

МОЛОДЁЖЬ В НАУКЕ

Отмечены президентом

Лауреатами грантов Президента РФ, направленных на государственную поддержку молодых российских учёных, а также ведущих научных школ России, в Сибирском отделении РАН стали 26 человек. Полный список победителей конкурса мы опубликовали в № 43 за 2010 год. Сегодня предлагаем вниманию читателей беседу корреспондента «НВС» с двумя лауреатами.

Мария Котельникова — сотрудник Института гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, преподаватель НГУ. Совместно с коллегами разработала новый, более реалистичный метод моделирования магнитного поля Земли. Этот подход позволяет учитывать физические свойства и параметры жидкости во внешнем ядре Земли, что увеличивает точность описаний в пять раз по сравнению с общепринятой практикой.



— Грант был получен нами через НГУ, — рассказывает Мария. — Вместе со мной над проектом работает аспирантка ИГиЛ Марина Бунтина, планируем привлечь ещё двух студентов. Полностью наша работа называется «Моделирование генерации магнитного поля Земли на основе почти адиабатической конвекции с учетом сжимаемости».

О том, что у Земли существует магнитное поле, знают все: если взять в руки компас, стрелка будет показывать на Северный полюс. А вот о том, что это геомагнитный Северный полюс, который с географическим не совпадает, уже не так широко известно. Чем больше узнаешь о геомагнитном поле Земли, тем больше возникает вопросов. Мы занимаемся этой тематикой, чтобы получить дополнительные знания, ведь основная цель фундаментальной науки — построить непротиворечивую картину мира.

Магнитное поле — это часть нашей реальности. Мы живем в магнитном поле, реагируем на его возмущения, в метеосводках сообщают о его состоянии, магнитных бурях, наш организм отзывается на эти перемены. И, по большому счету, наличие мощного магнитного поля позволяет существовать той форме жизни на Земле, к которой мы с вами привыкли. У наших ближайших соседей по солнечной системе — Венере и Марсу — оно тоже присутствует, но у Марса это поле в тысячу раз слабее земного, а у Венеры — в десятки тысяч раз. Это одно из возможных объяснений, почему на данных планетах нет привычных для нас форм жизни. И если мы сможем построить какую-то глобальную модель, описывающую земной магнетизм, то в дальнейшем сможем её распространить на планетарный магнетизм всей солнечной системы.

Знания о магнитном поле также позволяют выяснить что-то новое о смежных областях естествознания. Например, одной из особенностей магнитного поля Земли является способность к инверсии, то есть смене полярностей. Благодаря развитию палеомагнетизма уже в середине прошлого века строились карты полярности дальних эпох. Если бы мы вдруг из нашей кайнозойской эры перенеслись с компасом в руках на эру назад, то увидели бы, что стрелка показывает на Юг, а не на Север. А, например, в мезозойской эре был очень длительный период, десятки миллионов лет, когда сохранялась полярность, соответствующая нашей привычной.

Если данные эпохи смены полярностей сравнивать с данными из других областей науки, выясняется, что именно в этот период времени около трети живых организмов на планете по неизвестным причинам вымерло. Основная теория произошедшего — изменение климата, которую можно объяснить сменой полярности магнитного поля.

Как мы моделируем магнитное поле? История вопроса богатая. Магнитное поле начали изучать еще в XVII веке. Модели строились, по крайней мере в Европейской цивили-

зации, на протяжении примерно четырех веков. Были предположения, что земной магнетизм имеет постоянные свойства, то есть внутри Земли находится гигантский магнит, притягивающий к себе всё. Затем была обнаружена вековая вариация — длиннопериодное изменение напряжения магнитного поля. И, наконец, в XIX веке Гаусс провел свой знаменитый анализ, который подтвердил внутреннее происхождение земного магнетизма и довольно точно определил глубину, на которой происходит генерация этого самого поля — 3000 км вглубь Земли. Начиная с середины прошлого века общепринятой стала модель геодинамо.

