

АРКТИКА КАК МЕЖДИСЦИПЛИНАРНАЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ГЕОСФЕРНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ ГЕЛИОГЕОФИЗИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Э.Г. Мирмович, канд. физ.-мат. наук, доцент, ведущий научный сотрудник
ФГБОУ ВПО «Академия гражданской защиты МЧС России»

«Человек тем и отличается от животного, что иногда смотрит в небо».

В.А. Амбарцумян (в личном общении).

«Человек измеряется не от земли до головы, а от головы до неба».

Конфуций.

Введение

Арктика (греч. arktikos – северный) – полярная область Земли, включающая Северный Ледовитый океан и его моря: Гренландское, Баренцево, Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское, Чукотское и Бофорта, а также море Баффина, залив Фокс-Бейсин, многочисленные проливы и заливы Канадского Арктического архипелага, северные части Тихого и Атлантического океанов; Канадский Арктический архипелаг, Гренландию, Шпицберген, Землю Франца-Иосифа, Новую Землю, Северную Землю, Новосибирские острова и о. Врангеля, а также северные побережья материков Евразия и Северная Америка (кстати, бывшая россий-



ская территория) (рис. 1).

Рис. 1. Иллюстрация заселённости арктического побережья на 2010 год

В исследовании Арктики принимали участие офицеры и адмиралы российского флота. Например, Ф.П. Врангель – почетный член Петербургской АН, впервые описавший побережье Сибири, кругосветный мореплаватель, один из инициаторов создания Русского Географического общества (председателем которого в настоящее время является С.К. Шойгу), С.О. Макаров – инженер-кораблестроитель и флотоводец, автор идеи и руководитель создания первого в мире крупнотоннажного арктического ледокола, А.В. Колчак – его ученик и последователь, полярный исследователь, морской гидролог по образованию. Всех, кто «прирастал» Россию арктическими территориями и акваториями в разные времена от Петра I до наших дней, перечислить невозможно. Именно поэтому 60 % всего арктического побережья – Россия, 40 % из них – бесконфликтно легитимны (остальное – проблемы, инициированные Норвегией и США). Аналогичный «Канадский сектор» Арктики (условно: от полюса до крайних восточной и западной точек континентального арктического побережья Канады) равен примерно 25 % Арктики.

Потенциал арктического шельфа в российском секторе составляет примерно 90 миллиардов тонн условного топлива.

Комплексные исследования показали, что на протяжении последнего столетия наша планета разогрелась как минимум на один градус выше некоторого среднего уровня. Ученые считают, что в ближайшие 50 лет температура поднимется еще на 3–11°C, что приведет к тяжелым последствиям не только для самой планеты, но и для всех, кто ее населяет.

Глобальным потеплением принято называть процесс постепенного увеличения среднегодовой температуры атмосферы Земли и Мирового океана. Эта проблема сегодня обсуждается на уровне международных переговоров. Для чего приводится эта информация?

В Арктике потепление происходит в два раза быстрее, чем на других широтах. Если температура будет продолжать расти также, то сосредоточенные на её территории 25 % из оставшихся резервов нефти и газа таяние льда может сделать более доступными, чем в настоящее время. А с повышением технологических возможностей человека, с истощением уже разрабатываемых месторождений в XXI веке Арктика станет самым перспективным регионом по добыче нефти и газа.

Кроме того, к арктическим ресурсам относится добыча морепродуктов, эксплуатация арктической транспортной системы. Огромную ценность (в т.ч. коммерческую) имеют также научные исследования полярных зон вообще и научно-прогностические данные о литосферных органических и минеральных ресурсах в частности, чем богата именно Россия.

Наука и ресурсы

Особая ценность Арктики как ресурсной кладовой планеты неоспорима. Откуда такая уверенность? Она начинается с того, что мы до сих пор не знаем даже, как устроена наша планета внутри.

