

ИНФОРМАЦИОННАЯ ЛЕНТА (ДИСПЛЕЙ) ПО КОСМИЧЕСКОЙ ПОГОДЕ

К.Х. Канониди¹, А.Н. Зайцев¹, В.Г. Петров¹, А.А. Гидеон², С.В. Абрагимов²

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн
им. Н. В. Пушкова Российской академии наук (ИЗМИРАН), г. Москва, г. Троицк, Россия

² ООО «Технопарк Ямал», г. Салехард

Предложено публично распространять информацию по космической погоде с помощью информационных стендов (дисплеев) в виде информационной ленты, обновляемой в реальном времени. Круг потребителей такой информации может быть очень широк, что позволяет повысить уровень информированности общества о реальных свойствах космической погоды и ее влиянии на все современные технологические системы и окружающую среду, включая биосферу Земли. Дальнейшее развитие сервиса по распространению сведений о космической погоде состоит в развитии способов представления информационной ленты в ее мобильном варианте. Наиболее востребованной информации являются сведения о полярных сияниях и магнитных бурях в реальном времени.

Ключевые слова: космическая погода, информационная лента, Солнце, солнечная активность, магнитные бури, полярные сияния.

ВВЕДЕНИЕ

С целью повышения доступности информации по космической погоде для широкой общественности предложено распространять ее публично в виде информационной ленты, обновляемой в реальном времени. Содержание ленты формируется на основе открытых источников космических наблюдений, представленных в сети Интернет. Круг потребителей такой информации может быть очень широк: от всех организаций, использующих современные высокотехнологичные системы навигации, связи, обнаружения, контроля и до предприятий геофизической разведки, предприятий ТЭК (топливно-энергетического комплекса), вплоть до любых организаций просвещения и образования, общественных организаций, радиолюбителей, туристических компаний, организующих туры на Север для наблюдений полярных сияний, и всех тех, кто так или иначе ощущает влияние космической погоды.

Разработка, создание и размещение информационной ленты по космической погоде по нашему мнению поможет осветить и решить ряд простых и актуальных вопросов:

- Космическая погода – что это такое?
- В чем состоит необходимость в мониторинге «космической погоды»? Почему этому стали уделять столь большое внимание?

Канониди Константин Харлампиевич – с.н.с., ИЗМИРАН, kkkh@izmiran.ru.

Зайцев Александр Николаевич – гл.н.с., ИЗМИРАН, д.ф-м.н., alex.zaitsev1940@mail.ru.

Петров Валерий Григорьевич – зав.лаборатории, ИЗМИРАН, к.ф-м.н., vpetrov@izmiran.ru.

Гидеон Александр Александрович – директор «Технопарк Ямал», gideon-aa@tpark89.ru.

Абрагимов Сергей Викторович – зам. директора «Технопарк Ямал», abragimov@gmail.com.

- На что, прежде всего, воздействуют проявления космической погоды? Какие технологические системы страдает больше всего?
- Как космическая погода связана с привычной метеорологией?
- Почему необходима международная кооперация?

Разумеется, распространение сведений о космической погоде в формате информационной ленты, устанавливаемой на больших дисплеях в общественных местах будет способствовать развитию общественного интереса и просвещению. С другой стороны, развитие персональных информационных средств распространения знаний понуждает нас переходить на современные информационные технологии, иначе говоря, переходить на мобильные приложения. В первую очередь это мобильные приложения фирмы Microsoft и мобильные приложения Apple, кроме того имеются ресурсы в российском Яндексе. Одно из самых популярных приложений – информационный сервис о наличии полярных сияний по отдельным регионам, например по Скандинавии. Популярность этого сервиса можно сравнить с популярностью сервиса «пробки» в Москве на Яндексе.