В это время стало лучше известно внутреннее строение Земли, была получена информация о строении твёрдого ядра, жидкого, мантии и т.д. Знание о том, что внешнее жидкое ядро заполнено проводящей жидкостью, позволило построить для внешнего ядра модель динамо-машины. Выглядит она как область, составляющая примерно 2000 км, в которой происходит направленное движение жидкости за счет вращения Земли и существования неравномерных тепловых потоков, а также композиционных потоков, где формируется конвекция. В этом сферическом слое создается наблюдаемое на поверхности магнитное поле. И на данном этапе существует три направления, в которых моделируется магнитное поле Земли: на основе конвекции Буссинеска, конвекции традиционной конвекции, и то направление, которым занимаемся мы — моделирование на основе почти адиабатической конвекции.

Основная цель при построении таких моделей — создать модель, которая бы давала минимальную ошибку в описании. Если наиболее распространенное моделирование, основанное на конвекции Буссинеска, уже в самой модели закладывает ошибку в 50 %, на основе концентрационной конвекции — порядка 10 %, то почти адиабатическое приближение уникально тем, что сама модель дает ошибку всего в 10⁻⁵ %. На данный момент у нас построена модель с учетом приближения несжимаемой жидкости, которая дает те же 10 % погрешности. На дальнейших этапах работы мы попытаемся учесть сжимаемость и постараемся построить модель, которая не будет вносить никаких дополнительных погрешностей в наше описание, и его точность будет определяться только доступной нам информацией.

— Мария, а почему именно эта тематика — магнитное поле Земли вас заинтересовало?

— Это прямое продолжение темы, которой я занималась изначально — устойчивость МГД-течений проводящей жидкости. Можно промоделировать, сравнить с наблюдениями и получить конкретные результаты. В тоже время, это красивая фундаментальная задача, которую решают на протяжении нескольких веков и уже, можно сказать, почти дорешали.

— Говорят, у нас сейчас начинается период инверсии?

— Сейчас магнитное поле готовится к инверсии, оно ослабляется, но в ближайшие 1000 лет можно жить спокойно. Мы живем в период между инверсиями.

— Значит, пока вымирание нам, как динозаврам, не грозит?

— Во всяком случае, не от глобального изменения климата.

— Традиционный вопрос: ваши творческие планы?

— Доработать до конца проект, получить результаты, которые можно будет сравнить с существующей на сегодняшний день картиной. Мы рассчитываем, что наш подход лучше соответствует поставленным задачам, чем остальные. Возможно, это даже будет научный прорыв.

Никита Кузнецов (Институт химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН) занимается изучением механизмов репарации, то есть исправления ошибок точной ДНК. Каждую секунду в клетках нашего организма возникают тысячи мутаций, с которыми самостоятельно справляются десятки разных клеточных ферментов репарации. Когда организм не способен бороться с многочисленными повреждениями ДНК, это ведет к тяжелым заболеваниям, среди которых первое место занимают онкологические. Каждый фер-

мент борется со своим типом «ошибок». Цель работы — изучить этот процесс и научиться управлять им в медицинских целях.

— Исследования по этой теме продолжаются уже более 10 лет. Коллектив президентского гранта состоит из трёх человек: руководитель (я), ещё один кандидат наук и студент. В целом, работа идет в рамках исследований нашей лаборатории и является их логическим продолжением.

ДНК всех живых организмов постоянно подвергается воздействию различных экзогенных и эндогенных факторов. К экзогенным факторам относятся факторы внешней окружающей среды. Например, вышел человек на солнце — получил дозу УФ-излучения, пролетел в самолете или сходил в рентгенкабинет — облучился ионизирующим излучением, прошел вдоль автодороги, получил дозу химии в виде выхлопных газов. К эндогенным факторам относятся соединения, образующиеся внутри нашего организма в процессе его жизнедеятельности. Так или иначе, в ДНК возникает до тысячи повреждений в час в одной клетке. Всего в одной клетке человека находится примерно три миллиарда пар нуклеотидов, таким образом, получается одно повреждение на миллион неповрежденных нуклеотидов ДНК.

Типы повреждений бывают разные — окисление, алкилирование, дезаминирование, разрывы цепи ДНК и др. Подобные повреждения генетического аппарата обладают цитотоксическим и мутагенным эффектом и способны приводить к развитию сердечнососудистых, нейродегенеративных и онкологических заболеваний. Мы работаем в узкой области — с ферментами репарации, удаляющими с ДНК окислительные повреждения. Повреждения, образующиеся в ДНК, убираются специальной защитной системой эксцизионной репарации оснований ДНК.

