

## СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА ПРОГНОЗИТЕ НАПРАВЕНИ ПРЕЗ 2011- 2012 ОТ ЦЕНТЪРА ЗА ПРОГНОЗИ НА КОСМИЧЕСКО ВРЕМЕ И КОСМИЧЕСКИЯ КЛИМАТ КЪМ ИКИТ-БАН

Йордан Тасев<sup>2</sup>, Артем Абуни<sup>1</sup>, Мария Абунина<sup>1</sup>, Сергей Гайдаш<sup>1</sup>, Симеон Асеновски<sup>2</sup>,  
Петър Велинов<sup>2</sup>, Мария Димитрова<sup>2</sup>, Марияна Захарина<sup>2</sup>, Лъчезар Матеев<sup>2</sup>,  
Петър Тонев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт земного магнетизма, ионосфери и распространения радиоволн, Московская область,  
г.Троицк, РАН

<sup>2</sup>Институт за космически изследвания и технологии – Българска академия на науките  
e-mail: spsbyte@space.bas.bg; lusy\_t@yahoo.com

**Ключови думи:** космическо време, геомагнитна буря, КИМ(Коронарно Изхвърляне на Маса)

**Резюме:** Направен е анализ на отклоненията между прогнозиите и реално измерените стойности на параметрите на космическото време за период от една година. Класифицирани са в три категории прогнозираните параметри и състоянието на космическото време. Различните ситуации, които дава възможност за прогнозиране на космическото време са регистрирани и анализирани от гледна точка на ефективността и последователността на процесите. Основните категории са: 1.) Високо съвпадение между прогнозираните и реализираните параметри; 2.) Ниско съвпадение между прогнозираните и реализираните параметри 3.) Умерено съвпадение между прогнозираните и реализираните параметри. Направена е физическа интерпретация за всичките три категории от класификацията на прогнозиите. Оценяването е постигнато по отношение на степента на съвпадение между прогнозираните и измерените параметри на космическото време. Изложени са някои изводи за нивото на ефективност при прогнозирането прилагано в прогнозиите. Обсъдени са и системата от параметри използвани при оценка и анализ, които се взимат в предвид при прогноза. Обсъждат се и източниците на данни и модели, които се използват във виртуалното пространство по прогнозиране на космическото време.

## COMPARATIVE ANALYSIS OF PROJECTIONS IN THE PERIOD 2011 - 2012 BY THE CENTER FOR SPACE WEATHER AND SPACE CLIMATE FORECASTS AT SRIT-BAS

Yordan Tassev<sup>2</sup>, Artiom Abunin<sup>1</sup>, Maria Abunina, Sergey Gaidash<sup>1</sup>, Peter Velinov<sup>2</sup>, Maria  
Dimitrova, Mariana Zaxarieva<sup>2</sup>, Lachezar Mateev<sup>2</sup>, Peter Tonev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere and Radio Wave Propagation, Moscow region, Troitsk, Russian  
Academy of Sciences

