



Изучение околоземного космического и воздушного пространства тоже обозначено в готовящейся программе междисциплинарных исследований на НИС «Остров Самойловский». Арктика — кухня погоды, и трудно не воспользоваться возможностью исследования происходящих там процессов. В состав готовящейся программы междисциплинарных исследований дельты Лены, со слов В. Н. Глинских, входят также традиционные для Арктики проекты по изучению многолетнемерзлых грунтов и их деградации, биоразнообразия, по гидрологии и гидрогеологии, другим направлениям. Планируются и образовательные мероприятия. Это присоединение к многолетней программе Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова и Северного (Арктического) федерального университета им. М. В. Ломоносова (Архангельск) «Плавучий университет» под эгидой ЮНЕСКО и курс дополнительного профессионального образования для сотрудников добывающих компаний по дисциплине «Мониторинг окружающей среды и инфраструктуры в сложных природно-климатических условиях Арктики».

Предполагается и восстановление международных исследований на Самойловском. «Наш институт подписал

протокол о намерениях с китайским Институтом исследований Тибетского плато, — информировал Вячеслав Глинских. — Тибет называют третьим полюсом Земли, и речь идет о том, чтобы произвести некоторый сопоставительный анализ различных физических и других характеристик, связанных с изменением климата и другими аспектами. Буквально в последний день перед китайским Новым годом состоялся прямой контакт с коллегами из КНР по видеосвязи: мы договорились выделить конкретные позиции взаимных интересов, чтобы начать выстраивать совместную программу исследований и пути ее реализации».

В ходе разговора о станции в дельте Лены возникло ее сравнение со станцией орбитальной. И там и там действуют экспедиции посещения, решающие свои исследовательские задачи, а без них идет сбор и обработка научной информации в автоматическом режиме. Готовящийся проект программы исследований на НИС «Остров Самойловский» позволяет надеяться на то, что следующие десять лет с нее будет поступать тот же сигнал: «Полет нормальный!»

Андрей Соболевский
Фото автора и предоставлены
Алексеем Фаге

Сибирские ученые разработали новые соединения для биовизуализации

Сотрудники Института неорганической химии им. А. В. Николаева СО РАН синтезировали новые люминесцентные соединения для биовизуализации, нетоксичные для клеток. Они созданы на основе комплексов редкоземельных металлов с лигандами — новыми производными В-енаминдиона.

«Эта работа продолжается в рамках гранта Российского научного фонда. Стоит задача в том числе получить новые люминесцентные материалы для биовизуализации. Чтобы создать материалы с заданными характеристиками, мы исследуем не только люминесцентные свойства, но и состав, структуру разрабатываемых соединений», — рассказывает старший научный сотрудник ИНХ СО РАН кандидат химических наук **Елизавета Викторовна Лидер**.

Существующие сегодня люминесцентные красители для биовизуализации — это преимущественно органические вещества, у которых есть серьезные недостатки. Во-первых, многие из них токсичны: если добавить их в питательную среду, клетка сразу погибает, и становится невозможно исследовать ее в живом виде. Во-вторых, некоторые органические соединения плохо переносят свет — они разрушаются и не позволяют увидеть необходимые клеточные структуры. Поэтому ученые ищут агенты для биовизуализации среди комплексов лантанидов с органическими или неорганическими лигандами.

Лантаниды — семейство из 14 химических элементов с порядковыми номерами 58–71, расположенных в VI периоде системы Менделеева за лантаном и сходных с ним по свойствам. Лиганды — молекулы, присоединенные к иону металла.

Перспективные лиганды являются своего рода антеннами: поглощают энергию при облучении светом и передают ее центральному иону металла. Однако это свойство проявляется только в координационных соединениях, то есть при наличии двух центров — металлического и органического. В качестве первого выступают лантаниды. Разумеется, не все они подходят под выбранные цели — среди них есть металлы, которые не обладают выраженными люминесцентными свойствами.

Ученые ИНХ СО РАН разработали две новые серии соединений лантанидов с лигандами — новыми производными В-енаминдиона (по пять комплексов в каждой). В-енаминдион — большой класс соединений, который включает фрагмент, содержащий две С=О-группы. Они отличаются наличием метоксигруппы, которая находится в разных положениях.

«Метоксигруппа — это группировка, которая никак не координируется с металлом, но оказывает влияние на свойства «антенны». Они могут либо улучшаться, усиливаться, либо, наоборот, ухудшаться. Без экспериментальной проверки сказать это однозначно нельзя. Конечно, существуют различные квантово-химические методы расчетов, но они не всегда совпадают с экспериментальными данными. В нашей работе мы тоже прибегаем к расчетной химии, но потенциально перспективные соединения получаем на практике и смотрим, как наличие и положение различных функциональных групп влияет на люминесцентные свойства комплексов лантанидов. То есть какая из этих «антенн» будет работать лучше», — отмечает **Елизавета Лидер**.

Исследователи изучают не только свойства полученных соединений, но и их строение. Лантаниды — это металлы, которые имеют большое количество координа-

ционных возможностей. Так, ученым удалось создать полимеры, слоистые и каркасные структуры, в которых есть дополнительные полости. В перспективе эти полости можно будет заполнять молекулами-гостями и разрабатывать на их основе новые биологические применения полученных соединений.

«Для разных катионов металлов мы получаем разные люминесцентные свойства. В основном мы синтезируем комплексы европия, самария и тербия, так как именно эти соединения излучают в видимой человеческим глазом области света. При облучении ультрафиолетом первые светят красным цветом, вторые — оранжевым, третьи — зеленым. В одной серии соединений лучше всего себя проявил комплекс европия, в другой — европия и самария», — рассказывает младший научный сотрудник ИНХ СО РАН **Ксения Сергеевна Смирнова**. Данный тип люминесценции — это фосфоресценция, которая подразумевает длительные времена излучения, миллисекунды (с химической точки зрения это много).

«Кроме того, мы показали, что полученные соединения не являются цитотоксичными и не разрушают клетки при добавлении их к клеточным линиям в питательной среде. В дальнейшем нужно смотреть, насколько и каким образом они способны проникать сквозь мембрану клетки (это необходимо, чтобы изучать ее структуру)», — комментирует **Елизавета Лидер**.

В перспективе полученные комплексы можно будет использовать как в лабораторных анализах, так и в исследованиях на животных — после того, как будет изучена токсичность на живом организме.

Сейчас ученые ищут аналоги этих соединений, меняя функциональные группы лигандов, и более детально исследуют объекты, показавшие высокую перспективность. «У нас действительно есть еще очень много органических лигандов, способность к координации которых нужно проверять. Не все комплексы получаются в одних и тех же условиях, и всегда стоит сверхзадача — найти наилучшие условия для синтеза. Это достаточно трудоемкий процесс», — говорит **Ксения Смирнова**.

Основная часть работ проводится в Институте неорганической химии им. А. В. Николаева СО РАН, часть физико-химических исследований — в Новосибирском государственном университете. Синтез органических соединений В-енаминдиона проходит в Кубанском государственном университете.

Исследование выполняется при финансировании Российского научного фонда: грант № 20-73-10207, руководитель Е. В. Лидер, «Поиск перспективных люминофоров и агентов для противоопухолевой терапии в ряду смешаннолигандных комплексов редкоземельных и эндогенных металлов на основе полипиридиновых, фосфиновых лигандов и производных тетразола» (конкурс 2020 года «Проведение исследований научными группами под руководством молодых ученых» Президентской программы исследовательских проектов, реализуемых ведущими учеными, в том числе молодыми учеными).

Диана Хомякова