Главным тезисом при рассмотрении любых фундаментальных проблем естествознания, связанных с такими неопределёнными понятиями, как первоматерия, физический или какой-то другой вакуум, образование звёздных и планетных объектов, да и существование Вселенной в целом, по мнению автора, является всего лишь пересмотр фразоформулы «Природа боится пустоты» в категоричную – «Природа не терпит пустоты». Это можно интерпретировать как отсутствие таковой в нашем обыденном понимании.

Заполняется эта пустота как минимумом движением. Во многих современных работах крупных научных авторитетов уже менее робко, чем двадцать-тридцать лет назад, если не постулируется, то высказывается соображение, что основной формой движения является вращение.

Впервые в категоричной форме утверждение, что никаких других форм движения кроме вращения в Природе быть не может, содержится в работе [1] 1984 года. Авторы в терминах теории групп и представлений постулируют, что все движения – это вращения с разными радиусами кривизны от некоего минимального r_0 (микровихрей вакуума, принимаемых за элементарные частицы) до переменного $R_{\max} \rightarrow \infty$, определяющего бесконечную жизнь (вращение) Вселенной.

Этот экскурс «в сторону» необходим для следующей логической формулы.

Мы точно знаем, что твёрдая поверхность нашей планеты не идеальная сфера, а некий «приплюснутый» геоид. Отсюда легко сделать вывод, который т.н. официальная наука почему-то игнорирует – сплюснутость внутренней квазижидкой субстанции планеты должна быть ещё больше. Значит, между обеими полярными поверхностями Земли и её кипящей внутренностью должна существовать полость, пустота [2]. Интерпретация широко известных гравитационных измерений космическим бимодальным модулем Grace (модель EIGEN-6C) может рассматриваться как подтверждение данных представлений.

Принимая за исходный постулат то, что «котёл», где «варится» таблица Менделеева, находится внутри планеты, а не снаружи где-то в Большом Космосе или в начальные мгновения т.н. «Большого взрыва», и если в концепции абиогенной генерации энергетического газа и нефти есть какой-то позитивный смысл, мы должны придти к выводу, что миграция этих «пузырей» имеет тенденцию постепенного всплывания их по направлению к этим полярным «пустотам». Высокоширотная граница сейсмической активности и обсуждаемое в научной литературе интенсивное выделение метана в Арктике могут служить дополнительными аргументами в пользу этих соображений.

По эмпирическим оценкам, ~ 50 % (25 + 25) всех ценных для человека подземных ресурсов, источником которых являются процессы в глубоких недрах планеты, должны находиться в высоких широтах вокруг обоих географических полюсов. Ну, а если мы признаем, что географическая ось мигрировала или перескакивала, то и в прошлых приполюсных зонах должны быть «склады» с горючими и негорючими ископаемыми разной длительности генерации и сформированности.

Об этом можно (и нужно) говорить много, и эти глубоко теоретические исследования должно быть не жалко финансировать в межгосударственном, а, может, и в ООН- режиме.

Но далее здесь речь пойдёт не о литосфере, астеносфере и ”магмасфере”.

За последние годы проблема Арктики стала объектом многих документов и дискуссий. Среди них:

Декларация и Стратегия по охране окружающей среды Арктики – 1991.

Декларация для осуществления Программы действий, принятой в рамках межгосударственного природоохранного сотрудничества Совета министров окружающей среды Баренцева/Евро-Арктического региона – Рованиemi – 1995.

Инувиская декларация по охране окружающей среды и устойчивому развитию в Арктике – Канада-1996.

Арктический Совет – 1996.

Ежегодный Форум "Арктика – территория диалога".

29 марта 2011 года в Канаде состоялась вторая министерская встреча пяти прибрежных арктических государств (России, Норвегии, Дании, США и Канады). Обсуждались проблемы континентального шельфа, изменения климата, сохранения хрупких арктических экосистем, освоения ресурсов Северного Ледовитого океана. Впервые робко было упомянуто и о развитии научного сотрудничества стран Арктики. Обсуждалась очень важная проблема о радиационной безопасности вод Арктики, где затоплено большое количество радиационно-опасных объектов, включая наши и американские атомные субмарины.