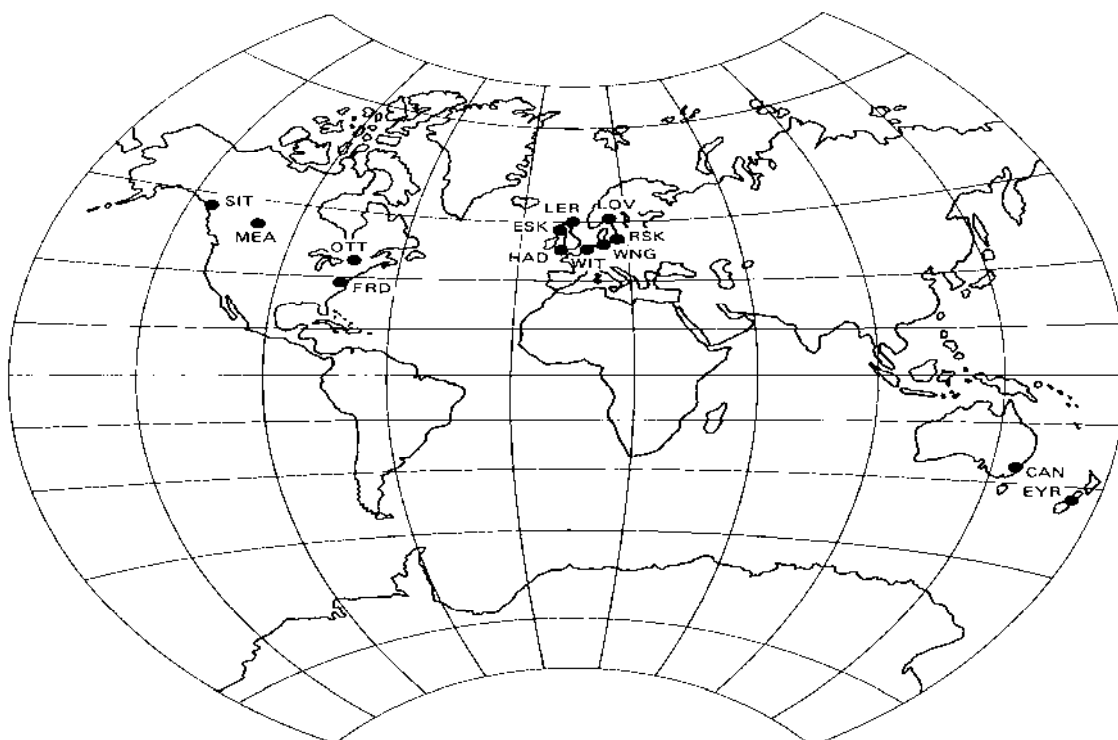
<sup>2</sup>Space Research and Technology Institute – Bulgarian Academy of Sciences  
e-mail: yktassev@bas.bg

**Keywords:** space weather, geomagnetic storm, CME

**Abstract:** A comparison of the deviations among predicted and measured values of space weather forecasts parameters is made for the period of one year. Three categories of the forecasted parameters and states of space weather are classified. Different situations which are used for possible space weather forecasting are analyzed based on effectiveness and continually. The main three categories are the following: 1) high degree of coincidence between predicted and realized parameters; 2) low degree of coincidence between predicted and realized parameters; 3) moderate degree of coincidence between predicted and realized parameters. Physical explanation of all three classified categories concerning the degree of coincidence between the predicted and the measured space weather parameters is made. Some conclusions for the level of forecasting effectiveness concerning the real methodology of predictions are stated. The complex system of parameters which are taken into account in the outer space is formulated and analyzed. The sources of data and models which are used in the virtual space by prediction of space weather are also discussed.

## Въведение

За да се анализират прогнозите на космическото време е необходимо да се проследят трите основни фактора които оказват влияние върху него. Първо, това са процесите на Слънцето, проявяващи се под различни форми на активности. Вторият фактор е междупланетната среда, чрез която достигат въздействията на Слънцето до Земята. И третият фактор е магнитосферата с всички свои области. На този етап от развитието на центъра за прогноза на космическо време и космически климат се прогнозира един параметър. Това е средно планетарният геомагнитен индекс Ар определян от 13 геомагнитни станции в двете полукълба. На фигура 1 е показана картата с разположението на геомагнитните обсерватории. Съответно в таблица 2 са дадени названията и геомагнитните координати на тези геомагнитни обсерватории. Прогнозата която се дава е краткосрочна и е за три дни. За всеки един ден се определя процентно стойностите на планетарните тричасови Кр индекси и от тях се определя планетарния Ар индекс. За сега тези прогнози са чисто изследователски, но са в такъв вид, че могат да се използват и за широки обществени цели.



Фиг. 1. Карта на геомагнитните обсерватории за определяне на Кр индекса

Кр- индекса притежава полулогаритмична връзка с амплитудата на резултантния вектор на геомагнитното поле. За да се приведе Кр в линейен мащаб Bartels въвежда таблица за преминаване в нов три часов индекс ар. Връзката на този тричасов индекс ар с Кр- индекса се дава в известната

таблица 1.

