

Центру фотохимии РАН - 25 лет

М. В. Алфимов

8 Октября 1996 г. на базе Отдела фотохимии Института химической физики им. Н. Н. Семенова в структуре Российской академии наук был образован Центр фотохимии РАН (Постановление Президиума РАН № 163).

Этому решению предшествовал долгий период развития исследований и коллектива ученых, выполняющих исследования по фотохимии в стенах Института химической физики в Отделе фотохимии, в который входили лаборатории расположенные в Москве и Черноголовке. Отдел фотохимии был создан в ИХФ АН СССР в 1987 г. совместным решением АН СССР и Министерства химической промышленности (№ 618/139) во исполнение постановления Секретариата ЦК КПСС и постановления Совета Министров СССР (№ 65) и его задачей было проведение фундаментальных и прикладных исследований, направленных на поиск принципов создания нового поколения цветных галогенсеребряных и несеребряных светочувствительных материалов. Заказчиком и потребителем знаний была отечественная химико-фотографическая промышленность. Планируемые для развития этой тематики Отдела фотохимии ресурсы предполагали создание в ИХФ АН СССР (в Москве и Черноголовке) коллектива около 200 сотрудников, в том числе и за счет приглашения в отдел специалистов-фотохимиков из других институтов Москвы. Перед Отделом была поставлена задача – создание новых по функциональным характеристикам светочувствительных материалов и в первую очередь нового поколения цветных кинофотоматериалов. Объектами исследования были микрокристаллы галогенидов серебра сложной структуры, микроэмульсии, пленки Лэнгмюра-Блоджетт, агрегаты красителей и т. д. Переход к исследованию сложных по фазовому и химическому составу систем потребовал применения сложных методов получения таких систем,

использования широкого спектра методов исследования и развития методов компьютерного моделирования. Лаборатории Отдела в Черноголовке фокусировали свои исследования на синтезе микрокристаллов серебра и изучении их свойств, в то время как московские лаборатории исследовали молекулярные системы (спектральные сенсibilизаторы, цветообразующие компоненты).

В период 1987 – 1990 гг. был сформирован основной коллектив Отдела фотохимии и выполнен большой цикл фундаментальных и прикладных исследований, разработаны методы синтеза микрокристаллов галогенидов серебра и микроэмульсий. Но наступил 1991 год и государственный заказчик и потребитель наших знаний Минхимпром исчез и с ним исчез спрос на эти знания и финансовая поддержка. Вскоре отечественной химико-фотографической промышленности не стало. В эти же годы на смену светочувствительным материалам пришла электроника и спрос на светочувствительные материалы для записи информации в мире в целом упал.

Мы какое-то время продолжали начатые исследования, но было ясно, что необходимо сворачивать прикладные исследования и фокусировать свое внимание на фундаментальных задачах, поскольку появляющиеся новые Государственные научные фонды науки финансировали только фундаментальную науку.

Важный вывод, который мы сделали из опыта исследования по созданию светочувствительных материалов состоял в том, что, управляя структурой и химическим составом материала, можно целенаправленно изменять и направление, и эффективность фотофизических и фотохимических процессов. Однако, как правило, конкретные решения в фотографии были найдены эмпирическим путем и многие общие закономерности оставались непонятыми. Поиск связи архитектуры упаковки молекул в материале и свойств материалов был для нас интересной задачей.

При выборе новых задач мы опирались также на анализ прогнозов развития основных направлений химической науки в ближайшем будущем. Одним из «горячих» направлений в тот период становилась супрамолекулярная химия, центральным объектом исследований которой были самоорганизующиеся ансамбли молекул – супрамолекулярные системы. Именно за достижения в этой области была присуждена Нобелевская премия в 1987 г. Мы в Отделе фотохимии уже приступили к исследованиям в этой области (1991 г.) и обстоятельства подталкивали нас сделать это направление основным.

В 1995 г. Отделение ИХФ РАН в Черноголовке превратилось в самостоятельный институт - институт Проблем химической физики РАН и лаборатории Отдела фотохимии в Черноголовке перешли в этот Институт. В следующем году Президиум РАН на основе московских лабораторий Отдела фотохимии сформировал Центр фотохимии РАН и утвердил научные направления Центра:

- структура, динамика и фотохимия супрамолекулярных систем;
- разработка научных основ фотоуправляемых химических систем.

