

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 550.380

Международный проект MAGDAS: первые результаты геомагнитных наблюдений на территории Якутии

Д.Г. Баишев, А.В. Моисеев, Р.Н. Бороев, Г.А. Макаров, И.Н. Поддельский,
А.И. Поддельский, Б.М. Шевцов, К. Yumoto

Дано краткое описание международного проекта MAGDAS и роли российских научных учреждений в проекте. Представлены первые результаты геомагнитных наблюдений с помощью сети магнитометров MAGDAS-9 на территории Якутии.

Ключевые слова: геомагнитные наблюдения, магнитометр MAGDAS, космическая погода.

International project MAGDAS and a contribution of Russian scientific research institutes to this project are briefly discussed. First results of geomagnetic observations using a chain of MAGDAS-9 magnetometers in the territory of Yakutia are presented.

Key words: geomagnetic observations, MAGDAS magnetometer, space weather.

Введение

Многие геофизические и климатические процессы, происходящие на Земле, обусловлены процессами, протекающими на Солнце и в околоземном космическом пространстве. Этим определяется важность изучения солнечно-земных связей, как для повседневной человеческой деятельности, так и для получения новых знаний об околоземной среде. Во многих странах в на-

стоящее время приняты национальные программы, нацеленные на изучение этих связей, которые получили условное общее название «космическая погода». Реализуется также ряд международных программ, направленных на углубленные исследования условий в околоземном космическом пространстве и их влияния на среду обитания человека, а также на изучение глобальных климатических изменений на Земле. Среди них такие продолжающиеся программы, как International Living with a Star (ILWS) Program, Climate and Weather of the Sun-Earth System (CAWSES), International Space Weather Initiative (ISWI).

Развитие современных методов и средств комплексной диагностики динамических процессов в системе ионосфера–магнитосфера, по данным наземных наблюдений, позволяет проводить комплексные исследования механизмов переноса энергии, импульса и частиц в магнитосферу и ионосферу Земли, определяющих динамику и состояние околоземной плазмы. В частности, изучение причин и закономерностей геомагнитных возмущений, являющееся одной из основных фундаментальных задач исследования космического пространства, успешно решается с помощью глобальной цепочки магнитных станций по проекту MAGDAS/CPMN.

Международное сотрудничество с Японией

В 1990-х годах ИКФИА СО РАН, ИКИР ДВО РАН и ТОИ ДВО РАН заключили международ-

БАИШЕВ Дмитрий Гаврильевич – к.ф.-м.н., зав. лаб. ИКФИА СО РАН, baishev@ikfia.ysn.ru; МОИСЕЕВ Алексей Владимирович – к.ф.-м.н., с.н.с. ИКФИА СО РАН, moiseyev@ikfia.ysn.ru; БОРОЕВ Роман Николаевич – к.ф.-м.н., с.н.с. ИКФИА СО РАН, boroyev@ikfia.ysn.ru; МАКАРОВ Георгий Афанасьевич – к.ф.-м.н., с.н.с., ученый секретарь ИКФИА СО РАН, gmakarov@ikfia.ysn.ru; ПОДДЕЛЬСКИЙ Игорь Николаевич – зав. геофизической обсерваторией «Магадан» Института космофизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН, rodd-igor@yandex.ru; ПОДДЕЛЬСКИЙ Алексей Игоревич – м.н.с. геофизической обсерватории «Магадан» Института космофизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН, rodd-igor@yandex.ru; ШЕВЦОВ Борис Михайлович – д.ф.-м.н., директор Института космофизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН, bshev@ikir.ru; YUMOTO Kiyohumi – PhD, директор International Center for Space Weather Science and Education (ICSWSE), Kyushu University, Japan, yumoto@serc.kyushu-u.ac.jp.