В последнее время заметно активизировалась и научно-исследовательская деятельность ряда стран в Арктике, в том числе и в пределах полярного сектора России. Так, научно-практические экологические проблемы Арктики обсуждались и в Новом Уренгое.

Однако ни на крейсере «Ямал», ни на каком другом совещании или встрече любого ранга важности о магнитосферно-ионосферных исследованиях не говорилось ни слова.

А ведь не секрет, что «до уровня реальных угроз возрастают опасности космогенного характера, в частности, астероидные опасности, геомагнитные бури, солнечная активность», могущие вызывать чрезвычайные ситуации (ЧС) – и это фраза С.К. Шойгу из его лекции в Институте развития МЧС России ещё в 2001 году [3].

Солнечно-магнитосферно-ионосферные процессы и Арктика

Исследования магнитосферы и ионосферы как важных геосферных оболочек (ГСО) имеют генетически всемирно гуманитарный характер. А полярная шапка и авроральный овал – это альфа и омега всех пространственных и временных асимметрий и нестационарностей этих ГСО. При этом не только сложнейшая «огуречно-кальмарная» конфигурация магнитосферы (рис. 2.), но и вся динамика верхней, средней и даже нижней атмосферы обязаны неспокойной жизни этих двух надповерхностных зон Земли. И даже более того, большинство геофизических процессов в средних и даже низких широтах – родом из Арктики (т.е. высоких широт с географической широтой $\varphi > 60^{\circ}$ (N V S) и геомагнитной широтой $\Phi_{\text{ГМ}} > 45^{\circ}$). В настоящее время широко обсуждаются гипотетические зависимости множества источников ЧС как природного, так и техногенного характера от явлений и процессов гелиогеофизического происхождения. Отчасти это касается даже поверхностных проявлений литосферно-астеносферных возмущений и бурь в виде землетрясений [4].

Магнитосферные бури и суббури являются наиболее существенными элементами в большом многообразии проявлений солнечно-земных связей. Они отражают одну из главных сторон последних – наступление глобальных геофизических возмущений, наблюдаемых на поверхности земли от экватора до полярных областей.



Рис. 2. Иллюстрация конфигурации магнитосферы во взаимодействии с межпланетным (солнечным) магнитным полем (Интернет-ресурс)

Элементами таких возмущений являются полярные сияния, активизация различного рода токовых систем в атмосфере и на земле, вызванные высypанием в ионосферу из магнитосферы потоков высокоэнергичных заряженных частиц.

Это касается и транспортных металлических материало- и токонесущих систем, в которых повреждения зависят от соотношения их радиуса кривизны и величины наведенного индукционного тока в них. Почему же повреждения и разрывы трубопроводов, аварии в электроэнергетических сетях и даже опасные изгибы рельсовых путей во время интенсивных геомагнитных бурь (земной проекцией и продолжением магнитосферных суббурь) наиболее часты в Канаде, на Аляске, Кольском полуострове, Исландии?

Дело в том, что возмущения геомагнитного поля в полярных зонах в 10 и более раз выше по амплитуде, чем на средних широтах. А эти, генерируемые магнитными возмущениями т.н. теллурические токи подвержены вариациям, модулируемым солнечной активностью и процессами в ионосфере. В целом ряде исследований, кстати, указывается на возможность предсказания с их помощью также крупных месторождений нефти и металлических руд.

Важным научным (пока) фактом является статистическая связь явлений в магнитосфере и её магнитно-сопряжённых точках с частотой и интенсивностью грозовой активности в субполярных широтах – гроз, ответственных за массовые таёжные пожары.

Под термином «гелиогеофизические факторы» понимают и комплекс физических факторов, влияющих на организм человека, и связанных с солнечной активностью, вращением Земли, флуктуациями геомагнитных полей, особенностями строения и состояния атмосферы. Гелиогеофизические факторы участвуют в колебаниях погодно-климатических условий, могут оказывать неоднозначное влияние на биоритмы человека.