Кр = 0o	0+	1-	1o	1+	2-	2o	2+	3-	3o	3+	4-	4o	4+
ар = 0	2	3	4	5	6	7	9	12	15	18	22	27	32
Кр = 5-	5o	5+	6-	6o	6+	7-	7o	7+	8-	8o	8+	9-	9o
ар = 39	48	56	67	80	94	111	132	154	179	207	236	300	400

Таблица 2. Названия и координати на Обсерваториите определящи Кр

Northern Hemisphere				Southern Hemisphere			
	Observatory	Corr. Lat.	Geom.		Observatory	Corr. Lat.	Geom.
MEA	Meanook	62.5°		EYR	Eyrewell	50.2°	
SIT	Sitka	60.0		CAN	Canberra	45.2°	
LER	Lerwick	58.9°					
OTT	Ottawa	58.9°					
LOV	Lovö	56.5°					
ESK	Eskdalemuir	54.3°					
BJE	Brorfelde	52.7°					
FRD	Fredericksburg	51.8°					
WNG	Wingst	50.9°					
HAD	Hartland	50.0°					
NGK	Niemegk(4)	48.8°					

При този вид анализи за проверка на успешността на извършените прогнози има различни подходи в зависимост от целите които си поставя прогнозата. В зависимост от това дали тези прогнози се правят за чисто изследователски, за медицински или пък за бизнес потребители, тяхната успешност (или точност на прогнозиране) може да бъде различна. Така например ако е за бизнес потребители за прогнозата е достатъчно да се декларира има ли ефект от събитието или няма. Докато в други случаи градацията може да бъде значително по-детайлна. В същност трябва да се отбележи, че за проверка успешността на дадена прогноза, няма определени критерии и методики. В последните години има остойностяване на резултатите разработено от Wilks, D. (2001), където е частично решено този вид разминаване между моделирането за потребителите и съответните показатели. По принцип сравняването на максималната полезност на получените резултати не отговаря на количественото остойностяване за различни реалистични случаи. Или с други думи, капацитетът на количественото остойностяване неотговаря непременно на постигане на максимална полезност на отделните събития, където разходите и ползите са зависими от амплитудата на прогнозираното събитие. Предлагат се и алтернативни методи за сравнение и представяне, които се счита, че могат да решат този проблем. Така например Weigel, R. S.(2006), в пълната спецификация на модела, изпълнява изчисления изискващи определяне на вероятността за взимане на правилно решение, вероятността за фалшива тревога, и пропуснати прогнози за процеси с различни амплитуди, при това обхващащи няколко нива на предупредително време. В нашият случай, ние сме приели подобен на последният описан подход, с известни модификации. Разглеждаме опростеният случай, взели сме правилно решение, несме взели правилно решение (в него се включва и фалшива тревога), и трети междинен вариант. Тази класация по- детайлно разгледана означава следната класификация: Високо съвпадение между прогнозираните и реализираните параметри; Ниско съвпадение между прогнозираните и реализираните параметри; Умерено съвпадение между прогнозираните и реализираните параметри. Така извършеното класифициране ние разписваме за трите случая и обясняваме във всеки един от тях смисълът им в т.н. критерии за подбор на прогнозираните и реализирани параметри.

I. Ниско съвпадение между прогнозираните и реализираните параметри

1. Има противоположност на прогнозните и реалните данни.
2. Има геомагнитно смущение но не е отбелязано в прогнозите.
3. Има прогнозиране за повишение на Ар но индекса остава спокоен по реални данни.

II. Умерено съвпадение между прогнозираните и реализираните параметри

1. Занижени или завишени, стойности на прогнозата спрямо реалните данни.
2. Вторият и/или третия ден от прогнозата са противоположни на реалните данни.

III. Високо съвпадение между прогнозираните и реализираните параметри

1. Да има почти пълно съвпадение между прогнозните и измерените параметри и в трите дни.
2. Да има почти пълно съвпадение между прогнозните и измерените параметри в двата дни.

3. Да има почти пълно съвпадение между прогнозните и измерените параметри поне в първият ден.

След така изложените критерии ще бъдат разгледани всичките събития и подредени по тях така, че да може да се извърши анализ на причините за вземане на определени решения. Разбира се всичките по- долу описани събития няма да могат да бъдат разгледани, но характерните и значими такива, ще бъдат анализирани.