В мире с момента запуска первых спутников сложилась система контроля состояния окружающей среды от уровня Земли до космического пространства. Ведущие страны мира вкладываются в развитие таких систем, которые обеспечивают безопасность и устойчивое развитие экономики. В России имеется своя система контроля, ключевым элементом которой является Центр мониторинга гелиогеофизической обстановки над территорией российской федерации (ЦМГГФО РФ)¹. К сожалению, этот Центр обеспечивает только запросы федеральных министерств и ведомств, ограничиваясь госзаказом и формальным представлением данных, не рассчитанных на массового потребителя. Поэтому большое число пользователей информации по космической погоде используют широкий набор тематических центров космической погоды, созданных в российских исследовательских организациях, которые фактически на вторичной основе представляют в основном данные зарубежных центров.

В настоящее время оперативные прогнозы по космической погоде в реальном времени формируются в Центре прогнозов НОАА в Боулдере, США², затем распространяются по сети из 16 региональных центров прогнозов, объединенных в международную службу «International Space Environment Service (ISES)»³. Далее, на основе этой профессиональной сети центров по космической погоде развивается сеть центров на вторичной основе для конкретных групп пользователей, например SpaceWeather.ru⁴ или Центр прогнозов космической погоды ИЗМИРАН⁵.

Основной недостаток профессиональных центров прогноза по космической погоде в России связан с их малой популярностью среди широкой для публики. Если сообщения о метеопрогнозах распространяются непрерывно по телевидению,

¹ URL: <http://space-weather.ru>

² URL: <http://www.swpc.noaa.gov>

³ URL: <http://www.spaceweather.org>

⁴ URL: <http://spaceweather.ru/ru>

⁵ URL: <http://forecast.izmiran.ru>

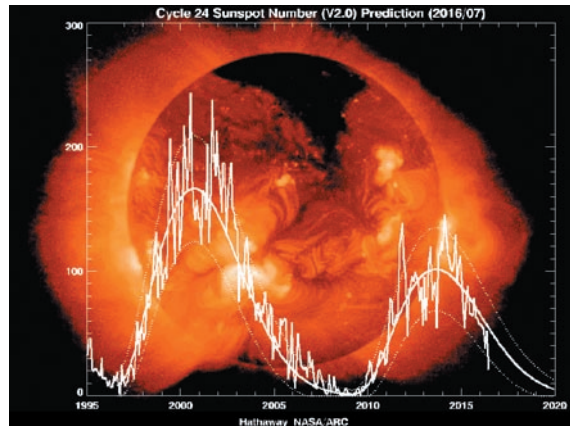
радио, в прессе и в сети интернет, сведения о космической погоде все еще остаются доступными только для ограниченного круга пользователей. Это происходит в первую очередь из-за того, что знания о космической погоде не стали всеобщими.

ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

При создании информационной ленты по космической погоде нами был сформирован список сайтов, содержание которых представляется наиболее востребованным и полезным для широкой аудитории. С каждого сайта специальная программа с функциями робота проходит по адресу и копирует данные, отражающие текущие сведения по космической погоде и по наблюдениям в космосе. Например, мы берем прогноз полярных сияний для Ямала, выполненный в Лаборатории полярных сияний на Шпицбергене¹. Выбранные кадры информации с пояснениями на русском языке формируют ленту сообщений, которая обновляется с определенным темпом. Можно посмотреть образец² предложенного варианта информационной ленты. Впервые разработанная нами информационная доска³ (дисплей) была выставлена в ИЗМИРАН в рамках конференции ПОЛАР-2012. После конференции лента обновлялась и расширялась и сейчас включает в себя широкий список источников.

В настоящее время лента сообщений по космической погоде состоит из следующих кадров (по каждому кадру указан объект, приведен адрес и сопроводительная надпись).

1. Солнце – изображение в рентгене и график текущего цикла солнечной активности по сайту⁴. *Сопроводительная надпись в кадре:* Ход 24 цикла солнечной активности по числу солнечных пятен, данные представляет Д. Хаттауэй (Dr. David Hathaway), Космический центр им. Маршалла, НАСА.



