

АРКТИКА КАК МЕЖДИСЦИПЛИНАРНАЯ НАУЧНАЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ И ПРАКТИЧЕСКАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ ГЕОСФЕРНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ ГЕЛИОГЕОФИЗИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА

Э.Г. Мирмович

*к.ф.-м.н., доцент; действительный член Петровской академии наук и искусств;
ГБПОУ МО «Колледж «Подмосковье»»; e-mail: mirmovich1940@mail.ru;
SPIN-код: 3668-2720, AuthorID: 649993, ORCID: 0000-0002-6993-849X*

Аннотация

В работе Арктика представляется как уникальная природная научная лаборатория изучения геосферных возмущений гелиогеофизического происхождения. Её гуманитарный международный характер не только в планетарном масштабе объекта и предмета исследований, но и в том, что взаимосвязи и дружба геофизиков всех «арктических стран», не прекращавшаяся и не омрачавшаяся даже в самые горячие дни и годы т.н. «холодной войны», являются прямым и очень важным инструментом этих исследований.

Ключевые слова: Арктика, природная лаборатория, геосферные возмущения, опасные космические факторы, нарушения рядов наблюдений.

Введение

Арктика. В последнее время заметно активизировался не только практический ресурсный и геополитический интерес к ней, но и научно-исследовательская деятельность ряда стран в Арктике, в том числе и в пределах полярного сектора России. Однако ни на крейсере «Ямал», ни на каком другом совещании или встрече любого ранга о важности магнитосферно-ионосферных исследованиях не упоминалось. В одной из самых профессиональных работ по фундаментальным научным проблемам Арктики [1] в рамках тематики последнего Международного полярного года также исследования верхней атмосферы в высоких широтах Арктики и Антарктики не упомянуты даже. Нет ничего о них и в «Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года» [2].

Солнечно-магнитосферно-ионосферные процессы и Арктика

Исследования магнитосферы и ионосферы как важных геосферных оболочек (ГСО), особенно в полярной шапке и авроральном овале – это альфа и омега всех пространственных и временных асимметрий и нестационарностей этих ГСО. При этом сложнейшая «огуречно-кальмарная» по конфигурации магнитосфера и вся динамика верхней, средней и даже нижней атмосферы обязаны беспокойной жизни этих двух надповерхностных зон Земли – ведь большинство геофизических процессов в средних и даже низких широтах – родом из Арктики (т.е. зоны с географической широтой $\varphi \sim 60^\circ \div 68^\circ$ (N V S) и геомагнитной широтой $\Phi_{\text{ГМ}} > 45^\circ$). А возмущения геомагнитного поля в полярных зонах в десятки раз выше по амплитуде, чем на средних широтах.

Физика атмосферы вообще, как известно, родилась из физики газов и изучения свойств воздуха, а верхняя атмосфера заполнена неравновесными газами, которые ещё недостаточно изучены, тем более, в полярных широтах. Мы увлеклись численным моделированием «младшей дочери» верхней, да и нижней атмосферы – ионосферы, большинство динамических процессов и возмущений которой обязано своей «родительнице», верхней атмосфере.

Космическая погода и её влияние на человека

В целях совершенствования системы предупреждения органов государственной власти, ВС РФ 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 Гидрометслужбы России ещё в 1993 году были выработаны и введены в действие критерии неблагоприятных и опасных гелиогеофизических явлений [2, 3].

1. В качестве параметра для классификации радиационной обстановки в околоземном космическом пространстве (ОКП) принята величина I – плотность потока заряженных частиц в $\text{см}^2\text{с}^{-1}$, проникающих за алюминиевую защиту толщиной $1 \text{ г} \cdot \text{см}^{-2}$ (протоны с энергией $E > 30 \text{ МэВ}$, электроны с энергией $E > 2 \text{ МэВ}$) по измерениям в 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 солнечных космических лучей (СКЛ) находится в пределах $5 \cdot 10^3 \text{ см}^2\text{с}^{-1} \div 5 \cdot 10^4 \text{ см}^2\text{с}^{-1}$ (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 $1 \text{ г} \cdot \text{см}^{-2}$ составит $1 \div 25$ 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. К изменениям ионосферы, способным привести к резким нарушениям условий распространения радиоволн, отнесены:

2.1. Появление и сохранение в течение ≥ 3 ч подряд отрицательных отклонений от медианных значений критических частот слоя F_2 (δf_oF_2) $> 50\%$;

2.2. Появление поглощения в полярной шапке (явление РСА) по риометрическим данным > 3 дБ в течение ≥ 3 ч. При отсутствии оперативных риометрических данных считать эквивалентным указанному критерию:

- появление (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.