ное сотрудничество с Нагойским университетом (Япония). Было установлено 7 цифровых феррозондовых магнитометров на северо-востоке России, работающих по международным проектам «210⁰ магнитный меридиан (ММ)» (1992–1995) [1] и Circum-pan Pacific Magnetometer Network (CPMN, 1996–2004) [2]. Российские станции стали продолжением глобальной цепочки вдоль 210⁰ ММ на высокие широты в Северном полушарии, обеспечивая геомагнитные наблюдения в авроральной зоне.

В 2005 г. Центром космических исследований (Университет Кюсю, Япония) был инициирован новый международный проект MAGDAS (MAGnetic Data Acquisition System) [3] (рис.1). Руководитель проекта – проф. К. Юмото. В рамках проекта решаются следующие задачи: замена магнитометров на станциях цепочки CPMN на новые магнитометры MAGDAS, продолжение мониторинга вариаций магнитного поля Земли с получением магнитных данных в режиме реального времени, построение глобальной трехмерной токовой системы и исследования магнитосферно-ионосферных процессов от высоких широт до экватора по проекту «Передача энергии при взаимодействии солнечного ветра с магнитосферой», входящему в Программу сотрудничества между Россией и Японией.

В 2006 г. сотрудники ИКИР ДВО РАН первыми в России произвели замену магнитометров цепочки CPMN на новые магнитометры MAGDAS на трех станциях – Паратунка, Стекольный (Магадан) и мыс Шмидта (Чукотка) (станции PTK, MGD, CST на рис.1).

В осенний период 2011 г. сотрудниками ИКФИА СО РАН произведена установка пяти магнитометров MAGDAS-9 на территории Яку-

тии. Ниже приведены первые результаты геомагнитных наблюдений с помощью магнитометров MAGDAS-9.

Экспериментальные данные и результаты

В 2011 г. выполнена установка 5 новых магнитометров MAGDAS в следующих пунктах: о. Котельный (76°00' с.ш., 137°54' в.д.), Тикси (71°36' с.ш., 128°47' в.д.), Жиганск (76°00' с.ш., 137°54' в.д.), Якутск (61°57' с.ш., 129°39' в.д.) и Чокурдах (70°37' с.ш., 147°55' в.д.). Создана система передачи магнитных данных в квазиреальном времени в единый центр, расположенный в ИКФИА СО РАН, из базовых филиалов института – в Тикси и Якутске.

На рис.2 представлены вариации геомагнитного индекса Dst, H компоненты магнитного поля на станциях Тикси, Чокурдах, Якутск и Магадан за март 2012 г. Для сопоставления магнитных вариаций в обсерваториях Якутск и Магадан дополнительно приведены данные по проекту INTERMAGNET (<http://www.intermagnet.org>). Описание магнитометрической аппаратуры, используемой в обсерватории Якутск, дано в работе [4].

Как известно, геомагнитная активность усиливается в периоды весеннего и осеннего равноденствия (см., например, [5]). Поэтому был выбран март 2012 г. Использовалась классификация магнитных бурь по Dst индексу [6]. Действительно, в этот месяц наблюдались магнитные бури, среди которых выделяются одна сильная магнитная буря с $Dst < -100$ нТл в период 8–11 марта и четыре умеренные бури с $-50 < Dst < 100$ нТл в периоды 7–8, 12–13, 15–16 и 27–28 марта 2012 г. На авроральных широтах (Тикси, Чокурдах) в эти периоды видны усиления интенсивности западного электродржета, особенно заметные во время сильной магнитной бури. Станции расположены примерно на одинаковой широте,