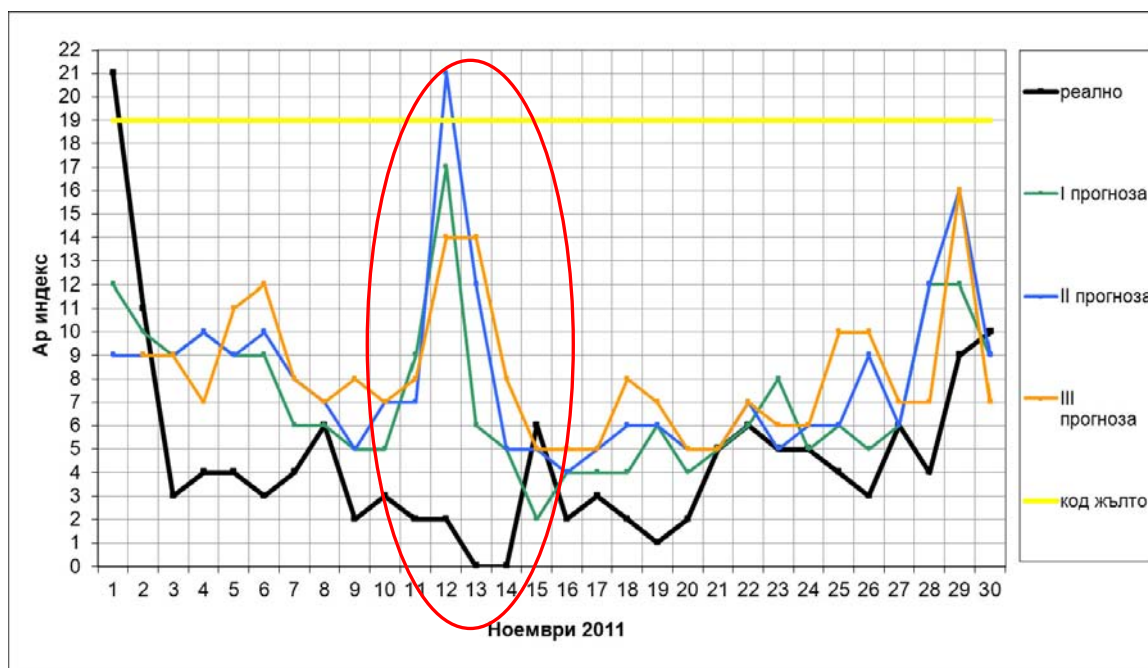
### Анализи

В представените по- долу анализи ще бъдат разгледани отделни случаи, които според нас представляват както изследователски така и прогностичен интерес. Ще бъдат разгледани първо случаите когато не са се реализирали прогнозираните параметри. След това са разгледани и останалите случаи на, умерено съвпадение между прогнозираните и реализираните параметри и високо съвпадение между прогнозираните и реализираните параметри. За всяка една от описаните ситуации са изброени всичките случаи, но след това са анализирани само избрани ситуации.

