших, ни в зарубежных журналах. Крупным творческим достижением стал синтез В.Ю. Микшиевым и А.С. Антоновым красивых по своей молекулярной архитектуре новых гетероциклических соединений – хиназолино[7,8-*h*]хиназолинов. Эта работа опубликована в престижном журнале *Organic Letters* (**2016**, 2872–2875), импакт-фактор которого >6 и вдвое превышает средний международный уровень. Красивые и добротные работы опубликованы и другими преподавателями кафедры – доцентами О.В. Дябло, Е.А. Филатовой, профессором В.А. Озерянским. Запомнилось участие сразу шести преподавателей кафедры в большой конференции по органической химии в пос. Репино, что под Санкт-Петербургом. Они выступили на конференции с шестью устными докладами.

Сотрудники кафедры в 2016 году имели в общей сложности четыре гранта РФФИ, что поддержало не только нашу научную деятельность, но и педагогический процесс. К сожалению, по итогам 2015 года, которые стали известны только в 2016 году, лишь два преподавателя кафедры превзошли в университетском рейтинге сакраментальную черту в 45 баллов. Надо, однако, подчеркнуть, что сделать это в виду очевидных и многочисленных несовершенств нашей рейтинговой системы, даже хорошо работающему преподавателю, практически невозможно. Наши работы продолжают хорошо цитироваться.

***В канун 2017 года благодарю всех сотрудников кафедры за самоотдачу и выдержку на фоне нарастающих сложностей. Поздравляю преподавателей, инженеров, лаборантов и аспирантов кафедры, а также специализирующихся на ней студентов с Новым годом! Желаю каждому здоровья, оптимизма, успехов в личной жизни и творческой работе!***

Зав. кафедрой орг. химии, профессор А.Ф.Пожарский

# Нобелевская премия по химии – 2016



Лауреатами Нобелевской премии по химии 2016 года стали *Жан-Пьер Соваж* (Jean-Pierre Sauvage) из Страсбургского университета (Франция), *Фрейзер Стоддарт* (J. Fraser Stoddart) из Северо-Западного университета (США) и *Бернард Феринга* (Bernard L. Feringa) из Гронингенского университета (Голландия) (на фото – слева направо).

Престижная премия присуждена “за дизайн и синтез молекулярных машин” - отдельных молекул или молекулярных комплексов, которые могут совершать определенные движения при подаче энергии извне. Дальнейшее развитие этой области сулит прорывы во многих областях науки и медицины.

Нобелевский комитет регулярно отмечает работы, в которых, помимо научной ценности, есть еще некоторая дополнительная изюминка. В работах лауреатов такая изюминка есть. Синтез молекулярных машин – это чуть ли не единственная область в академической органической химии, которую можно назвать чистой инженерией на молекулярном уровне, где люди делают дизайн молекулы с нуля и не успокаиваются, пока ее не получают. В природе подобные молекулы, конечно, есть (так устроены некоторые белки органических клеток – миозин, кинезины – или, например, рибосомы), но до такого уровня сложности людям еще далеко. Поэтому пока молекулярные машины – плод человеческого разума от начала и до конца, без попыток подражать природе или объяснять наблюдаемые природные явления.

Итак, речь идет о молекулах, в которых одна часть способна двигаться относительно другой контролируемым образом - как правило, используя отчасти внешние воздействия и тепло для перемещения. Для создания таких молекул Соваж, Стоддарт и Феринга придумали разные принципы.

Соваж и Стоддарт делали механически сцепленные молекулы: катенаны - два и более сцепленных молекулярных кольца, вращающихся друг относительно друга (рис. 1, *JACS*, **1994**, *116*, 9399–9400), и ротаксаны - составные молекулы из двух частей, в которых одна часть (кольцо) может двигаться вдоль другой (ось), имеющей объемные группы (стопперы) по краям, чтобы кольцо “не слетало” (рис. 2, *Nature*, **1994**, *369* (6476), 133–137).

