

## Ещё раз о графене

Углерод — поистине удивительный элемент! Мало того, что он является основой живой материи и главным участником органической химии, углерод можно также отнести и к неорганическим материалам. Всем хорошо известны такие удивительные углеродные материалы как алмаз и графит. В этих двух аллотропных модификациях углерод изменяется до неузнаваемости. И хотя алмаз и графит обладают совершенно разными свойствами, они оба нашли широкое практическое применение во многих областях техники и технологии. Существующие только этих двух модификаций могло бы создать углероду прекрасную репутацию. Однако этими формами замечательные свойства углерода не ограничиваются. Оказалось, что углерод может кристаллизоваться и в других неожиданных структурах — в виде цепочек (карбин), молекулярных глобул (фуллерены), нанотрубок (одно- и многостенных), лукович. Последние формы углерода были открыты благодаря интенсивным исследованиям наноматериалов, оказавшихся в фокусе современного материаловедения.

К этому списку сегодня можно добавить графен.

Термин «графен» как индивидуальный графитовый слой был определен в 1994 году по рекомендации ИЮПАК о номенклатуре интеркалированных соединений графита. Происхождение термина связано с аналогичными названиями полициклических ароматических углеводородов (антрацен, коронен и т.д.).

Недавние события, связанные с присуждением Нобелевской премии по физике Андре Гейму и Константино Новоселову за исследование свойств графена (2010 г.), сегодня, когда умолкли торжественные фанфары, уже не кажутся сенсационными. Действительно, графен — это не что-то необычное, это всего лишь один слой графита. Из этих слоев и создан природный минерал — графит. Вопрос в том, как получить моноатомный слой углерода. В графите моноатом-

ные слои углерода взаимодействуют друг с другом; хотя такое взаимодействие достаточно слабое, тем не менее образуются трёхмерные кристаллы графита. Поскольку Нобелевские лауреаты — физики, то они воспользовались наиболее очевидным и простым приёмом — механическим расщеплением графита с помощью липкой скотч-ленты. Им удалось оторвать от кристалла графита тонкую монослоевую пленку, которая и представляет собой графен. И в этом тоже нет ничего удивительного. Когда мы пишем карандашом, карандаш оставляет на бумаге графеновые слои. Ведь название графит происходит от древнегреческого «графо» — пишу.

Исследования графена показали, что этот материал имеет целый ряд замечательных свойств, которые существенно отличаются от графита. Зайдите в Интернет, и вы без труда найдете подробное описание достоинств графеновых материалов. Главные из них — в высокой подвижности носителей заряда, высокой теплопроводности, механической прочности, прозрачности. Эти свойства делают его перспективным материалом для использования в самых различных приложениях, в частности, в нанoeлектронике. Развернувшиеся работы по изучению свойств графена показали, что области возможных приложений таких материалов достаточно широки — от электроники до медицины.

Однако известно, что для претворения материала в реальные приборы или устройства зачастую необходимо преодолеть разнообразные барьеры, в том числе и фундаментального характера. Здесь уместно вспомнить о неоправдавшихся ожиданиях, связанных с другими интересными соединениями — высокотемпературными сверхпроводниками, которые также были отмечены Нобелевской премией по физике в 1987 г. По-видимому, реальные результаты по созданию приборов на основе графена можно будет оценить уже в недалеком будущем.

В настоящее время основная про-

блема графенового материаловедения упирается в удобные и надежные методы получения материала с высокими характеристиками не только в лабораторном масштабе, но и пригодных для промышленного производства. И здесь надежды связывают с химическими методами синтеза. Понятно, что предстоят очень большие усилия по разработке таких подходов, которые позволили бы получать совершенные плёнки графена.

В ИНХе проводятся исследования по химическим методам получения плёнок графена с помощью коллоидных дисперсий графена, а также разрабатываются основы по химической модификации таких материалов посредствами допирования графена электронодононными и акцепторными атомами с целью регулирования электрофизических свойств.

Значение открытия графена сегодня можно оценивать по-разному. Одно совершенно очевидно, что оно очень существенно стимулировало работы с этими материалами в разнообразных направлениях (в последние годы публикуется более 3 тысяч статей в год!). Другим очень интересным поворотом событий в данной области является возникший повышенный интерес исследователей к другим родственным неорганическим материалам, в частности, к слоистым халькогенидам переходных металлов. Подобные материалы в прошлом широко исследовались, однако в настоящее время они рассматриваются с новой точки зрения. В частности, в отличие от графена, обладающего металлическими свойствами, слоистые халькогениды являются полупроводниками с удобной величиной щели для создания таких важных приборов как полевые транзисторы.

Нет сомнения, что низкоразмерные материалы различной природы со слоистой и цепочечной структурой становятся весьма привлекательными объектами. Будем ждать интересных результатов и новых открытий.