I. Ниско съвпадение между прогнозираните и реализираните параметри.

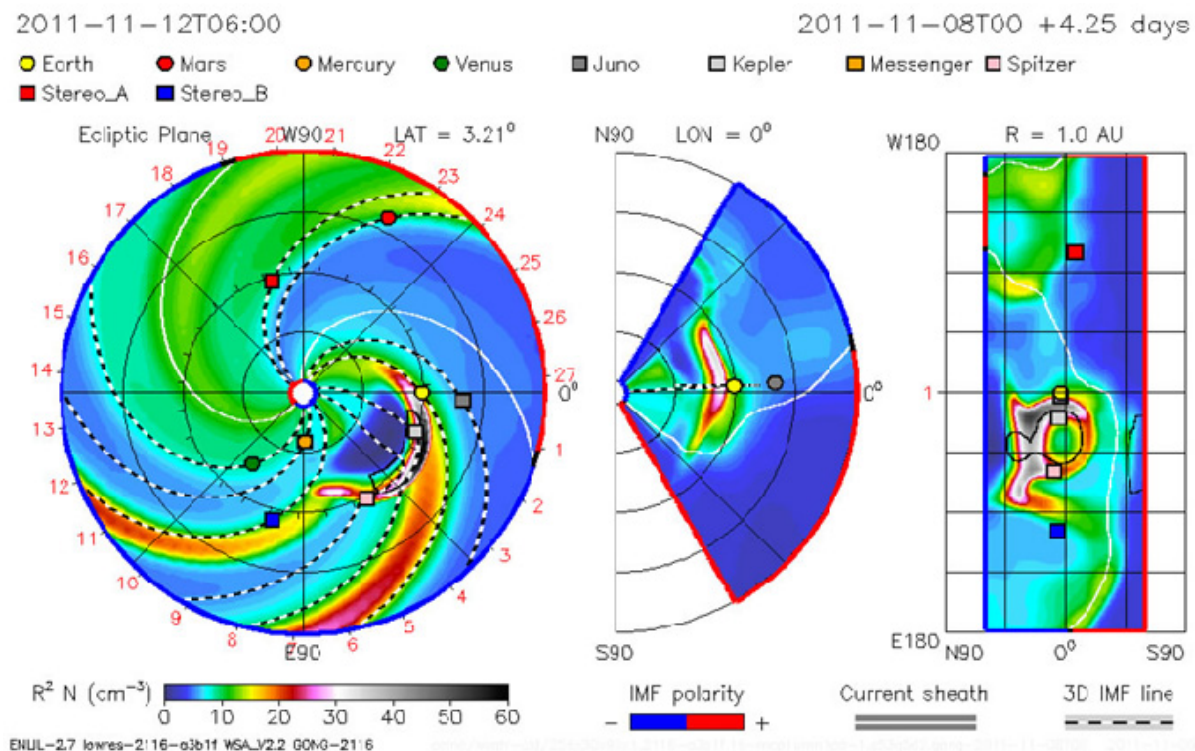
1. От 11 до 14 ноември 2011 г., прогнозира се повишение на Ар но той остава спокоен по реални данни и за трите прогнози.
2. От 5 до 9 януари 2012, прогнозира се повишение на Ар но той остава спокоен по реални данни и за трите прогнози.
3. От 6 до 9 февруари 2012 има геомагнитно смущение но не е отбелязано в прогнозите.
4. От 7 до 9 март 2012 има противоположност на прогнозните и реалните данни.
5. От 14 до 16 март 2012 има противоположност на прогнозните и реалните данни за първи ден на прогнозата.
6. От 17 до 18 април 2012 има противоположност на прогнозните и реалните данни.
7. От 13 до 16 май 2012 има противоположност на прогнозните и реалните данни.
8. От 10 до 12 юни 2012 има разминаване по прогноза за първи ден.
9. От 16 до 18 юни 2012 има разминаване по прогноза за първи ден.
10. От 7 до 9 август 2012 прогнозира се повишение на Ар но той остава спокоен по реални данни.
11. От 18 до 19 септември 2012 има противоположност на прогнозните и реалните данни за първи и втори ден.
12. От 12 до 14 октомври 2012 има геомагнитно смущение но не е отбелязано в прогнозите.

Да разгледаме случая 1. От 11 до 14 ноември 2011 г., прогнозира се повишение на Ар но той остава спокоен по реални данни и за трите прогнози. Фиг. 2.