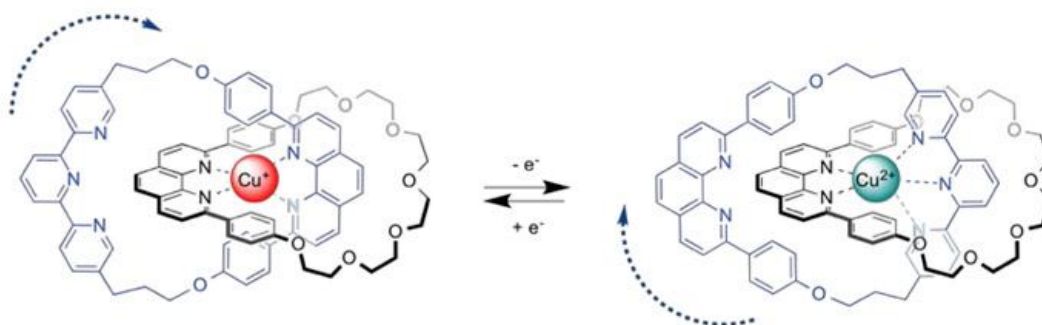


Рис.1

Катенан, состоящий из двух колец, и иона меди, который принимает или отдает электрон. Ион  $\text{Cu}^+$  предпочитает связываться с меньшим количеством атомов азота, чем ион  $\text{Cu}^{2+}$ . В одном из колец есть два разных фрагмента – фенантролиновый с двумя азагруппами и терпиридиновый с тремя. При окислении/восстановлении меди кольцо, вращаясь, будет координировать ион меди соответствующим фрагментом. Вращение может идти в обе стороны.

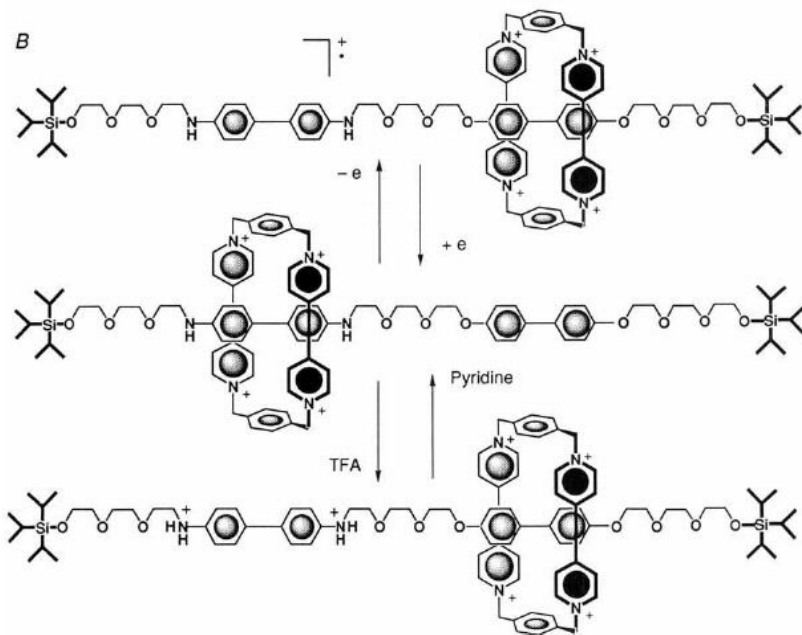


Рис.2

Ротаксан (“молекулярный поршень”), состоящий из линейной молекулы (оси) и положительно заряженного кольца (бис-параquat циклофанового), которое не может соскочить с оси из-за объемных кремниевых групп на концах (стопперов). Ось имеет два π-избыточных фрагмента: бензидиновый и дифенольный. Аминные атомы азота легко окисляются (отдают электрон),

образуя катион-радикал. Атомы кислорода так не могут, однако, благодаря своей высокой электроотрицательности, стягивают электронную плотность с бензольного кольца в большей степени, чем нейтральные атомы азота. Положительно заряженное кольцо будет отталкиваться от более положительно заряженного фрагмента на оси. Так, когда ось окислена (сверху) кольцо сдвинется в сторону дифенольного фрагмента, а когда ось нейтральна (в центре) – кольцу будет “комфортнее” на бензидиновом фрагменте. Управлять движением кольца можно и с помощью кислотно-основных превращений (снизу).

С использованием аналогичного подхода были созданы “молекулярный лифт” (*Science*, **2004**, *303* (5665), 1845-1849), “молекулярные мышцы” (*Angew. Chem. Int. Ed.*, **2000**, *39* (18), 3284-3287), различные молекулярные топологические структуры, представляющие теоретический интерес, и даже искусственная рибосома, способная очень медленно синтезировать короткие белки.