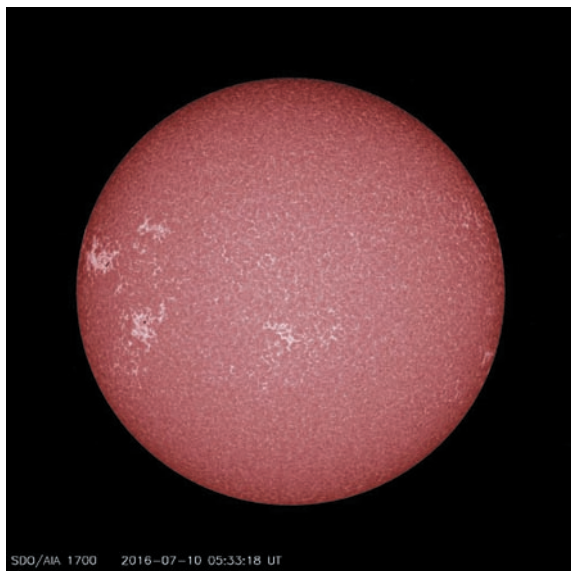
¹ URL: <http://kho.unis.no>

² URL: http://193.232.24.47/Demo_SLD/A_slideshow.htm

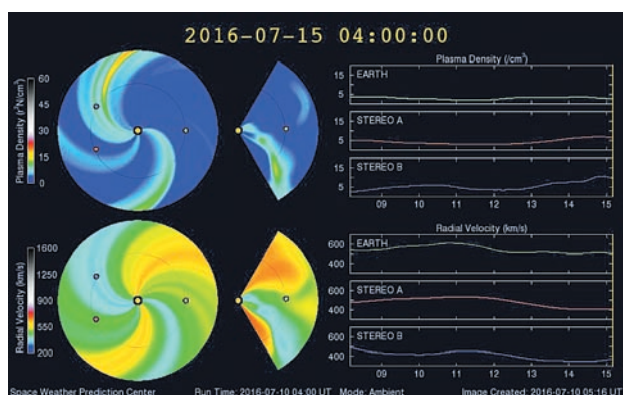
³ URL: <http://www.izmiran.ru/POLAR2012>

⁴ URL: http://solarscience.msfc.nasa.gov/images/ssn_predict_1.gif

2. Солнце – изображение в видимой части спектра и в рентгене. На экране сразу три изображения Солнца: 1 – в видимом свете, 2 – затем – истечение плазмы, 3 – Солнце в рентгене в трех линиях AIA 211, 193, 171. *Сопроводительная надпись в кадре:* Изображение Солнца в видимом и в рентгеновском спектрах по данным спутника SDO (Solar Dynamic Observatory) = Текущее изображение Солнца в диапазоне (1700 Å)¹.



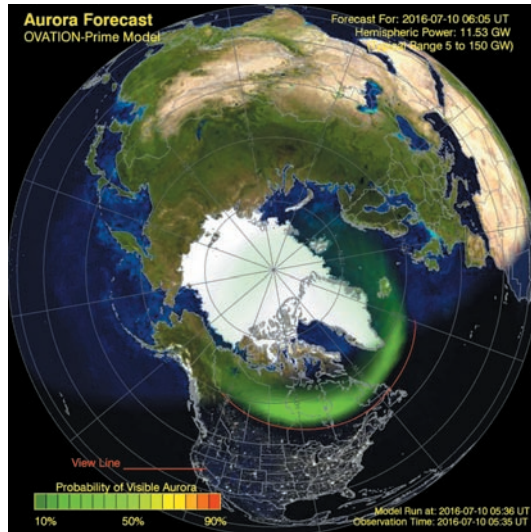
3. Гелиосфера на основе расчетных модельных представлений. *Сопроводительная надпись в кадре:* Гелиосфера – область вокруг Солнца, заполненная солнечной плазмой и межпланетным магнитным полем. Данные WSA–ENLIL Solar Wind Prediction². Видна структура солнечного ветра и направленные к Земле выбросы плазмы, вызывающие магнитные бури.