**В. Фёдоров, доктор химических наук, главный научный сотрудник ИНХ СО РАН**

## Орхидеи, как и химические реакции, требуют тонкого подхода

Научный сотрудник Института химии им. А.Е. Фаворского СО РАН кандидат химических наук Надежда Викторовна Зорина стала лауреатом премии им. Н.Н. Ворожцова за цикл работ (в соавторстве) «Тандемные сборки гетероциклических систем с участием ацетиленов».

Надя мечтала стать химиком с детства. И после школы, не раздумывая, подала документы на химический факультет Иркутского государственного университета. Завершив учебу в 2003 году, пришла работать в Иркутский институт химии СО РАН. Сразу же поступила в аспирантуру и ещё до её окончания защитила кандидатскую диссертацию. Тема, поясняет она, попала очень перспективная. В лаборатории, где она работала, выполняли большой проект РФФИ по пирролам и получили новые соединения.

А ещё очень повезло молодой исследовательнице с учителями. Лабораторию непределных гетероатомных соединений, в которую она попала, возглавлял академик Б.А. Трофимов, работала девушка в группе под руководством известного химика, профессора А.И. Михалева и непосредственно контактировала с главным научным сотрудником д.х.н. Е.Ю. Шмидт.

Премия имени выдающегося учёного у Надежды не первая. В 2006 году она стала победителем Лаврентьевского конкурса. Правда, если лаврентьевский грант был направлен на выполнение проекта, то ворожцовский присуждается за цикл уже выполненных работ.

— Область моих научных интересов включает изучение фундаментальных реакций ацетилена и его замещённых, протекающих в сверхосновных средах с образованием гетероциклических систем, — поясняет Надя. — В частности, разработка однокислотного трехкомпонентного синтеза замещённых пирролов на основе ацетилена, кетонов и гидроксид-

ламينا (новая версия реакции Трофимова) в сверхосновных системах гидроксид щелочного металла — диметилсульфоксид.

— И что же дальше, для чего всё это?

— В начале 70-х была открыта реакция академика Б.А. Трофимова, которая внесена во все справочники и учебники. Это реакция ацетилена с кетоксимами, приводящая к пирролам и N-винилпирролам — ключевым фрагментам таких жизнеобеспечивающих систем, как гемоглобин, хлорофилл и родственные соединения. Она позволяет синтезировать ранее недоступные и неизвестные пирролы с алифатическими, циклопропильными, алкенильными, ароматическими, гетероароматическими, терпеновыми, стероидными и другими заместителями — полупродукты для получения лекарств и материалов для оптоэлектроники.

Мы занимаемся разработкой этой реакции. На данный момент она служит простым и удобным подходом к построению пиррольного кольца. А чтобы оценить роль пиррольных структур в нашей жизни, достаточно вспомнить о хлорофилле и его ключевых функциях для растений, а также о гемоглобине — переносчике кислорода, который позволяет нам жить и дышать.

Известная реакция помогает создавать «кирпичики» для «строительства» новых препаратов, новых материалов, которые можно использовать, например, для оптоэлектроники или других более сложных систем. Наша задача — дальнейшее развитие реакции Трофимова, создание

побочных реакций, которые дают возможность приблизиться к соединению, в том числе к таким, как, например, феромоны насекомых.

— О чем мечтаете?

— Открыть новую реакцию.

— Что, на ваш взгляд, позволяет молодым добиваться успеха в науке?

— Возможности есть у всех. В нашей работе, скажем, нужна определенная чуткость, тонкость, аккуратность. Если настойчиво искать, внимательно к делу относиться, можно добиться много. Залог любого успеха, по-моему, в творческом подходе к делу.

Люблю вышивать крестиком. Здесь тоже нужны и внимание, и терпение, и аккуратность. А ещё выращиваю орхидеи. Вот уж где особый подход требуется!

— Профессия помогает?

— Несомненно!

**Справка:** конкурс по присуждению премий имени выдающихся ученых проводится раз в два года. На конкурс выдвигаются наиболее крупные работы молодых учёных фундаментального характера, как правило, в виде циклов статей или монографий, изданных в ведущих отечественных или зарубежных изданиях, выполненные самостоятельно или в соавторстве. В конкурсе на премию Н.Н. Ворожцова в 1999 г. премию получила сотрудница Института химии им. А.Е. Фаворского СО РАН С. Н. Арбузова. В 2009 г. премию имени академика В.А. Коптюга — сотрудник этого же института В.А. Куимов.

**Г. Киселева, г. Иркутск**

## Невидимый глазу мир

— Недавно ходили в лес и сняли с себя кучу клещей.

— А застраховались.

— А клещи-то об этом знают?

Из разговора, услышанного академиком Власовым на улице.

Очередной «Академический час» для школьников провёл директор Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН академик **Валентин Викторович Власов**. Речь шла о молекулярной эпидемиологии, а точнее, вирусах и инфекциях, которые переносят клещи.