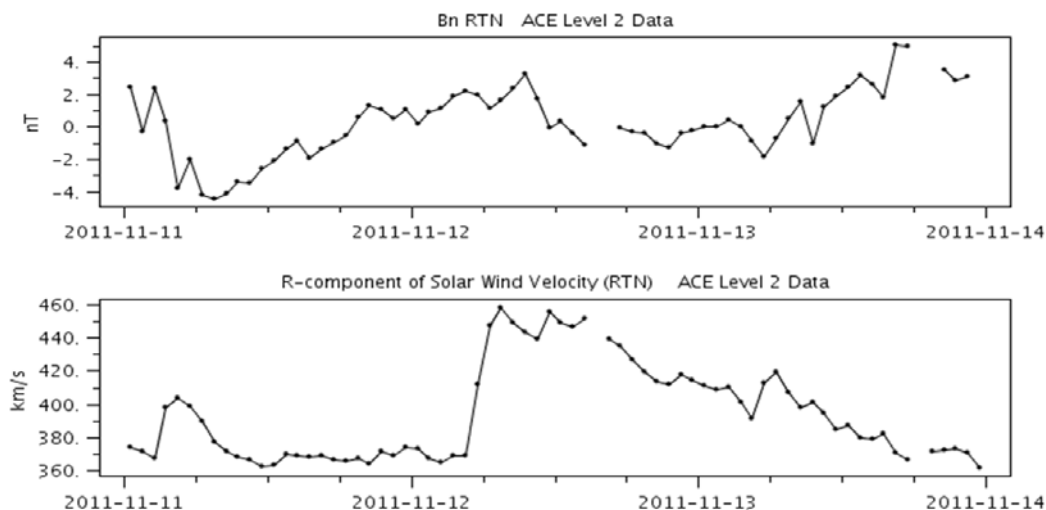
Фиг. 2

На 9 ноември е наблюдавано в 13:05 UT (15:05 ч. официално време) мощно КИМ (коронално изхвърляне на маса) от областта 11343, който се предполага че ще достигне Земята на 12 октомври след 06 UT. Фиг. 3.



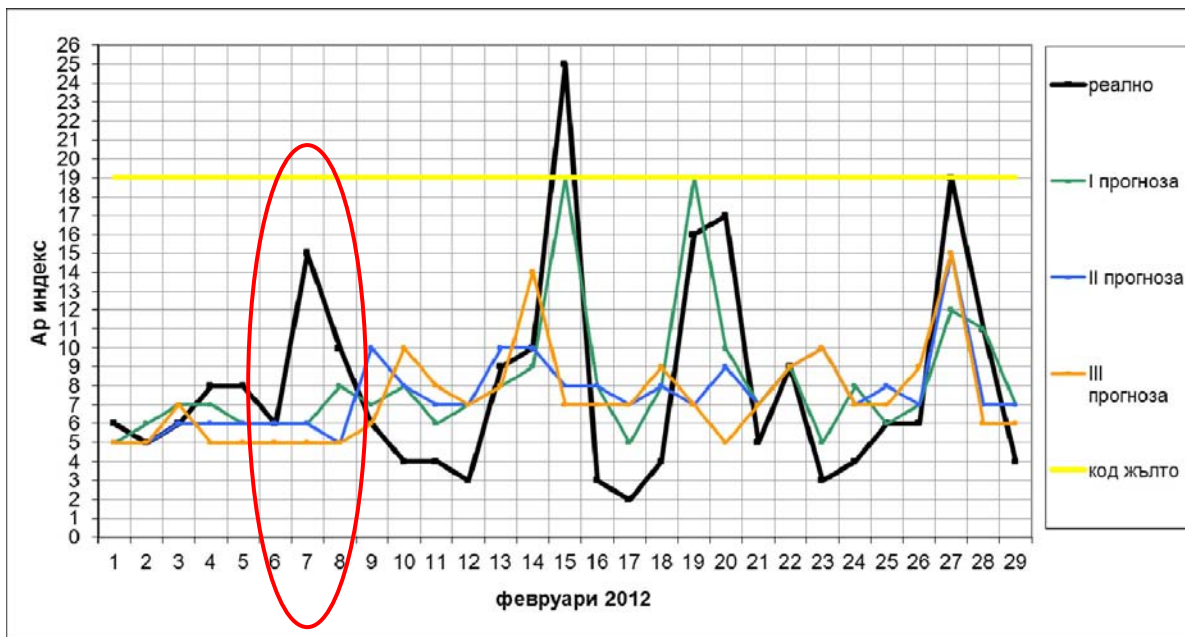
Фиг. 3

Съпоставяйки скоростите на Сл. Вятър с радиалната - компонентата на потока ясно се вижда че точно след 06 UT на 12 ноември, рязко нарастват скоростите на сл. вятър, а Vz компонентата на Междопланетното Магнитно Поле (ММП) за около час леко спада и след това продължава да нараства в следващите 6 часа. Практически Vz е положителна и това обяснява и невъзможността на ММП да се присъедини към Геомагнитното поле на магнитосферата. Именно затова и очакваната геомагнитна буря не се осъществява. Фиг. 4.