¹ URL: http://sdo.gsfc.nasa.gov/assets/img/latest/latest_1024_1700.jpg

² URL: <http://www.swpc.noaa.gov/products/lsa-enlil-solar-wind-prediction#>

4. Околоземное космическое пространство, вид северного полушария Земли. Овал полярных сияний. *Сопроводительная надпись в кадре:* Овал полярных сияний по модельному расчету (Ovation – Boulder)¹.



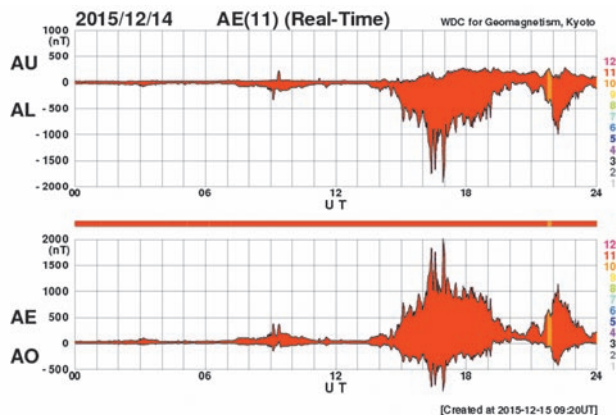
5. Полярные сияния над Ямалом. *Сопроводительная надпись в кадре:* Расчетное положение овала полярных сияний над станцией Надым в реальном времени (по Г. Старкову). Данные лаборатории на Шпицбергене².



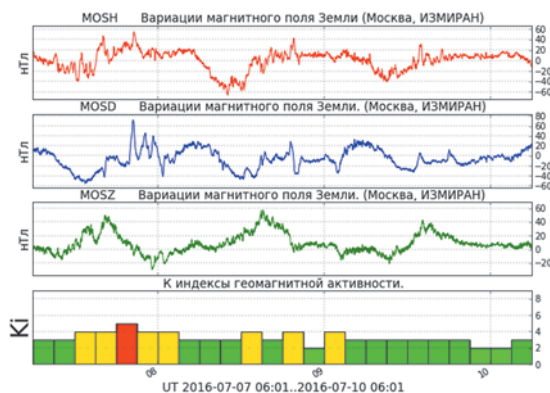
¹ URL: <http://services.swpc.noaa.gov/images/aurora-forecast-northern-hemisphere.png>

² URL: <http://kho.unis.no/Quicklooks/SvalTrackII/nadym.jpg>

6. АЕ-индекс – возмущения магнитного поля Земли в зоне полярных сияний. *Сопроводительная надпись в кадре:* Интегральный индекс геомагнитных возмущений по данным сети 12 обсерваторий в зоне полярных сияний, данные Мирового Центра в Киото, Япония¹.



7. Вариации магнитного поля, обсерватория Москва. *Сопроводительная надпись в кадре:* Вариации магнитного поля и К-индекс магнитной активности по обсерватории Москва, зеленый цвет – поле спокойно, желтый – возмущено, красный – магнитная буря².



8. Вариации магнитного поля в зоне полярных сияний, Ямал. *Сопроводительная надпись в кадре:* Вариации магнитного поля и К-индекс пос. Харасовэй, полуостров Ямал, зона полярных сияний; зеленый цвет – поле спокойно, желтый – возмущено, красный – магнитная буря³.