Так, факторы солнечной активности являются важным элементом при синхронизации ритмики биологических систем в диапазонах мезо- и макроритмов.

Частоты же некоторых короткопериодных биоритмов коррелируют с частотами тех же микропульсаций геомагнитного поля и акустическими колебаниями, возникающими во время магнитных бурь. Ведущей составляющей этих колебаний является частота около 7–8

Гц. Например, ритм тремора, альфа- и бета- ритмы близки частотам электромагнитных пульсаций. Ритм митохондрий, гликолиза и синтеза белков коррелирует с акустическими явлениями инфразвукового диапазона. Есть данные о существовании биоритмов с диапазоном колебаний пульсаций Солнца (2 ч 40 мин), открытых советским академиком А.Б. Северным в Крыму. Известны также околонеделные или кратные изменения физиологических показателей человека. Эта ритмика связывается некоторыми учеными с прохождением Земли около границ секторов межпланетного магнитного поля.

Следует напомнить, что в целях совершенствования системы предупреждения органов государственной власти, Вооруженных Сил Российской Федерации и населения об опасных природных (гидрометеорологических и гелиогеофизических) явлениях, а также гибели людей на земле и в космическом пространстве во время орбитальных полётов и снижения экономического ущерба учёными и специалистами МЧС России были выработаны и введены в действие критерии неблагоприятных и опасных явлений гелиогеофизического характера, могущих вызывать ЧС, прогноз по которым выдаётся Институтом прикладной геофизики Гидрометслужбы России, а также ИЗМИРАН (рис. 3).