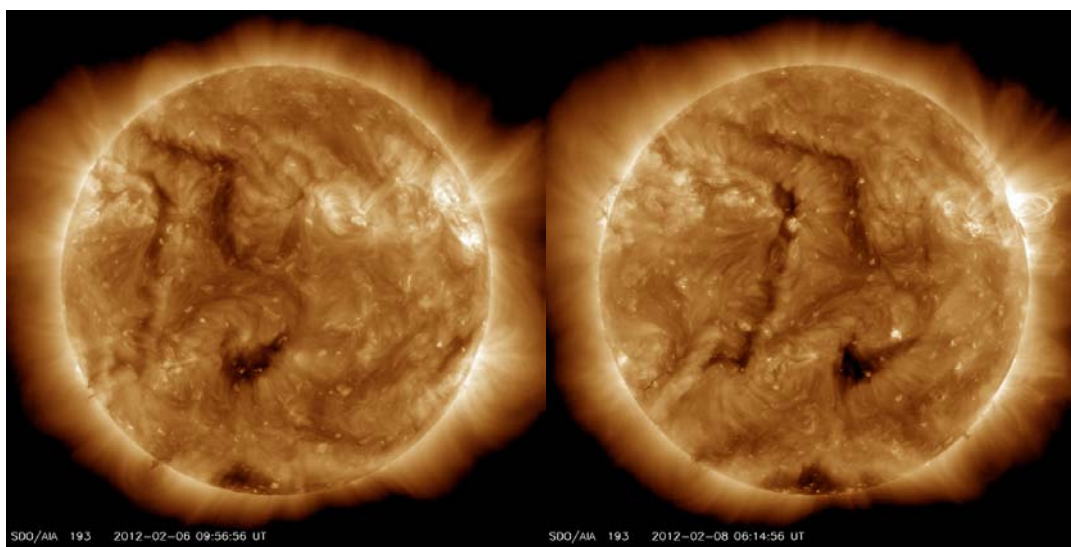
Фиг. 4

От 6 до 9 февруари 2012 има геомагнитно смущение но не е отбелязано в прогнозите. Фиг. 5. На 07 февруари 2012 се наблюдават 2 области със слънчеви петна.



Фиг. 5

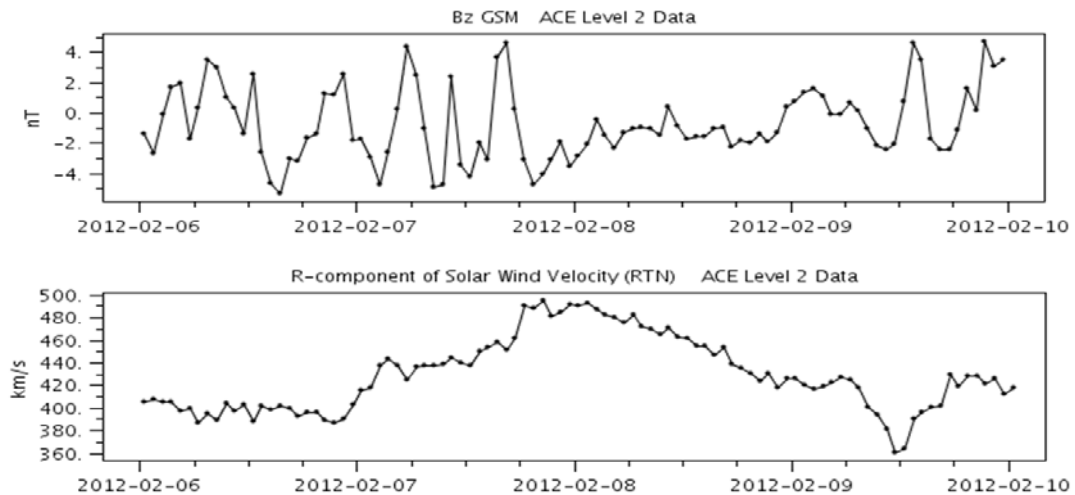
Наблюдава се и короналната дупка CN499 в южната област на видимата част на слънчевия диск. Тя е в геоэффективна позиция. Оформя се нова коронална дупка CN500, разположена меридионално, както в северното, така и в южното полукуълбо. Фиг. 6.