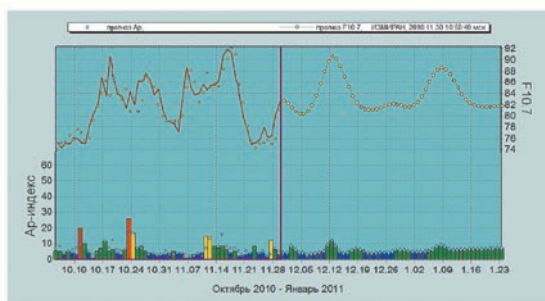
¹ URL: http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/ae_realtime/today

² URL: <http://forecast.izmiran.ru/index.php?page=MOS3.ttl>

³ URL: <http://forecast.izmiran.ru/index.php?page=KHS3.ttl>



9. Прогноз солнечной и магнитной активности. *Сопроводительная надпись в кадре:* прогноз солнечной и геомагнитной активности за период 55 дней, создан Центром прогнозов космической погоды ИЗМИРАН¹.



Информация центра прогнозов космической погоды ИЗМИРАН

Предварительный прогноз среднесуточного Ап-индекса геомагнитной активности и потока солнечного радиоизлучения (частота 2800 МГц) на 55 дней.

прогноз выдан 2010.11.30 10:56:49 мск.

первая колонка - номер дня (0=сегодня)

вторая колонка - дата (гггг.мм.дд)

третья колонка - Ап-индекс

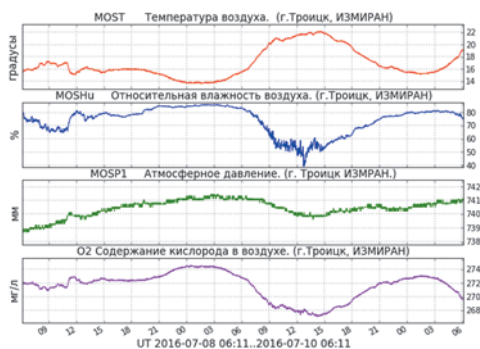
четвертая колонка - Ап-индекс, округленный до целого числа

пятая колонка - поток солнечного радиоизлучения

0	2010.11.30	4.0	4	82.7
1	2010.12.01	4.0	4	82.3
2	2010.12.02	5.0	5	81.4
3	2010.12.03	6.0	6	80.7
4	2010.12.04	4.0	4	80.3
5	2010.12.05	4.0	4	80.3
6	2010.12.06	2.7	3	80.9
7	2010.12.07	3.2	3	81.9
8	2010.12.08	3.7	4	83.6
9	2010.12.09	4.1	4	85.7
10	2010.12.10	5.0	5	87.9
11	2010.12.11	6.6	7	89.7
12	2010.12.12	11.4	11	90.5
13	2010.12.13	8.9	9	90.2
14	2010.12.14	4.7	5	88.9
15	2010.12.15	3.7	4	87.0
16	2010.12.16	4.3	4	85.1
17	2010.12.17	5.5	6	83.5
18	2010.12.18	6.5	6	82.3
19	2010.12.19	6.0	6	81.6
20	2010.12.20	4.8	5	81.3
21	2010.12.21	4.0	4	81.1
22	2010.12.22	3.6	4	81.1
23	2010.12.23	4.0	4	81.2
24	2010.12.24	4.2	4	81.5

¹ URL: <http://forecast.izmiran.ru/index.php?page=prognosz55.ttl>

10. Состояние атмосферы – метеоданные по обсерватории Москва. *Сопроводительная надпись в кадре*: Метеорологическая обстановка в г. Троицке по данным ИЗМИРАН: ход температуры, давление и осадки¹.



В наших планах стоит работа по совершенствованию информационной ленты, с тем чтобы она пользовалась спросом и служила в качестве первого шага на пути познания для всех, кто интересуется космической погодой. Мы предлагаем размещать эту ленту в школах и других организациях, где имеются большие экраны (дисплеи), и в других организациях, где имеется запас возможностей и ресурсов для демонстрации информации по космической погоде.

