

Высокие сферы. Памяти Эдуарда Леонтьевича Афраймовича

"Плевать я на тебя хотел с..."
(народное ругательство)

Неуемные геофизики используют любую возможность, чтобы проводить свои эксперименты, порой изощряясь столь дивно, что в пору о них баллады складывать. И это легко объяснимо. Скажем, биологу для эксперимента нужны вполне земные лабораторные условия, ну в крайнем случае лес или поле. К медику объект исследования может и сам прийти (не рассыплется). Ну даже если и рассыплется, так только интереснее изучать становится. Физик-ядерщик может себе и коллайдер организовать... по средствам, разумеется. Астрономы уже давно смирились, что никогда в жизни не увидят объект своего интереса вблизи, перейдя к любви платоническо-спектрально-телескопической. А вот что делать бедняге геофизику? В простейшем случае – выйти в поле, на гору там залезть, или даже в гору, отважно погрузиться в океан... А потом? А потом – что называется "близок локоть, да не укусишь". И раздражает этот объект – не чета фригидным звездам.

Правильно, речь об ионосфере – беспокойной короне нашего тонюсенького в межпланетных масштабах воздушного океана. При том, что разряжение атмосферы там настолько велико, что даже и околоземные спутники не очень сильно о нее тормозятся, хотя и ощущают наличие оной при длительном в ней пребывании. Но вот "пощупать" **это**, начинающееся в примерно сотне километров от поверхности планеты, весьма и весьма непросто. Долететь до нее воздушные суда не могут, даже стратосферные зонды – тяжеловаты, а космические аппараты жалят ее на огромной скорости и, напряженно сопя, проскакивают насквозь, занимаясь исключительно борьбой с земной гравитацией. А уже когда в состоянии "оглядеться" по сторонам... – да сколько ее, той ионосферы, осталось-то под брюхом?

Есть, правда, компромисс. Существуют суб-орбитальные ракеты, которые пролетают ионосферу по дуге – баллистические, стало быть. На них устанавливают излучающую, приемную и записывающую аппаратуру. Последнюю после приземления ракеты достают, и анализируют записанную с приемника информацию. Весь полет длится десятки минут – не так много чего и анализировать, но все-таки, поскольку передатчик излучал непосредственно вблизи "объекта", а приемник принимал эхо без больших промышленных помех поблизости. И все же это лишь минуты, да и ракета стоит поболее иного наземного радара. Оставим их для начинающегося "бюджетного" космического туризма.

Теперь о других хитростях. Пожалуй, радиофизики-ионосферщики – единственные из геофизического племени, кто не боится "плевать" над головой, точно зная, что "оно" вернется. Оно-то, т.е. радиоэхо, как раз и есть самое интересное, поскольку несет в себе информацию об объекте интереса. Одна только беда – объект уж больно широк по земным меркам. Ну, тут плюнешь-послушаешь, ну – там, а цельной картины нет как нет. Много "плевалок" т.е. коротковолновых радаров* по всей земле не понатыкаешь, дороговато, а в "замочную скважину" много ли неба увидишь? Правда, можно и тут исхитриться, и зондировать ионосферу наклонно, скажем, один радар работает как обычно, а второй, чуть в стороне, только слушет. При этом надо их точно засинхронизировать, чтобы второй принял то, что излучает первый. Тогда точка отражения будет примерно на полпути между ними. Раньше это было непросто, а теперь, при наличии GPS, возможна синхронизация точнее, чем микросекунда. Мыкола, лови топор!...

Да, конечно, методы математического моделирования помогают восстановить картину поведения этого беспокойного антирадиационного одеяла планеты, но весьма и весьма приблизительно. Уж больно одеяло это трепещется отчаянно – и на космическом ветру, дующем сверху, и на обычном, что поддувает под "одеяло" – не уследить никакими формулами, не описать никаким пером. А уж постучать по объекту чем-то более тяжелым, чем невесомая радиоволна – просто "мечта идиота".

Но на то она и мечта, чтобы хоть иногда сбывалась. И назвалась она: эксперимент SIMPLEX (Shuttle Ionospheric Modification with Pulsed Localized Exhaust Experiments)**, т.е. "Эксперимент по модификация ионосферы при помощи короткого выхлопа шаттла в определенных местах". Места эти были определены там,

где есть чем "посмотреть" и при этом смотрелки, т.е. радары, расположены примерно в одну линию. И потому орбита корабля была специально скорректирована после того, как были выполнены все работы на МКС и т.д., и т.п. Орбита легла над радио-обсерваториями в Пуэрто-Рико, в Перу, на Маршаловых островах и – о счастье – в Массачусетсе, над нашим любимым радиополигоном "Милстон Хил".