Подход Феринги был принципиально другой и очень элегантный (рис. 3). В “молекулярном моторе” Феринги крутящиеся друг относительно друга части молекулы сцеплены не механически, а самой настоящей ковалентной C=C связью. Вращение групп вокруг двойной связи без внешнего воздействия невозможно. Таким воздействием может быть облучение ультрафиолетом: образно выражаясь, ультрафиолет селективно рвет π-связь, разрешая вращение на долю секунды. При этом во всех положениях молекула Феринги структурно напряжена и двойная связь удлинена. Молекула при повороте следует наименьшему сопротивлению, пытаясь найти положение с наименьшим напряжением. Это ей сделать не удастся, но зато на каждом этапе она поворачивается почти исключительно в одну сторону.

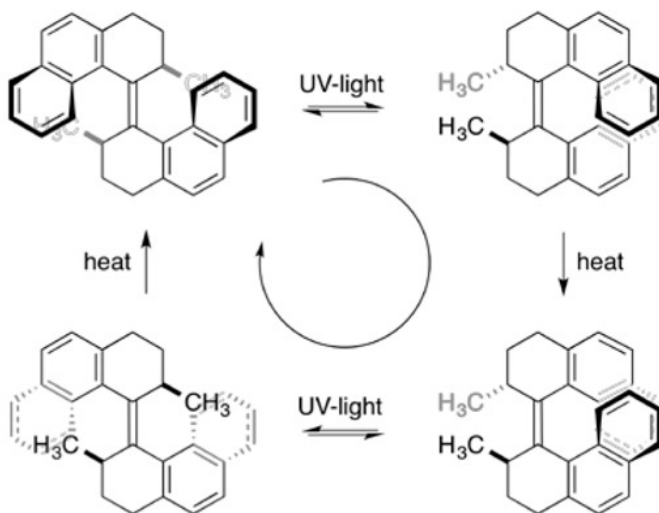


Рис.3

При УФ-облучении каждый раз происходит поворот на 180°, в результате которого двойная связь восстанавливается и получается еще более напряженная молекула. Чтобы сбросить напряжение, молекула вращается еще немного, используя тепловую энергию, и таким образом оставляет только один путь вращения при дальнейшем облучении. Подобный мотор с небольшими модификациями, как показали в 2014 году,

способен делать примерно 12 миллионов оборотов в секунду.

Наиболее красивое использование мотора Феринги было продемонстрировано в “наномашине” на золотой подложке (рис. 4). Четыре мотора, привязанные на манер колес к длинной молекуле, вращаются в одну сторону, и “машина” едет вперед (*Nature*, **2011**, *479* (7372), 208–211).