В дополнение к ленте мы предлагаем использовать текстовый материал прогнозов ИЗМИРАН в виде бегущей строки. Текущий прогноз космической погоды составляется в ИЗМИРАН каждое утро рабочего дня и рассылается по списку всем заинтересованным организациям, а также выставляется на сайте ИЗМИРАН. Формат прогноза следующий (текущий пример):

«Ежедневный прогноз геомагнитной активности (ИЗМИРАН) на 9:00 часов 20 марта 2016 года, время московское. Прошедшие сутки магнитное поле Земли менялось от слабо возмущенного до возмущенного, в отдельные моменты зарегистрирована кратковременная малая магнитная буря. Ближайшие два дня ожидается повышенная магнитная активность, возможны возмущенные периоды».

Пользуются спросом прогнозы недельной заблаговременности. Текущий пример:

«Информация Центра прогнозов космической погоды (ИЗМИРАН) на 10 часов 9 февраля 2016 г. Солнечная активность 30 января – 8 февраля была, в основном, низкой. Магнитное поле Земли менялось от спокойного до слабовозмущенного. 3 и 8 февраля зарегистрированы малые геомагнитные бури, 7 февраля – отдельные возмущенные периоды.

Ожидается, что 9–18 февраля солнечная активность будет меняться от низкой до умеренной. Вероятны вспышки средней мощности. Ожидаемая геомагнитная обстановка – от спокойной до слабовозмущенной. 9–10, 12 и 16–18 февраля вероятны возмущенные периоды».

¹ URL: <http://forecast.izmiran.ru/index.php?page=weather2.ttl>

Из текста прогнозов следует, что сам прогноз составлен на основе информации планетарного масштаба и привязан к региону Центральной России. Делаются попытки достигнуть детального регионального прогноза по примеру метеопрогнозов. Магнитные возмущения заметно меняются по нескольким зонам: полярная околополюсная, зона полярных сияний, зона средних широт, зона экваториальная. Прогнозы, привязанные к конкретной зоне, еще предстоит доработать. Ввиду того, что регион Ямала представляет собой наиболее активно осваиваемую территорию Арктики, первые попытки региональных прогнозов будут разработаны именно для региона Ямала.

В прогностической работе Центра ИЗМИРАН, кроме собственных методов и баз данных, используются наблюдения спутников GOES, ACE, SDO, космических аппаратов STEREO, материалы американского (NOAA/SWPC), европейского (SIDC) и казахстанского центров космической погоды. Мы благодарны всем учреждениям и исследовательским группам, предоставляющим наблюдения и результаты предварительного анализа в режиме реального (и квазиреального) времени.

Как правило, в каждом космическом эксперименте за рубежом имеется раздел «public outreach and education», где помещаются для публичного распространения результаты конкретного эксперимента в пользу развития общественного интереса в направлении «просвещение и образование». Чтобы привлечь внимание к результатам космических экспериментов имеется большое число специализированных сайтов, посвященных как конкретному эксперименту, так и сайты, обобщающие текущие данные и сведения, в первую очередь по космической погоде.

ПРИМЕР ОПЕРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Оперативные данные по магнитному полю на региональном уровне особенно важны при освоении природных ресурсов Арктики, где все больше и больше сил тратится на исследовательские и геофизические работы. Нами ведется работа по проекту «Полярная геофизика Ямала», в рамках которого воссоздается сеть магнитометров на Ямале. Научные проблемы по проекту обсуждались в ИЗМИРАН в 2011 и 2012 годах на конференциях ПОЛАР-2011¹ и ПОЛАР-2012².

Следующая конференция ПОЛАР-2014³ состоялась в Салехарде, где сотрудники ИЗМИРАН и ИКИ РАН представили идею реализации программы по обучению и просвещению, которая была воспринята и сейчас реализуется в виде сайта виртуальной геофизической лаборатории. Проект «виртуальная геофизическая лаборатория» создан ООО «Технопарк Ямал» совместно с органами власти Ямало-Ненецкого автономного округа и крупными научными институтами Москвы, Санкт-Петербурга и Новосибирска с целью развития геофизических исследований на Ямале, накопления научных данных, освещения значимых событий и открытий в области полярной геофизики в приложениях к Ямалу.

