

Какие волнения рождает солнечный терминатор

Шестеро молодых сотрудников иркутских институтов получили премии имени выдающихся учёных СО РАН, которые присуждаются раз в два года. Лауреатов в торжественной обстановке на Общем собрании СО РАН награждали дипломами и почетными знаками СО РАН «Серебряная сигма». Всего молодым учёным отделения вручено 47 премий в различных областях науки.

Премии имени академика В.Е.Зуева по физике атмосферы удостоен один из самых молодых сотрудников группы GPS-мониторинга Института солнечно-земной физики **Илья Едемский**.



— Илья, для начала расскажите о сути работы.

— Работа называется «Исследование ионосферных волновых возмущений, генерируемых солнечным терминатором, с помощью GPS». В чем её суть? Все сигналы со спутников системы GPS распространяются через атмосферу. Её верхний слой, ионосфера, состоит преимущественно из заряженных частиц, и при прохождении через него любые радиосигналы испытывают некоторые искажения. Каждый раз, принимая сигналы со спутников, мы видим их в измененном виде. И, анализируя изменения параметров этих сигналов на двух частотах, можем оценить состояние ионосферы в определенные моменты. Это основа метода GPS-зондирования.

— Кто-нибудь уже использовал эту технологию для исследований ионосферы?

— Методика начала развиваться в середине 90-х годов, и очень много для этого сделал бывший руководитель нашей группы, талантливый учёный и замечательный человек Эдуард Леонтьевич Афраймович. В некото-

рых вещах он был в мире первым. Мы развили его идеи, и, когда учёного не стало, продолжили его дело. В частности, одна из идей Эдуарда Леонтьевича использована и в моей работе. В ней с помощью сигналов GPS анализировалось влияние на ионосферу прохождения солнечного терминатора. Терминатор — это граница между днем и ночью, переходная область, отделяющая полностью освещённую область от полностью не освещённой. Другими словами — это область смены дневного состояния на ночное и наоборот, и в этой области происходит множество различных переходных процессов.

Если говорить о результатах, то мы увидели эффекты, которые раньше никто не замечал, т.к. возможности классических средств радиозондирования ионосферы этого не позволяли. Теоретические указания на такие эффекты были, но подобных наблюдений никто не вёл. Мы увидели, что при прохождении терминатора в ионосфере происходит генерация волновых возмущений среднего масштаба с длиной волны порядка 100 км. И в ряде случаев генерация начинается за несколько часов до прохождения терминатора, хотя очень жёстко с ним связана.

Вообще возмущений в ионосфере регистрируется много, и исходят они из разных источников. На любое воздействие извне она откликается подобно водной глади. Чтобы выявить интересующий нас эффект, мы берем данные за определенное количество дней и с привязкой ко времени появления солнечного терминатора. И видим — наши возмущения жестко привязаны к появлению терминатора, но в ряде случаев появляются за час-два до его прохождения. Дальнейшие наблюдения показали, что время, когда начинается регистрация возмущений, совпадает со временем, когда терминатор проходит в области, сопряженной по магнитному полю, то есть там, где начинается магнитосиловая линия.

Что же происходит? Терминатор, воздействуя на один из концов магнитной силовой линии, генерирует возмущение, которое перемещается вдоль этой линии в другое полушарие, где мы его и регистрируем. Т.е. возмущение, распространяясь в магнитосфере, переходит в ионосферу. Так как терминатор приходит в точки, расположенные на одной геомагнитной долготе, в разное время, которое существенно зависит от сезона, то и время регистрации меняется в течение года. Мы

смогли представить наглядную картину взаимодействия геосфер, доказательства в пользу того, что генерация данных возмущений происходит в тесной взаимосвязи ионосферы и магнитосферы. В этом особенность нашей работы, никто прежде этого не делал.

— Несмотря на то, что наблюдение за поведением ионосферы ведется давно и разными методами?