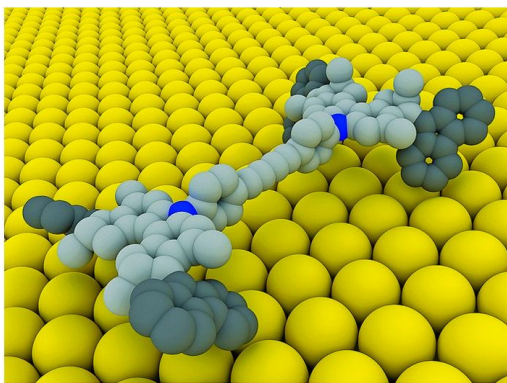


Рис.4

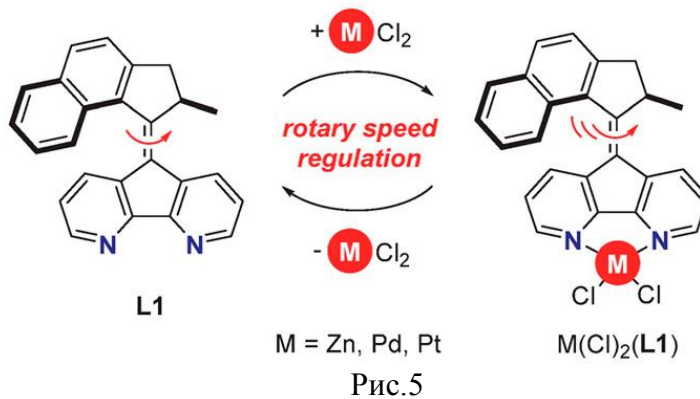


Рис.5

В самой свежей своей работе Феринга показал дизайн мотора, скорость вращения которого можно контролировать химическим воздействием, как показано на рис. 5 (*J. Am. Chem. Soc.*, **2016**, *138*, 13597–13603). Мотор содержит фрагмент с двумя азагруппами, способными связываться с металлом. При добавлении молекулы-эффектора ( $ZnCl_2$ ,  $PdCl_2$  или  $PtCl_2$ ) к молекулярному мотору, последний меняет конформацию, что облегчает вращение. Измерения показали, что при 20 °С из трех проверенных эффекторов мотор быстрее всего вращается с платиной (с частотой 0.13 Hz), чуть медленнее – с палладием (0.035 Hz) и еще медленнее – с цинком (0.009 Hz). Максимальная скорость мотора без эффектора – 0.0041 Hz. Эффектор можно удалять с мотора путем добавления в раствор других молекул, которые будут связываться с эффектором сильнее, чем мотор.

В заключение стоит сказать, что молекулярные машины были предсказаны Нобелевским лауреатом Ричардом Фейнманом в начале 1950-х и были созданы спустя 25–30 лет. Пока они не нашли применения в повседневной жизни, но почти наверняка это дело времени и уже в ближайшем будущем мы увидим их активное использование.

#### Источники:

- 1) Обзор работ лауреатов, подготовленный Нобелевским комитетом: Molecular machines ([http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/chemistry/laureates/2016/advanced-chemistryprize2016.pdf](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/2016/advanced-chemistryprize2016.pdf)).
- 2) [http://elementy.ru/novosti\\_nauki/432857/Nobelevskaya\\_premiya\\_po\\_khimii\\_2016](http://elementy.ru/novosti_nauki/432857/Nobelevskaya_premiya_po_khimii_2016)
- 3) How molecules became machines ([http://molpit.org/files/1154\\_popular-chemistryprize2016.pdf](http://molpit.org/files/1154_popular-chemistryprize2016.pdf)).

## Новости факультета

25 Ноября 2016 г. на заседании Ученого совета ЮФУ состоялись выборы декана химфака (всех предшествующих деканов выбирал Ученый совет факультета). Из двух претендентов – и.о. декана химфака, к.х.н. Елены Александровны Распоповой и с.н.с. ЮНЦ РАН, доцента кафедры ФКХ, к.х.н. Сергея Ивановича Левченкова – члены совета отдали предпочтение Елене Александровне (50 из 70 голосов). Елена Александровна ответила на несколько вопросов:

– На совете Вы с С.И.Левченковым выступали с презентациями своих программ. Кто был первым? Как долго длились сообщения? Задавали ли Вам вопросы?

На выступления нам отвели по 10 мин. Первым выступал С.И. Левченков и уложился во время менее 10 мин. Мое выступление заняло ровно 10 мин. Мне задали два вопроса: об актуальности научных исследований, проводимых на факультете, и о том, что, с моей точки зрения, самое трудное в предстоящей работе декана. Считаю, что, если нашим ученым дают гранты, значит, их исследования актуальны. А самое трудное в предстоящей работе – уложиться в бюджет и штатное расписание.

– Кто Вас поздравил первым?

Ректор М.А. Боровская поздравила с трибуны зала заседаний совета. По окончании совета – сотрудники факультета, присутствовавшие на совете.

– Чувствуете ли ответственность?

Невероятно огромную. Буду стараться делать все возможное для факультета.

Кардинальных изменений в состав деканата новый декан вносить не стала. По собственному желанию оставил пост замдекана по НИР А.С. Антонов, на его место назначен С.И. Левченков. Упразднена должность замдекана по вечернему отделению, которую до недавнего времени занимала Л.М. Скибина. На постах замдеканов по учебной, социальной работе и ИТ остались И.В. Рыбальченко, Е.С. Медведева и И.Н. Щербаков. Кроме того, создана профориентационная комиссия, в состав которой вошли доценты Е.М. Баян, О.В. Дябло и Л.М. Скибина.