¹ URL: <http://www.izmiran.ru/POLAR2011>

² URL: <http://www.izmiran.ru/POLAR2012>

³ URL: <http://polar2014.yanao.ru>

В настоящее время, на начало 2016 года нами установлены три магнитометра: остров Белый, пос. Харасовэй и город Салехард. В ближайшем будущем нами будут восстановлены магнитометры в поселке Сеяха, на мысе Каменный и в городе Надым. Получаемая информация обрабатывается с целью анализа магнитных возмущений. В качестве примера мы приводим здесь случай наблюдения полярных суббурь 11–13 января 2016 года. Эти данные доступны по сети Интернет, и мы готовы, используя информационную ленту, распространять эти данные среди потенциальных пользователей.

Установленные в 2015 году магнитометры на о. Белый и в пос. Горноknязевск вблизи Салехарда наряду с установленным ранее магнитометром в пос. Харасовэй обеспечивают поступление магнитных данных в реальном времени на сайт ИЗМИРАН¹. Эти данные доступны и используются для анализа геомагнитной возмущенности и магнитного поля Земли. Пример регистрации представлен на рис. 1.

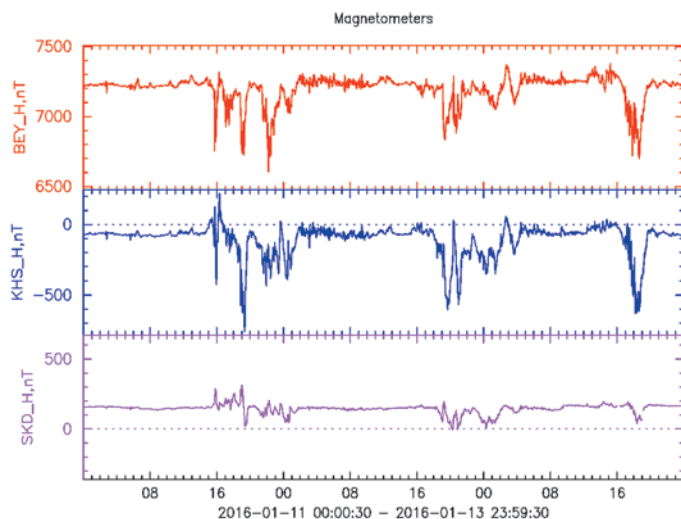


рис. 1. Полярные суббури 11–13 января 2016 года – Белый, Харасовэй, Салехард.

По записям на магнитометрах видно, что в период 11–13 января 2016 года наблюдалось несколько авроральных суббурь. Амплитуда возмущений составила по о. Белый более 500 нТл, по Харасовэю – более 700 нТл, по Салехарду – около 300 нТл. Величина АЕ-индекса достигла величины 700 нТл в тот же момент, что и возмущение по Харасовэю. В целом характер возмущений на Ямале повторяется на всех трех магнитометрах, но в отдельных деталях различия значительны и подтверждают наличие сложной структуры токов, текущих в ионосфере на высотах слоя Е ионосферы (около 100 км). Расстояние Салехард–Харасовэй около 600 км, Харасовэй–Белый – около 300 км. Соответственно, изменчивость токов от точки к точке может составлять по величине 2 раза и более. Эти различия будут прояв-

¹ URL: <http://forecast.izmiran.ru>

ляться в величине индукционных токов на земле, что необходимо учитывать при работе систем, чувствительных к изменениям магнитного поля Земли.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мы полагаем, что распространение знаний и данных о космической погоде в формате информационной ленты, устанавливаемой на больших дисплеях в общественных местах, будет способствовать просвещению и расширению числа запросов на такие сведения. Следуют обратить внимание на развитие мобильных приложений. Например, на работу по практическому внедрению сервисов по космической погоде в Европе¹ и ее мобильную версию² на сайте. Накопленный опыт использования мобильных компьютеров (гаджетов) для отображения данных по космической погоде позволяет реализовать наш вариант информационной ленты по космической погоде в мобильном варианте.