Основным полем исследований Центра фотохимии становится сегмент супрамолекулярной химии – супрамолекулярная химия фотоактивных молекул. Речь шла о задаче построения функциональных супрамолекулярных систем, способных при поглощении света перемещать фрагменты молекул или целые молекулы внутри супрамолекулярной системы, реализовывать химические превращения одной или нескольких молекул входящих в супрамолекулярную систему, преобразовывать поглощенную энергию света в излучение более высокой или более низкой частоты, накапливать энергию света, изменять флуоресценцию при связывании супрамолекулярной системы с другими молекулами и т. д. По существу была поставлена задача создания функциональных супрамолекулярных устройств, использующих в качестве энергии для своего функционирования свет.

Потенциальные функции супрамолекулярных устройств очень разнообразны и доведение разработки до состояния реального использования в практике требует огромный объем прикладных исследований. Именно поэтому в качестве практической задачи, которую мы запланировали изначально - довести до практического применения была выбрана одна задача – создание флуоресцентных хемосенсорных супрамолекулярных устройств и материалов на их основе.

Для научных исследований всегда важно понимать, как можно использовать полученное знание в решение практических задач. Это придаёт дополнительную мотивацию, а на определенной стадии исследования и дополнительное финансирование.

Объектами наших исследований стали функциональные фотоактивные супрамолекулярные системы – устойчивые образования нескольких хромофорных молекул и нехромофорных молекул, образующиеся за счет межмолекулярных взаимодействий.

Основными задачами были - установление основных закономерностей формирования супрамолекулярных систем, фотофизические и фотохимические процессы протекающие в таких системах, установление закономерностей связи химического состава и строения таких систем с эффективностью протекания в них фотоиницированных процессов. Особенность супрамолекулярных систем - наличие у объединенной системы свойств, отличных от суммы свойств составляющих супрамолекулярную систему.

Исследования супрамолекулярных систем привели к пониманию того, что с точки зрения их функциональных свойств фотоактивные супрамолекулярные системы можно рассматривать как супрамолекулярные устройства.

Сформированная в результате наших исследований область науки – **«функциональные фотоактивные супрамолекулярные устройства»**

опирается на реализацию двух стратегии действия – *первая* - конструирование из молекул архитектур, реализующих при поглощении кванта (квантов) света заданную функцию и *вторая* стратегия - выбор химического состава молекул способных объединиться за счет самосборки в супрамолекулярную систему с заданной функцией.

В качестве хромофорных молекул нами в исследованиях для построения функциональных супрамолекулярных систем были использованы стироловые, полиметиновые красители и спиропираны, а в качестве нехромофорных элементов супрамолекулярных систем использовались краун-эфиры и кавитанды (кукурбитурилы и циклодекстрины).

Выполненные в ЦФ РАН исследования позволили разработать супрамолекулярные устройства, обладающие разнообразными функциями:

- супрамолекулярные машины, осуществляющие при поглощении света перемещение молекул, включенных в устройство;
- устройства, обеспечивающие перенос поглощенной световой энергии внутри супрамолекулярного устройства и накопление энергии на выбранном центре;
- супрамолекулярные устройства, изменяющие люминесцентные свойства при связывании с устройством различных аналитов;
- устройства осуществляющие химические превращения молекул (фотосшивку молекул), включенных в устройство;
- устройства, осуществляющие разделение зарядов.

На основе супрамолекулярных устройств, изменяющих люминесцентные свойства при связывании с аналитом разработан метод селективного измерения ароматических веществ в многокомпонентных газовых смесях на основе флуоресцентных хемосенсорных материалов и экспериментально продемонстрирована возможность его реализации. Разработан прототип датчика, реализующий данный метод для контроля бензола в реальном времени в окружающей среде.

Исследования выполненные Центром фотохимии РАН отмечены Государственными премиями РФ в 2000 г. (М. В. Алфимов) и 2018 г. (М. В. Алфимов, С. П. Громов, А. К. Чибисов), Премией Российской академии наук им. А. М. Бутлерова (С. П. Громов) в 2006 г.