Казалось – затея стоящая. Шаттл, на скорости в 7,7 километров в секунду "плюнет" струей из сопла вперед еще со скоростью 3 км/сек. Итого: поток окиси и двуокиси углерода, воды, водорода, азота и бог его знает чего еще на скорости 10,7 км/сек*** прошьет ионосферу, вызывая турбулентность и разгоняя ионы до энергии в 12 электрон-вольт. Мелочи, по сравнению с энергией рентгеновского излучения какой-нибудь нейтронной звезды, но геофизики – народ не гордый, можно сказать "приземленный".

Далее пошли вещи от собственно науки далекие. Нужно было сделать кучу согласований на разных уровнях, чтобы все, кто участвует в запуске и работе шаттла, учли этот эксперимент в своей программе маневров и коррекции орбит. И даже когда уже все согласовано, то нет никакой гарантии, что все пройдет гладко. Что и случилось на первый раз. Челнок, летавший летом, уже привычным способом получил повреждение пресловутых термоплиток и, пока возились с их ремонтом на орбите, провести эксперимент времени не осталось. Ну да ладно, подождали до осени и, наконец, следующая миссия-таки "навыхлопывала" согласно графику над всеми заданными точками.

На каждом из радаров, участвовавших в эксперименте на земле, установили специальное расписание, по которому они особенно тщательно наблюдали небо при пролете над ними огнедышащего "американского дракона", но... В общем, ничего особенного не обнаружили. Слабоват шаттловский маневровый движок, чтобы расшевелить ионосферу. Ну, что ж, не все коту... т.е. не всегда ученый лаврами увенчивается, отрицательный результат – тоже результат.

Зато – это по-американски. С размахом. Эксперимент – так уж эксперимент. А что делать бедному сибирскому радиофизику? Но на то он и хитер на выдумку, как исследовать ионосферу, потратив минимум. Одна из хитростей – наблюдения сигналов спутников системы GPS, в разработке принципов которых весьма преуспел профессор Э.Л. Афраимович. Разумеется, сами спутники – вещь не дешевая, но если используется побочный эффект (можно сказать – паразитный), да еще и оплаченный за океаном – вот она, халява. Это вам не стройматериалы со строек тырить! Оказывается сигнал, передаваемый спутниками, искажается на нелинейностях ионосферы, и по этим искажениям тоже можно что-то о ней сказать. Надо только иметь доступ к данным соответствующих приемников. Но это затраты уже совсем не сопоставимые.

А вообще-то все физики – большие дети. Им дали Вселенную поиграть, а они ее все "молотком" норовят... А молотки-то какие! Вах!.. Наверное, родители хорошо зарабатывают...

* диапазон зондирования примерно с 1 мегагерца, что есть средние волны, до примерно 30 уже в КВ диапазоне. Даже в лучшем случае все, что выше, просто улетает в космос и никакой информации назад не приносит, увы...

** вообще, американцы любят давать своим научным и прочим затеям звучные аббревиатуры

*** вообще-то на сайте НАСА шаттл изображен "плюющим" назад, а не вперед по ходу движения, так что пусть с арифметикой разбираются сами

http://www.nasa.gov/mission_pages/station/science/experiments/SIMPLEX.html

Нано-спутники

Последний писк (во всех смыслах) мировой космонавтики. Уже даже появилась некоторая унификация, которая продиктована не столько областью применения микроскопических космических аппаратов, сколько способом их выведения на орбиту. Кто у нас выводит – по пальцам пересчитать: Россия, Европейское агенство, Япония, Штаты, Индия. Китай, пожалуй, можно не считать - у них пока космическая программа вся заточена под макро-спутники и людей. В "Великом походе" до мелочей ли?

Например, американские системы выводят на орбиту контейнеры, в которых могут содержаться либо три спутника-кубика (Cubesat) 10x10x10см весом до килограмма, либо один 30x10x10см. Последняя ступень ракеты имеет много таких "минометиков"-деплоеров, которые выталкивают россыпь кубиков с определенным интервалом, чтобы они друг о друга не бились. Запускают их и с шаттлов, и Днепрами с Байконура, и чем-то из

Плесеца. В общем, кто во что горазд.

Что эти крохи делают на орбите? Да почти то же самое, что делал и первый ИСЗ в далеком 1957-м, т.е. почти ничего. Кто-то просто попискивает в эфир, кто-то смотрит на землю примитивной камерой (что они там видят?). Главное же отличие в том, что каждый спутник связывается со своими хозяевами через специальные коммуникационные центры, довольно редко натканные по миру. Когда они пролетают над каким-либо из них, они могут воспринимать команды и "сливать" на землю телеметрию и данные, которые потом переправляются создателям спутника... в основном студентам.

Да-да! Поскольку одна из основных задач нано-спутников – приобщение к их конструированию, запуску и эксплуатации студентов технических ВУЗов. Спутники активно разрабатывают американские, японские, индийские и европейские студенты под руководством своих профессоров. Вроде игрушки для будущего поколения инженеров и ученых.

Но уже есть тенденция к привлечению нано-спутников к серьезным исследованиям. Например, в следующем году будет запущен малыш, который будет наблюдать грозы сверху. Уже точно известно, что при разрядах молний получается мощное рентгеновское излучение, которое гасится атмосферой ниже, но летит в ближний космос вверх, не сильно ослабляясь. Это может плохо повлиять на болтающуюся там и все увеличивающую численность спутниковую братию.