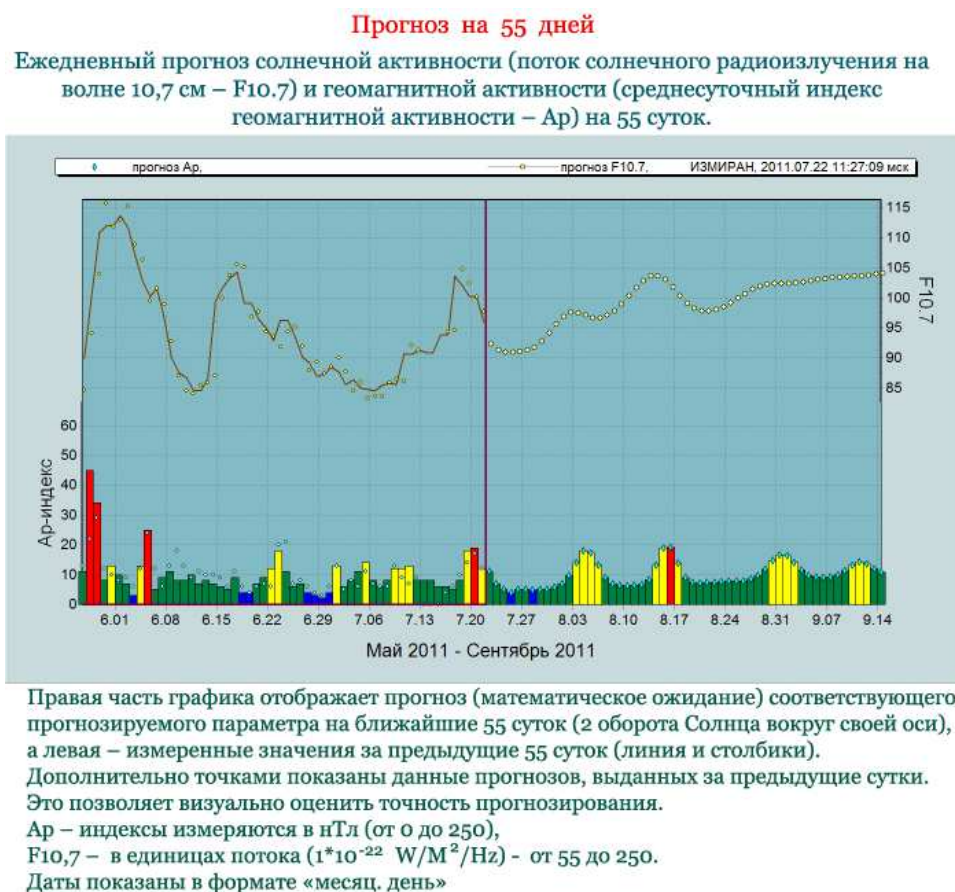


Рис. 3. Форма прогноза ИЗМРАН (Интернет-ресурс)

1. В качестве параметра для классификации радиационной обстановки в околоземном космическом пространстве (ОКП) принимается плотность потока заряженных частиц I в $\text{см}^2\text{с}^{-1}$, проникающих за защиту толщиной 1 г см^{-2} алюминия (протоны с энергией $E > 30 \text{ МэВ}$, электроны с энергией $E > 2 \text{ МэВ}$). Значения плотности потока берутся в полярных зонах (полярных шапках) магнитосферы Земли или вне магнитосферы.

1.1. Резкое ухудшение радиационной обстановки в ОКП классифицируется как неблагоприятное явление при условии, что плотность потока протонов I солнеч-

ных космических лучей (СКЛ) находится в пределах $5 \cdot 10^3 \text{ см}^2\text{с}^{-1} < 5 \cdot 10^4 \text{ см}^2\text{с}^{-1}$ (при постоянных значениях $I = 5 \cdot 10^3 \text{ см}^2\text{с}^{-1}$ в полярных шапках доза излучения, обусловленная СКЛ, на орбите высотой 300 – 500 км при угле наклона 52° за защитой 1 г см^{-2} составит 1–25 рад. в сутки в зависимости от степени возмущенности магнитосферы).

1.2. Резкое ухудшение радиационной обстановки классифицируется как опасное явление при условии $I > 5 \cdot 10^4 \text{ см}^2\text{с}^{-1}$.

2. Резкими изменениями ионосферы, способными привести к значительным нарушениям условий распространения радиоволн, являются:

2.1. Появление и сохранение в течение 3 ч подряд отрицательных отклонений - более 50 % от медианных значений критических частот слоя F2;

2.2. Появление поглощения в полярной шапке (явление РСА-ППШ) по риометрическим данным, превосходящего 3 дБ в течение 3 ч и более. При отсутствии оперативных риометрических данных считать эквивалентным указанному критерию:

- появления (по измерениям на ИСЗ "Метеор") потоков протонов ($E > 15 \text{ МэВ}$) в высоких широтах при $I > 10^3 \text{ см}^2\text{с}^{-1}$;

- появление полного замирания сигналов в КВ-диапазоне по наблюдениям методом измерения поглощения на наклонных трассах в течение 20 мин. и более [5–8].

И всё это заканчивается сложными процессами в магнитосфере и в наших полярных областях.

Наблюдаемые геофизические поля в высоких широтах имеют определенную степень симметрии. Это было ясно из общих соображений и подтверждено данными первых высокоширотных экспедиций, организованных на различных меридиональных цепочках наблюдательных станций, в некоторых из которых принимал участие автор:

- 1964, 1968–1969 гг. – Якутия (Пономарев, Шафер, ИКФИА);
- 1969 г. – Канада (Ростокер);
- 1971 г. – Новая земля, Кольский п-ов; Душети, Грузия (Баранский, ИФЗ);
- 1972 г. – Кольский п-ов (Распопов, НИИФ ЛГУ).

Разумеется, комплексное исследование арктического пространства осуществляется сегодня системами космических спутников. Эти дорогостоящие программы и проекты повышают наши знания о контактных областях планеты с солнечным ветром («касп-воронка») и своей магнитосферой (зоны полярных сияний).