Цель работы, под которую был получен грант, состоит в том, чтобы установить механизмы, обеспечивающие высокую специфичность и эффективность узнавания и удаления поврежденных участков в ДНК 8-оксогуанин-ДНК-гликозилазой (hOgg1), отвечающей за удаление в клетках человека одного из самых распространенных продуктов окислительной модификации пуриновых оснований ДНК — 8-оксогуанина. Проблема заключается в следующем: точно известно, что повреждения образуются в ДНК, но остается неясным вопрос, каким образом ферменты репарации их находят и удаляют. Зная механизм поиска, можно искать подходы к регулированию процесса репарации.

В нашей лаборатории исследования модификации биополимеров (завлаб — профессор, д.х.н. Ольга Семеновна Федорова) есть уникальный для России прибор — спектрометр «остановленной струи», позволяющий за одну миллисекунду смешивать растворы взаимодействующих веществ, причем в очень небольших количествах, и оптическими методами проводить регистрацию изменений, возникающих при взаимодействии ферментов с короткими ДНК. Как правило, в силу специфики исследуемых объектов в нашей работе мы используем регистрацию интенсивности флуоресценции.

В настоящее время нами установлено, что процесс узнавания повреждения очень сло-

жен. Для того, чтобы достичь каталитически-активного состояния, в котором происходит удаление поврежденного участка, разные ферменты проходят от трех до пяти стадий подстройки конформации. Именно конформационные превращения 8-оксогуанин-ДНК-гликозилаз обеспечивают высокую точность узнавания повреждения и эффективность действия этих ферментов. Полученные данные позволили определить молекулярную природу отдельных стадий взаимодействия ферментов с ДНК-субстратами и установить стадии, которые вносят наибольший вклад в специфичность узнавания ферментами ДНК-субстратов. На основе полученных данных разработаны и запатентованы способы определения активности для двух ферментов репарации. Кроме того, ведется работа по поиску активаторов и ингибиторов этих ферментов. Так, например, в случае необходимости можно будет заранее активировать систему репарации у людей, ДНК которых может подвергнуться повышенному негативному воздействию. С другой стороны, замедление (ингибирование) работы ферментов репарации необходимо при химиотерапии, для того, чтобы ослабить защиту организма и усилить действие противораковых препаратов.

— А как вы относитесь к идее, что геном человека прочитан и будущее — не за горами, а за протеомикой?

— Когда начинали «читать» геном, думали, что расшифруют его и всё станет ясно, откроются все тайны жизни на Земле. В итоге, несмотря на то, что многое стало понятным, глобальные ожидания ученых не оправдались. Протеомика в настоящее время — это перспективное направление, в первую очередь важное для медицины.

— Скажите, Никита, вам ваша научная деятельность помогает что-то понять в жизни, её организации, устройстве, понять, что такое человек или в целом живое существо?

— Нужно определиться с самим термином «жизнь». Для себя я, наверное, могу выделить два определения: жизнь как взаимодействие человека с окружающим миром и жизнь как совокупность биохимических процессов, протекающих в нашем организме. Работа в фундаментальных научных исследованиях приводит к осознанию того, что на самом деле, жизнь — очень сложная штука, иногда просто непознаваемая, а мы лишь вглядываемся в её устройство и пытаемся что-то понять, выделить одну «деталь» из тысяч и установить её функциональное значение. Исследование и понимание биохимической жизни заставляет задуматься, как всё устроено и в жизни вообще. Безусловно, научная деятельность накладывает отпечаток на мировоззрение. Как говорит наш завлаб, и с чем я полностью согласен — жизнь, в принципе, невозможно понять до конца, её познание бесконечно.

Е. Садыкова, «НВС»

На снимках:

— к.ф.-м.н. Мария Котельникова на церемонии вручения свидетельства о присуждении грантов Президента РФ (фото В. Новикова);
— к.б.н. Никита Кузнецов (крайний слева) и дружный коллектив лаборатории исследования модификации биополимеров ИХБФМ.