— Мир вокруг нас заполнен мельчайшими существами — бактериями, вирусами, и самую большую биомассу на Земле составляют именно они, а не люди, звери и насекомые. С бактерий и вирусов начинался мир, они долгое время жили на Земле, не встречая людей. Да и сейчас вокруг нас существует этот огромный, невидимый глазу мир. В кипящих гейзерах, в глубинах океана обитают фантастические формы жизни, но мы с ними никак не соприкасаемся, — интригуяще начал свой рассказ академик. — Правда, периодически они все же вмешиваются в нашу жизнь, например, поражая нас в качестве инфекционных агентов.

Однако бактерии приносят не только вред, но и пользу человеку, причем существенную. Так, например, любое живое существо просто напичкано бактериями, в каждом из нас находится огромное количество разнообразных бактериальных клеток, их больше, чем даже собственных клеток организма. Бактериями заполнен весь кишечник, на слизистых оболочках, на коже — они обитают повсюду. Индивидуальный запах человека определяется бактериями, они помогают перерабатывать пищу в кишечнике и т.д. Человек научился использовать бактерии для получения молочной продукции, в виноделии, с их помощью извлекают из породы благородные металлы, добывают биогаз и т.д. Но сегодня речь пойдет о вредных микроорганизмах и клещах, которые, собственно, и переносят эти инфекционные агенты.

По словам академика Власова, несмотря на большое разнообразие видов клещей, которые освоили все континенты и климатические зоны, из представляющих опасность для человека у нас в области наиболее распространен таежный клещ (*Ixodes persulcatus*), встречается и пастбищный клещ (*Dermacentor marginatus*). Правда, вторая разновидность на людей нападает не очень охотно, предпочитая овец и собак, но отдельные случаи всё же бывают. Жизненный цикл клеща довольно сложный, он живет не один год и претерпевает несколько стадий развития. Взрослый клещ откладывает яйца, из которых появляются личинки. Эти личинки обитают и кормятся, как правило, на птицах, мышах, ежах и прочей мелкой живности, для людей и крупных животных они не столь опасны. Взрослого клеща можно «подцепить» не только в лесу, для городских жителей главную опасность представляют бродячие собаки, которые разносят клещей по дворам. Поэтому «поймать» его можно в любом дворе, сквере и т.д. В природе клещей разносят крупные животные — лоси, олени и пр.

По американской классификации вирус клещевого энцефалита одно время рассматривался в качестве биологического оружия. А поскольку в Америке клещевого энцефалита в принципе нет, он был переведен в разряд вирусов, представляющих собой биотеррористическую угрозу нации.

Практически каждый клещ заражен, и зачастую не одним инфекционным агентом. Принято считать, что основным «домом» для инфекционных агентов является клещ, но на самом деле он только переносчик всевозможной заразы от животных к людям. Наиболее известные инфекционные агенты, распространенные у нас в Сибири — это вирус клещевого энцефалита, а также боррелия — спирохета, подобная спирохетам сифилиса, которая вызывает клещевой боррелиоз или болезнь Лайма.

Явным признаком того, что укусивший клещ был заражен боррелией, является интенсивное покраснение места укуса, появление пятна наподобие синяка. Это заболевание очень коварное, правда, на первой стадии, как и сифилис, вылечивается легко. Если этого не сделать, боррелия «затягивает» в хрящах, соединительной ткани и через много лет проявляет себя болями в суставах, головной болью, слабостью и т.д.

— Кроме того, клещами переносятся Bartonella, эрлихии и бабезии. В природе Bartonella циркулируют среди мышевидных грызунов, крыс, представителей семейства кошачьих и собак. У людей Bartonella вызывают полиморфные по клинической картине заболевания, это, например, волынская или окопная лихорадка, лихорадка Оройя, «болезнь кошачьих царапин» и др. Однако эти возбудители встречаются значительно реже, чем энцефалит и болезнь Лайма, — успокоил Валентин Викторович.

Эрлихии — внутриклеточные паразиты, поражающие клетки крови и эндотелия сосудов теплокровных. Вызывают у человека острые гриппоподобные лихорадочные заболевания. Бабезии — также внутриклеточные паразиты, поражающий эритроциты крови крупного рогатого скота, собак, человека. У людей они вызывают слабость, анемию, состояния, похожие на малярию.

Словом, — подытожил академик, — клещ питается кровью и переносит все, что в ней находится.

История исследования вируса клещевого энцефалита заслуживает пера романиста. В 30-х годах, когда стало ясно, что нам предстоит война с Японией, Красная Армия была переброшена на Дальний Восток. Началась эпидемия ужасной болезни, которая раньше не встречалась. Потери были как от боевых действий. И тогда на Дальний Восток был отправлен большой отряд вирусологов из Москвы.

(Окончание на стр. 10)