Ряд исследователей космоса этого нормативного акта не знают. Кроме того, нужна корректировка данных критериев, что связано с успехами в экспериментальном изучении ОКП как в ионосферно-магнитной, так и в радиационной составляющей. Нет влияния магнитных бурь на ряд объектов экономики, учёта засорения ОКП мусором, риск от которого выше астероидно-кометной опасности. В свете измерений нейтронов с $E > 20 \text{ МэВ}$ на ИСЗ "SMM", ИСЗ "КОРОНАС-Ф", на аэростатах и в других экспериментах, возможно, предстоит пересмотреть вопрос о составе СКЛ, что важно для полётов на длинных авиатрассах. Такие поправки будут иметь биолого-социальное и экономическое значение. Важно и то, что пересмотр состава СКЛ может изменить наши взгляды и на количественное наличие нейтронов на Солнце, хотя механизм их выброса в космическое пространство не ясен.

Роль космической погоды для средней атмосферы автор отметил ещё в работе [5], применив этот термин впервые. А по генерируемым магнитными возмущениями теллурическим токам может предсказываться также места крупных месторождений нефти и особенно металлических руд.

Неполнота и потеря данных как научная проблема

Одной из самых главных задач этой огромной области исследований является сохранение и приумножение непрерывных рядов наземных наблюдений для настоящего и будущего цивилизации и с гуманитарной, и с экономической точек зрения. Прежде всего, это касается разрывов в наблюдениях или их отсутствие «в нужное время в нужном месте». «С»

Недопустимым является рукотворное уничтожение точек и средств мониторинга параметров окружающей среды, которые никаким образом восполнить нельзя. Это просто уничтожает все не продлённые ряды предыдущих наблюдений, сильно снижает эффективность космических программ и проектов. Разумеется, комплексное исследование арктического пространства осуществляется сегодня системами космических спутников. Однако 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 и их синхронизации с работой

КА уже нанесло большой ущерб науке и практике. Зоны вторжений СКЛ и полярных сияний – это уникальный научный полигон фундаментальных исследований, проведение которых невозможно ни в каких других лабораториях; своеобразный «коллайдер» для физиков-экспериментаторов и область природных взаимодействий типа волна-частица для теоретиков [6]. И главное – это дружба геофизиков всех «арктических стран», не омрачавшаяся даже в самые горячие дни и годы т.н. «холодной войны».

Примечание. В юбилейный год Великой победы надо упомянуть, что враг, нуждавшийся в метеоданных, захватил именно «Службу наблюдений и связи» при станции Диксон. Сообщение о попадании в плен метеорологов нашему радиосвязисту тайком послать удалось, но оно в читаемом виде не дошло, скорее всего, из-за разыгравшейся в то время (резкого подъёма солнечной активности) магнитной бури в Арктике, о влиянии которых на КВ радиосвязь стало известно лишь позднее – из работ Н.П. Беньковой, Н.В. Пушкова и их коллег-энтузиастов НИИЗМа, ставшего позже ИЗМИРАНом.

Литература

1. Ивачёв И.В., Петров В.О. Приоритетные направления по проведению фундаментальных и прикладных научных исследований в интересах освоения Арктики // АРКТИКА 2035: актуальные вопросы, проблемы, решения. № 1(9), 2022. С. 30–39.
2. Указ Президента Российской Федерации от 26.10.2020 г. № 645 «Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года» / Президент России [Электронный ресурс] // URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45972> (дата обращения: 27.09.2025).
3. Мирмович Э.Г. Потенциальные источники чрезвычайных ситуаций гелиогеофизического происхождения / 16-я Всеросс. открытая научная конф. «Физика плазмы в солнечной системе», М., ИКИ РАН. 2021. С. 279.
4. Мирмович Э.Г. К проблеме прогнозирования источников ЧС геофизического происхождения // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. Химки: АГЗ МЧС России. № 2(3), 2008. С. 16–23.
5. Мирмович Э.Г. Прогноз погоды средней атмосферы / «Человек и стихия», Ежегодник. М.: «Наука». 1986. С. 77–80.
6. Мирмович Э.Г. Арктика как междисциплинарная экспериментальная лаборатория исследования геосферных возмущений гелиогеофизического происхождения // Научный электрон. архив. <http://econf.rae.ru/article/6546> (дата обращения: 27.09.2025).