Однако отметим, что ни одна серьёзная научная концепция и тем более модель ближнего космоса не могли быть построены без синергетического симбиоза данных, полученных космическими аппаратами (КА), с данными наземных наблюдений. Отсутствие наземных наблюдений во время работы КА или их синхронизации с работой КА уже нанесло непоправимый вред науке и практике. Кстати, и упоминавшаяся выше модель гравитационного поля Земли EIGEN-6С строилась с привлечением данных полевых наземных измерений.

Неполнота данных как научная проблема

Одной из самых главных задач этой, да нет, самой главной задачей этой огромной области исследований является сохранение и приумножение непрерывных рядов наземных наблюдений. Переоценить, преувеличить важность этой проблемы для настоящего и будущего цивилизации просто невозможно ни с гуманитарной, ни с экономической точек зрения.

Прежде всего, это касается разрывов в наблюдениях или их отсутствие «в нужное время в нужном месте».

Так получилось, например, во время эксперимента – американской т.н. операции «Starfish».

Весь научный мир был приготовлен к измерению эффектов операции «Морская звезда» – термоядерному взрыву над островом Джонсон в Тихом Океане. Космических аппаратов в июле 1962 года для таких измерений не было. И информация должна была регистрироваться в основном ионосферными станциями путём радиолокационного зондирования в диапазоне коротких электромагнитных волн. Но именно ионосфера на высотах взрыва и вокруг него была сильно ионизована, особенно на высотах 60...90 км. Полное поглощение зондирующих радиоволн (т.н. «эффект Деллинджера», наблюдавшийся ранее только во время сильных солнечных вспышек), закрыло возможность узнать, «что там наверху». Дело в том, что мы до этого не знали ничего о радиационных поясах. Да так тогда и не узнали. И ещё не менее 10 лет в этих поясах мы были не в состоянии различить естественные электроны от искусственно инжектированных туда этим взрывом.

Однако еще в большей мере недопустимым является рукотворное уничтожение уникальной информации о нашей окружающей среде, которую никаким образом восполнить нельзя. Сворачивание целых наблюдательных комплексов. Уменьшение номенклатуры экспериментальных и рутинных измерений. Всё это не просто снижает эффективность и практическое внедрение моделей и других научных результатов. Это просто уничтожает все подвижнические и не продлённые ряды наблюдений предыдущих энтузиастов и титанов научных исследований Арктики (да и Антарктики), снижает до минимума эффективность космических программ и проектов. «Булгаковская разруха», полное непонимание важности этой проблемы в первую очередь посетили Россию вообще и её арктическую составляющую в частности. Плотность размещения наших обсерваторий в Арктике и так намного ниже, чем у других стран. Певек, м.Шмидта, Тикси, Норильск, Архангельск, пункты ионосферно-магнитных наблюдений на Кольском полуострове. Вот и всё.

Есть предложения, например, создания центра приема и обработки спутниковой информации на архипелаге Шпицберген в пос. Баренцбург; организации там исследований полярной ионосферы и верхней атмосферы для определения влияния гелиогеофизических факторов на физические свойства высокоширотной атмосферы с целью разработки методов диагноза и прогноза "космической погоды". И действительно, в силу географического положения архипелага Шпицберген организация наблюдений на архипелаге имеет исключительное значение для развития фундаментальной и прикладной науки.

В работах [5–17] приводятся результаты исследований автора, так или иначе связанных с магнитосферно-авроральными и солнечно-полярными процессами в высоких широтах:

- Регистрация проекции плазмопаузы на F-слой ионосферы, подтверждение т.н. «провала Малдрю» (экспедиция, Зырянка, 1968-1969, 1971).
- Наблюдения в экспедиции на Камчатке по Международному проекту магнитно-сопряжённых точек (1973–1975).