— Естественно, наш метод исследования ионосферы не может заменить другие, например, наблюдения с помощью ионозондов, но у него есть свои преимущества. Особенно он эффективен тогда, когда есть сеть приёмников, т.е. если мы можем получать данные одновременного приема сигнала спутника не в одной, а в нескольких точках. Тогда мы имеем пространственную картину вариаций ионосферы. Например, в Японии существует довольно плотная сеть, насчитывающая более 1200 приёмных станций. Используя их данные, можно получать пространственную картину вариаций с высоким разрешением, до 18 км. Это можно сравнить с оптическим разрешением. Есть в этом плюс — пространственная структура вариаций ионосферы, есть и минус — в наличии только проекция, не видим вертикального профиля. Ионосфера, что называется, стратифицирована, и у каждого слоя есть свои особенности. Мы же получаем интегральную характеристику вдоль луча — технология GPS-зондирования основана на измерении полного электронного содержания, количества заряженных частиц вдоль луча распространения сигнала от спутника к приёмнику.

— Отвлечёмся от работы. Расскажите немного о себе. Как пришли в науку, в Институт солнечно-земной физики?

— Можно сказать, случайно. Закончил физфак ИГУ четыре года назад, получил две специальности — радиоприёмник и физик-теоретик. Собирались поступить в аспирантуру, но не было определённости, чем заниматься. Пришел в ИСЗФ в группу GPS-мониторинга просто посмотреть и сразу ощутил, какая там особая атмосфера, слаженная команда. И сильный руководитель — Эдуард Леонтьевич Афраймович, в первую очередь благодарю которому и получилась работа, отмеченная премией — вся координация экспериментов осуществлялась им. Он буквально жил на работе, даже в отпуск толком не ходил. Уезжал в горы и там продолжал работать, на привалах записывая

новые идеи. У нас все полки заставлены папками с его разработками. Каждый, кто попал в его исследовательскую команду, сначала удивлялся режиму работы, с трудом поспеявая за заданным ритмом, но вскоре уже не мог представить себе иную жизнь.

— Дальнейшие научные планы?

— Если говорить о будущем, у нас есть один перспективный проект. В настоящее время мы используем преимущественно данные зарубежных станций GPS, расположенных в Японии, США. Мы бы пользовались российской системой ГЛОНАСС, но нет сети приёмников. Наш проект — создание собственной приёмной сети. Уже в этом году надеемся приобрести десять приёмников. Не тех, которые продаются в магазинах и используются для бытовой навигации — они одночастотные, а для наших задач нужны двухчастотные, которые стоят в сто раз дороже. Мы предполагаем расположить эти приёмники в Иркутской области и в Красноярском крае, где они будут принимать сигналы и ГЛОНАСС, и GPS.

— Илья, вы с таким интересом говорите о науке, можно подумать, что для вас, как и для вашего учителя, существует только любимое дело. Чем-то ещё увлекаетесь?

— Игрой на гитаре в кругу друзей. Походами в горы. У нашего руководителя было правило — сразу после защиты аспиранта его нужно обязательно сводить в горы, проверить в походных условиях. Эту традицию мы продолжаем. Скоро и мне предстоит такой поход — защита запланирована на осень. Кстати, защищаюсь по той же тематике, за которую получил премию.

— Словом, стараетесь достойно продолжать дело учителя?

— Из нашей группы уже двое получили президентские гранты — Сергей Викторович Воейков и Юрий Владимирович Ясюкович. Наши работы поддерживают РФФИ, есть грант на исследование ионосферно-магнитосферных связей. Активно развиваются направления детектирования ионосферных возмущений, генерируемых солнечными вспышками, солнечными затмениями, магнитными бурями, тропическими циклонами и т.д. А когда реализуем проект по созданию собственной сети приёмных станций, получим более широкие возможности для исследований, освоим новые направления.

Г. Киселева, г. Иркутск
Фото В. Короткоручко

Газогидраты: надежда и опасность



Кандидат физико-математических наук **Игорь Рожин** работает старшим научным сотрудником в Институте проблем нефти и газа СО РАН в Якутске — лаборатории техногенных газовых гидратов. И работает успешно, начиная со старта, то есть с первых шагов в науке.