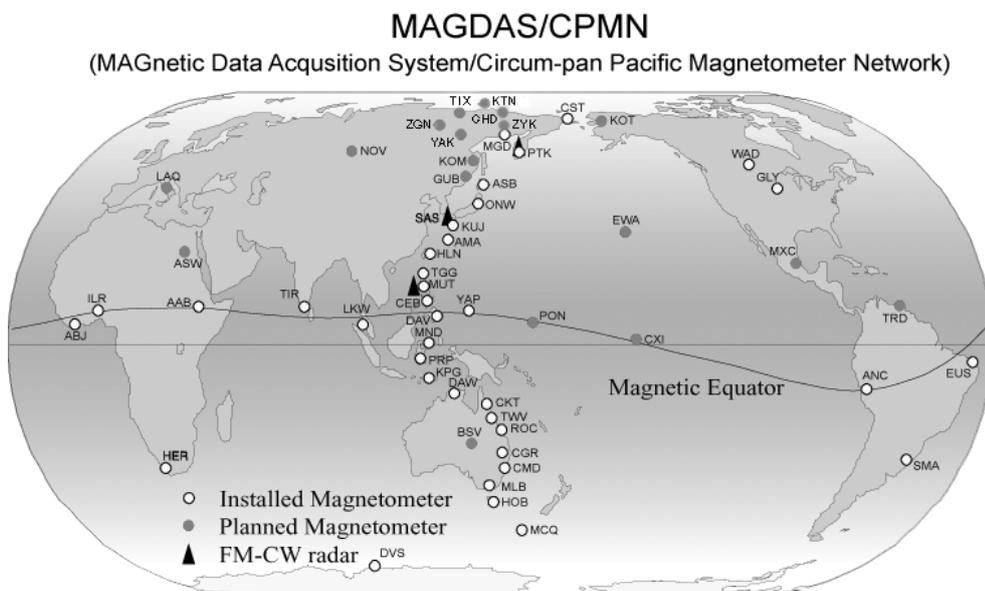


Рис. 1. Станции, оснащенные магнитометрами MAGDAS (открытые кружки), и планируемые (серые кружки)