- Объяснение эффекта Н.В. Медниковой «запрещённого времени начала отрицательной фазы ионосферной бури» за счёт эффектов встречной циркуляции ветров в термосфере высоких широт в спокойное и возмущённое время (1973–1981).
- Объяснение положительной ионосферной бури и опережения её начала по отношению к геомагнитным возмущениям и суббуревым проявлениям в магнитосфере (1973, 1985).
- Методы диагностики, исследований и прогноза штормовой циркуляции в верхней атмосфере по данным фазовых измерений в СДВ диапазоне радиоволн, в т.ч. на трассе РНС «Омега» Норвегия-Хабаровск (1976–1997, 2000).
- Исследование возмущений ионосферы наклонным ЛЧМ зондированием на трассах Хабаровск-Ижевск, Нижний Новгород, захватывающих субполярные точки отражения (1984–1991).
- Аргументация наибольшей репрезентативности aa-индексов и Ар-индексов геомагнитной активности для гелиогеофизических исследований и прогнозов, источником которых являются процессы в геосфере связанные с высокими широтами (1982–1989, 2000).
- Построение трёхуровневой модели прогноза крупномасштабных возмущений термосферы-ионосферы (1973–1985, 2000).
- Привлечение данных распространения электромагнитных и гравитационно-акустических волн к прогнозу землетрясений (1997, 2004–2011).

И по существу, во всех этих работах автор встречался с проблемой отсутствия или разрывов в данных.

Заключение

Таким образом, Арктика (как, впрочем, и Антарктика) – это междисциплинарная экспериментальная лаборатория исследования практически всех физических явлений и процессов, а не только нефть, газ и никель для обогащения малой избранной группы не проживающих там бизнесменов.

Исследованию надлитосферных явлений и процессов в полярных широтах и в том числе этих двух квазиторроидальных “бубликов”, каковыми являются полярная шапка и авроральный овал со своими двумя электроджетами, посвятили свои жизни десятки и сотни выдающихся учёных и альтруистически преданных этим широтам исследователей. Здесь, на этой земле, невозможно не назвать эти имена, большинство из которых незаслуженно отсутствуют в энциклопедии нашего государства. Среди них те, с кем автор был лично знаком как с «небожителями», учителями, коллегами по совместным работам и друзьями.

Е.К. Фёдоров (ИПГ, Москва), Ю.Г. Шафер (ИКФиА, Якутск), К.И. Грингауз (ИКИ, Москва), Ю.И. Гальперин (ИКИ, Москва), В.Ю. Троицкий (НИРФИ, Горький), Л.М. Ерухинов (НИРФИ, Горький), А.И. Кузьмин (ЯГУ и ИКФиА, Якутск), Е.А. Пономарёв (СибИЗМИР, Тикси, Иркутск), Е.Г. Вершинин (СибИЗМИР, Иркутск, ИКФиА, Тикси, ИКИР, Паратунка); Г.Ф. Крымский (ИКФиА, Якутск), Г.А. Жеребцов (СибИЗМИР–СЗФ, Норильск, Иркутск), И.А. Жулин (ИЗМИРАН, СибИЗМИР, Норильск, Иркутск), Ю.А. Ромашенко (ИКФиА, Тикси, Иркутск) и многие, многие другие «живые и мёртвые».

Зоны космических вторжений и полярных сияний – это:

уникальный научный полигон фундаментальных исследований, проведение которых невозможно ни в каких других лабораториях;

универсальный бесплатный коллаيدر для физиков-экспериментаторов и область природных взаимодействий волна-частица для теоретиков.

И главное – дружба геофизиков всех «арктических стран», не омрачавшаяся даже в самые горячие годы и дни «холодной войны».

Литература

1. Мирмович Э.Г., Лев Ф.М. Некоторые аспекты Де-Ситтер-инвариантной динамики / Деп. в ВИНТИ № 6099-84. 06.09.84 г. Хабаровск: СВ КНИИ ДВНЦ АН СССР. 1984. – 33 с. (Lev F.M. and Mirmovich E.G., VINITI No 6099 Dep.; Lev F.M. A possible mechanism of gravity Artwork Conversion Software Inc., 1201 Morningside Drive, Manhattan Beach, CA 90266, USA. arXiv:hep-th/0307087 v1 9 Jul 2003).