По документальным приметам он, по моей шуточной формулировке, кромешный отличник. Школу окончил блестяще, Якутский государственный университет с отличием, получил уже за дипломную работу, посвященную

математическому моделированию искусственного замораживания грунта, медаль РАН в области физико-технических проблем энергетики. И эта первая награда была далеко не последней. Вскоре, в 2000 г., он получает грант Департамента по высшей школе и науке при Правительстве Якутии за «Выбор параметров подземных сооружений в криолитозоне методами математического моделирования». В 2008—2009 гг. становился грантообладателем Фонда содействия отечественной науке в номинации «Кандидаты наук РАН».

Если всё это «перевести» на популярный язык, то этот физик и математик с явным, лейтмотивным теоретическим уклоном тесно обращен к практике суровой северной жизни, в которой сорокаградусные морозы стоят месяцами, и такие проблемы, как искусственное замораживание грунта и подземные сооружения имеют воистину первостепенное значение. Хотя бы потому, что если наша тундра при перемене климата, положим, поплывёт, то мы столкнемся с такими трудностями, для преодоления которых не хватит никаких миллиардов.

Занимаясь численными исследованиями различных переходных процессов в прикладных задачах теплопроводности, Рожин все время «утыкается» в практику. Например, предложенные им математические модели и разработанные вычислительные алгоритмы послужили основой для оценки эффективности тепловой защиты при прокладке полотна автодороги на мерзлых грунтах (а они в Якутии повсюду) и при использовании систем управления температурным режимом массива грунтов в ос-

новании инженерных сооружений.

Конечно, это тяжеломерно сформулировано, но такие расчёты сберегают большие средства, при которых важнее цифры, эффективность, чем гладкость языка. Нам потребуются и другие корявые, скажем так, формулировки для характеристики дел, которыми занимается молодой кандидат наук Рожин.

Игорь изучает влияние состава природного газа на условия образования гидратов. Казалось бы, как это далеко от повседневной сегодняшней жизни... Но его исследования позволили более эффективно решать задачи образования гидратов в системах добычи газа. А они в значительной степени основа экономики будущего, нашей энергетики, важный ресурс страны, значение которого возрастает год от года.

По образованию Игорь инженер-физик. А по вкладу в науку — скорее математик. Впрочем, и это несколько усечённое определение, если судить по проектам РФФИ, по которым он работает, и по лекционным и семинарским занятиям по технической термодинамике и теплообменному оборудованию промышленных предприятий, которые он проводит для студентов старших курсов инженерно-технического факультета и физико-технического института Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. Добавлю ещё, что Рожин — руководитель проекта РФФИ по теме «Прогноз и предупреждение образования гидратов при добыче природного газа».

В слове «предупреждение» так и слышится тревога и угроза. И не зря. На практике получается так, что газогидраты — не

только надежда, но и опасность. Когда они мешают добыче природного газа, то приводят к уменьшению продуктивности скважин. Вплоть до того, что они могут привести к полному прекращению подачи, добычи газа. И борьба с газогидратами, которые вредят, идет с помощью закачки в скважины различных ингибиторов, например, метанола. Но эта мера малоэффективна, потому что метанол выносится из скважин вместе с газом и существенно повышает себестоимость добычи и транспорта газа. То есть, попросту говоря, он разлагает гидраты и способен предотвратить их образование. И, сделав свое дело, выносится из скважины.

— Наша задача, — рассказывал Рожин, — состоит в том, чтобы найти такой режим работы скважин, который исключил бы образование гидратов в призабойной зоне, а также в стволе скважин. И, тем самым, не допустить аварийных ситуаций. Или, по крайней мере, снизить вред от влияния гидратов. И обеспечить надежное газоснабжение.

Математические модели, которые разрабатывает Рожин, пока ещё не имеют широкого практического применения. Но в них заложена эта перспектива. Север и Дальний Восток сейчас бурно преобразуются. Строятся мосты и дороги, открываются новые месторождения, прокладываются новые дороги там, где раньше это даже не предполагалось. И всем этим переменам требуется научное обоснование, новые решения и подходы к возникающим проблемам. Это создание не может обойтись без науки и академической молодежи. Такой, как Игорь Рожин.

Ролан Хотман, специально для «НВС»