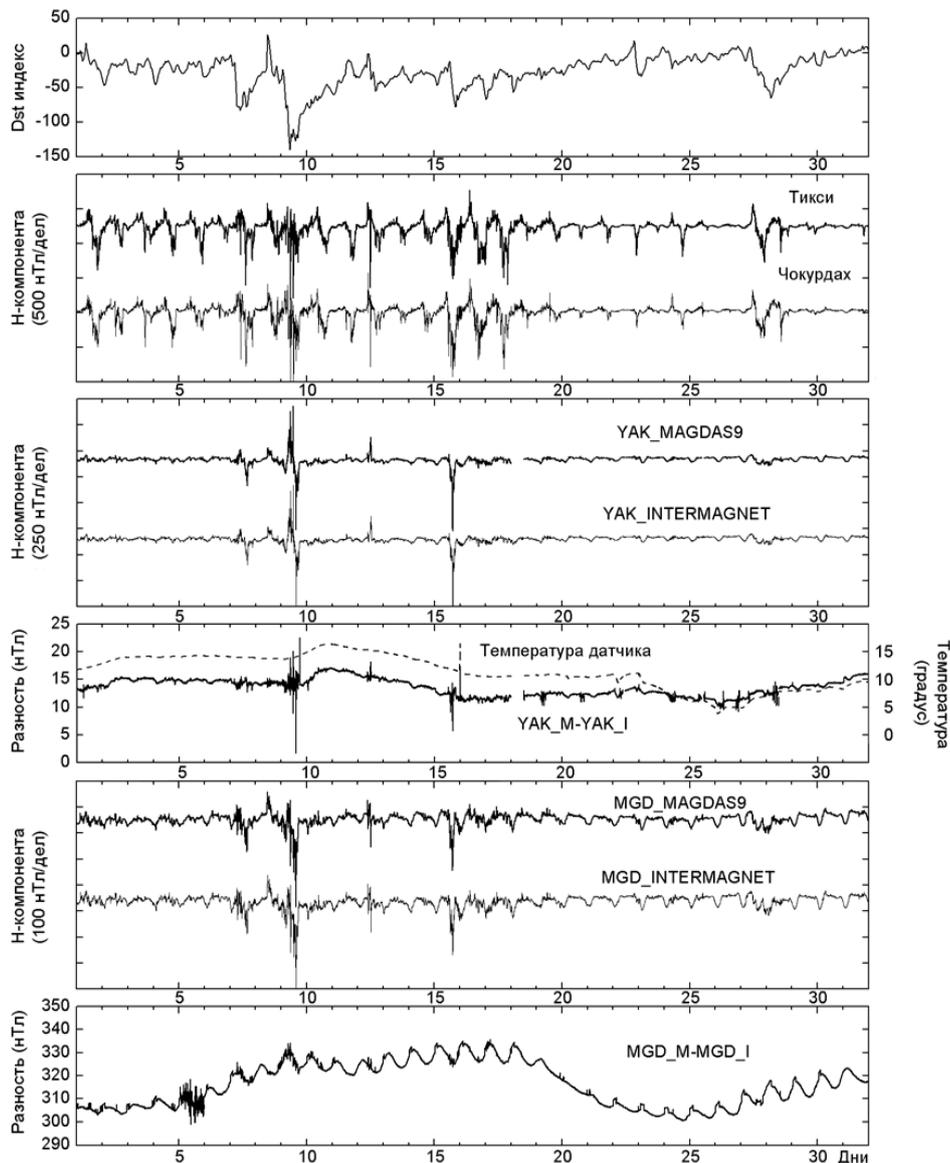


Рис. 2. Вариации Dst индекса, H компоненты магнитного поля на станциях Тикси, Чокурдах, разности величин данных магнитометра MAGDAS-9 и магнитометрической системы INTERMAGNET на станциях Якутск, Магадан в марте 2012 г. Пунктирная кривая – вариации температуры датчика на станции Якутск. Размерность приведенных на рис. 2 величин: Dst – индекс, H – компонента, разность, нТл, температура – °C

величин H компоненты по данным станции Магадан (нижняя панель). Такое поведение разности величин H компоненты обусловлено расположением датчика MAGDAS-9 в неотапливаемом месте, а большая разность (около 300 нТл) указывает на удаленность датчиков друг от друга, т.е. в уличных условиях.

поэтому наблюдаемые отрицательные бухты сопоставимы по величине (до -1000 нТл).

На станциях Якутск и Магадан усиления в H компоненте в виде отрицательных бухт наблюдались 7, 10, 12 и 15 марта 2012 г. в период максимального развития кольцевого тока, соответствующие минимумам в Dst индексе [см., например, 7]. Проявление магнитной бури 27–28 марта 2012 г. на средних широтах оказалось слабым.

Сопоставление данных магнитометра MAGDAS-9 и данных магнитометрической системы по проекту INTERMAGNET на станциях Якутск и Магадан в марте 2012 г. показывают хорошее согласие. Полученная разность величин H компоненты магнитного поля свидетельствует о температурной зависимости, на что указывает поведение температуры датчика на станции Якутск и суточные колебания разности

Выводы

Магнитные обсерватории ИКФИА СО РАН (Якутск) и ИКИР ДВО РАН (Магадан), работающие в рамках проекта INTERMAGNET, охватывают огромный северо-восточный сегмент сети магнитных обсерваторий, выполнявших до 90-х годов прошлого столетия программу наблюдений на пунктах векового хода, их восстановление является шагом для возобновления этих наблюдений. Создание современной магнитометрической сети на северо-востоке России по международному проекту MAGDAS позволяет решить ряд задач по прогнозу «космической погоды». Также обеспечиваются наземные наблюдения в рамках выполнения проекта International Space Weather Initiative (ISWI) с участием японских геостационарных спутников.

Приведены экспериментальные данные магнитометров MAGDAS-9 на высоких (Тикси,

Чокурдах) и средних (Якутск, Магадан) широтах в марте 2012 г. и выполнено сопоставление данных магнитометров MAGDAS-9 на станциях Якутск и Магадан с данными магнитных обсерваторий стандарта INTERMAGNET в Якутске и Магадане. Получено хорошее соответствие данных.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке по интеграционному проекту СО РАН № 106.