Есть идея затолкать упрощенную модификацию полу-кубометра нашего ионосферного зонда* в 30-сантиметровой длины коробочку и запустить горсть таких "буханок" для наблюдения за поведением ионосферы сверху. Преимущество в том, что тогда зонд не будет привязан к одному географическому месту, как на земле, и может "разглядывать" ионосферу вдоль всей орбиты. А ежели еще и орбиты чуть-чуть разными сделать!..

И многие вещи для этого уже есть. Например, блок ориентации, который представляет из себя уже готовый 10-ти сантиметровой кубик с трехмерной системой катушек и магнитометром, для создания определенной формы и интенсивности магнитных полей. Эти поля можно формировать так, чтобы, отталкиваясь от магнитного поля земли, не только ориентировать стутник в пространстве, но даже и менять орбиту, повышая или понижая** ее. Разумеется, наличие реактивных двигателей у таких крох – роскошь, доступная далеко не всем. Но зато вполне доступны микро-GPS для определения местоположения и датчики солнца для определения положения последнего относительно спутника. Также вполне отработаны системы коммуникации с землей, которые тоже можно приобрести в виде стандартных блоков с антеннами, и компьютеры с базовым программным обеспечением для контроля подсистем.

Недавние достижения в областях компактных аккумуляторов, экономичных микрокомпьютеров и повышения эффективности солнечных батарей позволили упростить систему энергообеспечения нано-спутников, просто покрыв их внешнюю поверхность тонкими солнечными панелями. При этом получается вполне достаточная электрическая энергия (порядка 10 ватт) для поддержания работы всех внутренних микро-потребителей, даже если часть орбиты находится на ночной стороне земли.

В общем - конструктор "сделай сам"... может, самому и придется делать.

Разумеется, спутники живут на орбите не вечно. В лучшем случае – несколько лет. И зависит это не только от деградации солнечных батарей и механических повреждений микро-метеоритами. Это также зависит и от качества литий-ионных аккумуляторов, которым приходится работать в жестких температурных условиях. Но главное, это космическое излучение, особенно суровое в радиационном поясе земли. Высокоэнергичные элементарные частицы (в основном электроны) пронизывают пространство и, само собой, электронику спутника, вызывая и одноразовые сбои в работе последней, и необратимые повреждения в полупроводниках, которые после накопления некоторого количества облучения просто перестают работать. Понятно, что защитить маленький кубик практически нечем, и время его жизни на орбите измеряется месяцами. Но с другой стороны, запустить такую малютку гораздо дешевле, чем многоцентнерный агрегат, и это можно делать чаще, компенсируя естественную убыль группировки.

* Digisonde DPS-4D. http://umlcar.uml.edu/digisonde_dps.html

** что нужно реже, поскольку спутник в основном естественным способом тормозится и падает затем в атмосферу, если не предпринимать никаких мер.

 [Порекомендовать текст](#)

Поделиться в соцсетях:

Также читайте эксклюзивную информацию в соцсетях:

- [Телеграм](#)
- [ВКонтакте](#)

Связаться с редакцией Бабра:
newsbabr@gmail.com

Автор текста: **И. Лисысянь**.

НАПИСАТЬ ГЛАВРЕДУ:

Телеграм: [@babr24_link_bot](#)
Эл.почта: newsbabr@gmail.com

ЗАКАЗАТЬ РАССЛЕДОВАНИЕ:

эл.почта: bratska.net.net@gmail.com

КОНТАКТЫ

Бурятия и Монголия: Станислав Цырь
Телеграм: [@bur24_link_bot](#)
эл.почта: bur.babr@gmail.com

Иркутск: Анастасия Суворова
Телеграм: [@irk24_link_bot](#)
эл.почта: irkbabr24@gmail.com

Красноярск: Ирина Манская
Телеграм: [@kras24_link_bot](#)
эл.почта: krasyar.babr@gmail.com

Новосибирск: Алина Обская
Телеграм: [@nsk24_link_bot](#)
эл.почта: nsk.babr@gmail.com

Томск: Николай Ушайкин
Телеграм: [@tomsk24_link_bot](#)
эл.почта: tomsk.babr@gmail.com

[Прислать свою новость](#)

ЗАКАЗАТЬ РАЗМЕЩЕНИЕ:

Рекламная группа "Экватор"
Телеграм: [@babrobot_bot](#)
эл.почта: equatoria@gmail.com

СТРАТЕГИЧЕСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО:

эл.почта: babrmarket@gmail.com

[Подробнее о размещении](#)

[Отказ от ответственности](#)

[Правила перепечаток](#)

[Соглашение о франчайзинге](#)

[Что такое Бабр24](#)

[Вакансии](#)

[Статистика сайта](#)

[Архив](#)

[Календарь](#)

[Зеркала сайта](#)