2. Мирмович Э.Г. Земля как геосфера без материального ядра / Международный журнал экспериментального образования. М.: РАЕ. № 11. 2010. – С. 166. http://www.rae.ru/meo/pdf/2010/11/2010_11_125.pdf

3. Шойгу С.К. Исторические аспекты развития системы защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций / Материалы. лекции в Институте развития. М.: 2001. – С. 24.

4. Мирмович Э.Г. Использование электромагнитных эффектов землетрясений в прогнозировании ЧС сейсмического характера // Управление рисками. М.: «Анkil». № 3. – 2004.

5. Mirmovich E.G. Ionospheric behavior during August 2–11, 1972 derived from data of the ionosphere vertical sounding over Khabarovsk / «World Data Cent/ A/ Upper Atmos. Geophys. Rept», 1973, № 28, Part 2, pp 557–560.

6. Мирмович Э.Г. Роль полярной ионосферы в прогнозе среднеширотных возмущений термосферы и ионосферы / В кн. П Всесоюзное совещание по полярной ионосфере и магнитосферно-ионосферным связям (Норильск, апрель, 1980).

7. Мирмович Э.Г. Полярный разогрев и детерминированный прогноз среднеширотных термосферно-ионосферных возмущений / Всесоюзное совещание «Крупномасштабная структура субавроральной ионосферы». Якутск, июнь 1981 г.

8. Мирмович Э.Г. Исследование и прогноз термосферно-ионосферных возмущений / Автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. Иркутск: СибИЗМИР, 1981. – 16 с.

9. Мирмович Э.Г. Двухуровневая модель детерминированного прогноза крупномасштабных термосферно-ионосферных возмущений, влияющих на распространение радиоволн / XXV областная научно-техническая конференция, посвященная Дню Радио. 14-16.04.82. Новосибирск, 1982.

10. Мирмович Э.Г. и др. Зависимость фазы СДВ-поля от авроральной активности в феврале 1982 г. / Тез. докл. IX Межвед. семинара "Распространение километровых и более длинных радиоволн" (7–10 июля 1983 г.). Хабаровск, 1983.

11. Мирмович Э.Г. и др. О возможности прогноза вариаций фазы дальнего СДВ-поля во время геомагнитных возмущений // Тез. докл. XIV Всесоюзн. конф. по распространению радиоволн. М.: Наука, 1984.

12. Данилов А.Д., Мирмович Э.Г., Морозова Л.Д. О возможной природе положительной фазы ионосферных бурь // Геомагн. и аэрономия. 1985. Т.25, № 5. – С. 768–772.

13. Мирмович Э.Г. и др. Об использовании фазы СДВ-сигналов для диагностики крупномасштабных процессов в средней атмосфере / Распространение километровых и более длинных радиоволн. Алма-Ата: Наука, 1986.

14. Мирмович Э.Г. Об учете послебуревых эффектов при прогнозе вариаций фазы СДВ-поля / Радиофизические исследования геофизических явлений на Северо-Востоке СССР. Магадан: СВ КНИИ, 1987.

15. Мирмович Э.Г., Нестеров В.И. Опыт диагностики глобальных послебуревых процессов в средней атмосфере по данным трасс СДВ // В кн. Электрическое взаимодействие геосферных оболочек. М: 2000. – С. 37–43.

16. Мирмович Э.Г. К проблеме прогнозирования источников ЧС геофизического происхождения // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. Научный журнал. Химки: АГЗ МЧС России. № 2(3), 2008. – С. 16–23.

17. Мирмович Э.Г. Геосферные источники чрезвычайных ситуаций / В кн.: Междун. НПК «Предупреждение и прогнозирование чрезвычайных ситуаций». М.: Антистихия, 2009. – С. 75–78.