Литература

1. Yumoto K., Osaki H., Fukao K. et al., 210 MM Magnetic Observation Group. Correlation of high- and low-latitude Pi 2 magnetic pulsations observed at 210° magnetic meridian chain stations // J. Geomag. Geoelectr. – 1994. – Vol.46, № 11. – P.925–935.
2. Yumoto K. and the CPMN Group. Characteristics of Pi 2 magnetic pulsations observed at the CPMN

stations: A review of the STEP results // Earth Planets Space. – 2001. – Vol. 53. – P.981–992.

3. Yumoto K. and the MAGDAS Group. MAGDAS project and its application for space weather // Solar Influence on the Heliosphere and Earth's Environment: Recent Progress and Prospects / Edited by N. Gopalswamy and A. Bhattacharya. – 2006. – P.399–405.

4. Моисеев А.В., Макаров Г.А., Неустроев Н.И. Геомагнитные исследования на северо-востоке России // Вестник ОНЗ РАН. – 2011. – NZ5004. – doi:10.2205/2011NZ000106.

5. Данилов А.А. Стационарная структура межпланетного магнитного поля и геомагнитная активность. – Якутск: ЯНЦ СО РАН, 1993. – 148 с.

6. Gonzalez W.D., Joselyn J.A., Kamide Y. et al. What is a geomagnetic storm ? // J. Geophys. Res. – 1994. – Vol.99, № A4. – P.5771–5792.

7. Нишида А. Геомагнитный диагноз магнитосферы. – М.: Мир, 1980. – 209 с.

Поступила в редакцию 03.12.2012

УДК 551.524.77

Лидарные исследования поведения внезапных зимних стратосферных потеплений на территории Сибири и Дальнего Востока

С.В. Николашкин, С.В.Титов, В.Н. Маричев, В.В.Бычков, В.И. Куркин,
М.А. Черниговская, Ю.А. Непомнящий

Приведены результаты лидарных исследований возмущений температурного режима средней атмосферы Земли, связанных с событиями, так называемых внезапных зимних стратосферных потеплений, наблюдавшихся над регионами Западной, Восточной Сибири и Дальнего Востока России по данным лидаров, установленных в г. Томске, г. Якутске и с. Паратунка (Камчатский край). Для комплексного анализа пространственно-временного распределения температуры средней атмосферы совместно с данными лидарных измерений используются спутниковые данные по температуре, полученные СВЧ зондом MLS Aura и Британского центра метеоданных (BADC) за 2010–2012 гг. Рассмотрены особенности развития потепления в различных регионах. Обсуждается связь вариаций температуры с волновой активностью средней атмосферы во время зимних стратосферных потеплений. Показано, что потепление вызвано диссипацией планетарной волны с волновым числом 1 и охватывает значительный объем атмосферы, постепенно опускаясь на более низкие высоты и перемещаясь на запад.

Ключевые слова: лидар, внезапные стратосферные потепления, динамика атмосферы, температура атмосферы.

The results of the LIDAR research of the Earth's middle atmosphere temperature regime disturbances related with the events of so-called sudden winter stratospheric warmings (SSW), observed over the regions

НИКОЛАШКИН Семен Викторович – к.ф.-м.н., зав. лаб. ИКФИА СО РАН, nikolashkin@ikfia.ysn.ru; ТИТОВ Семен Вячеславович – м.н.с. ИКФИА СО РАН, stitov@ikfia.ysn.ru; МАРИЧЕВ Валерий Николаевич – г.н.с. Института оптики атмосферы СО РАН, marichev@iao.ru; БЫЧКОВ Василий Валентинович – с.н.с. Института космофизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН, vasily.v.bychkov@gmail.com; КУРКИН Владимир Иванович – зам. директора Института солнечно-земной физики СО РАН, kurkin@iszf.irk.ru; ЧЕРНИГОВСКАЯ Марина Артуровна – с.н.с. Института солнечно-земной физики СО РАН, cher@iszf.irk.ru; НЕПОМНЯЩИЙ Юрий Александрович – м.н.с. Института космофизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН, visecam@gmail.com.