Следует обратить внимание, что при наличии большого числа ссылок на ресурсы по космической погоде, необходимо представлять профессиональные сведения в открытом доступе для их использования в публичных сетях. Ввиду большого спроса на прогноз магнитных бурь и полярных сияний, следует вести колонку сообщений в средствах массовой информации с наряду с данными по погоде и гороскопами. Именно общественная активность, ориентированная на просвещение и образование, является актуальной задачей для ученых с тем, чтобы добиться значимой поддержки со стороны государственных структур. Для этого необходимо создание групп активистов по продвижению сведений о космической погоде в общественных сетях. Нам представляется, что в этом направлении определенную роль может сыграть создание и распространение информационной ленты по космической погоде.

Работа над развитием и внедрением информационной ленты проводится как часть проекта «Полярная геофизика Ямала»³. Всем, кто заинтересован в возможном участии в проекте рекомендуем обращаться к к.ф.-м.н. В.Г. Петрову⁴ и д.ф.-м.н. А.Н. Зайцеву⁵. Желающим установить информационную ленту (дисплей) по космической погоде в своей организации мы готовы оказать содействие и рекомендуем обращаться к К.Х. Канониди⁶.

Ссылки на основные российские ресурсы по космической погоде:

ИКИ РАН – <http://spaceweather.ru/ru>

ИЗМИРАН – <http://forecast.izmiran.ru>

НИИЯФ МГУ – <http://swx.sinp.msu.ru>

¹ URL: <http://www.affects-fp7.eu/>

² URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.affects.forecasts>

³ URL: <http://www.wdcb.ru/polar/>

⁴ E-mail: vpetrov@izmiran.ru

⁵ E-mail: alex.zaitsev1940@mail.ru

⁶ E-mail: kkkh@izmiran.ru

ИПГ – <http://space-weather.ru>
ААНИИ – http://geophys.aari.ru/real_mag.php
ПГИ – <http://apm.pgia.ru>
ИКФИА – <http://www.forshock.ru/cont.html>
ИКИР – <http://www.ikir.ru/ru/About>
ИСЗФ – <http://dep1.iszf.irk.ru>
ФИАН – <http://www.thesis.lebedev.ru>

THE INFORMATION (DISPLAY) OF SPACE WEATHER

K.H. Kanonidi¹, A.N. Zaitsev¹, V.G. Petrov¹, A.A. Gideon², S.V. Abragimov²

¹ Pushkov Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere and Radio Wave Propagation (IZMIRAN)

² Tekhno Park Yamal

We propose to distribute publicly information on space weather using information (display of newslines) updated in real time. The circle of users for such information can be very broad, allowing us to increase the level of awareness about the real features of space weather and its impact on all modern technological systems and the environment, including the biosphere and the man itself on the Earth. The further development of the service for the dissemination of information about space weather is to develop ways of presenting information tray in its mobile version. As the most requested information is the information about the polar auroras and magnetic storms we expect the wide usage of information tray in real time.

Keywords: space weather, the information tray, the Sun, solar activity, magnetic storms, auroras.

Kanonidi Konstantin Kharlampievich – seniour scientist, kkkh@izmiran.ru.

Zaitsev Alexander Nikolaevich – seniour scientist, alex.zaitsev1940@mail.ru.

Petrov Valerii Grigorevich – head of laboratory, vpetrov@izmiran.ru.

Gideon Alexander Alexandrovich – director, Tekhno Park Yamal, gideon-aa@tpark89.ru.

Abragimov Sergey Viktorovich – expert, Tekhno Park Yamal, abragimov@gmail.com.