Фиг. 6. Короналните дупки на Слънцето на 6 и 8 февруари 2012

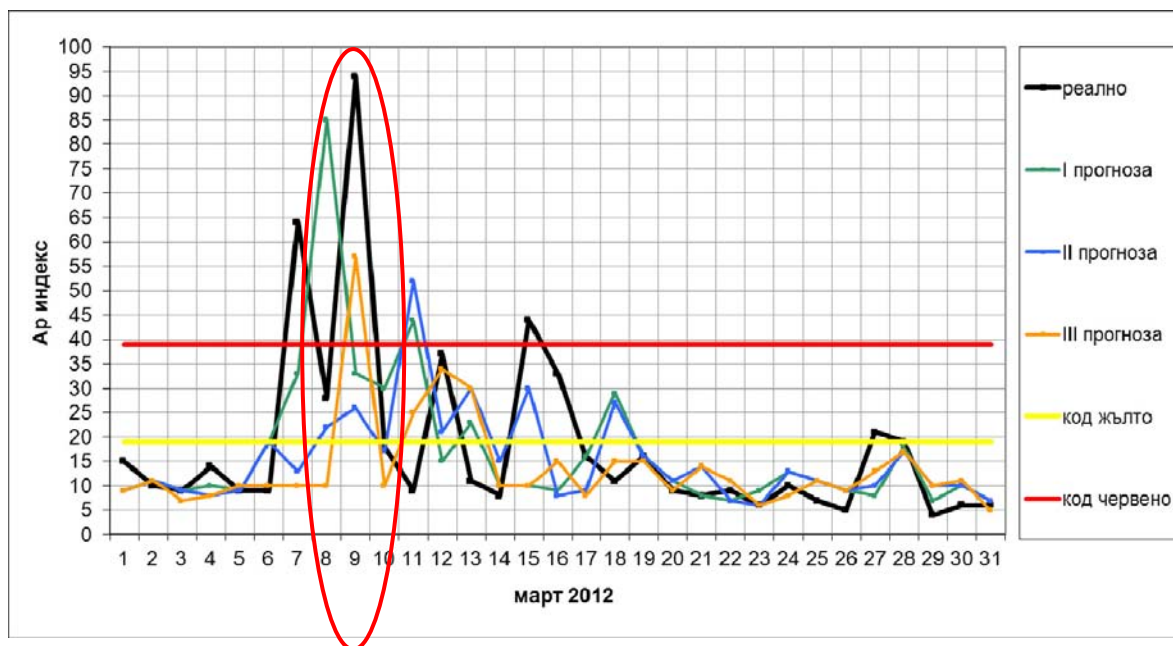
Освен двете коронални дупки няма никакъв насочен към Земята КИМ. От фигура 7 на ММП и  $V_z$  – компонентата в последните 6 часа на 07-02-2012 остава отрицателна като максималните стойности са от порядъка на  $-4$  nT. В същия период скоростта на слънчевия вятър достига своя максимум и е от порядъка на  $490$  km/s. Тези две характеристики на междупланетното пространство показват, че вероятно именно нарастването на скоростта и задържането с южна компонента на ММП води до появата на това смущение.

Сравнението с предишния случай показва, че вероятно по- продължителното време на южна насоченост на ММП дори и с по- малки стойности от порядъка на  $-4$  nT може да бъде геоэффективно за присъединяване към геомагнитното поле и появата на геомагнитна буря.



Фиг. 7

От 7 до 9 март 2012 има противоположност на прогнозните и реалните данни. Фиг. 8. От 5 март 2012 се наблюдават 5 области със слънчеви петна. Регистрирани са 10 ерупции (избухвания) от клас С (слаби) и три от клас М(среден) и 1 от клас Х(силно). Короналната дупка CH505 се намира в геоэффективна позиция спрямо Земята. Продължава въздействието на коронална дупка с номер CH506. Тя също заема геоэффективна позиция.

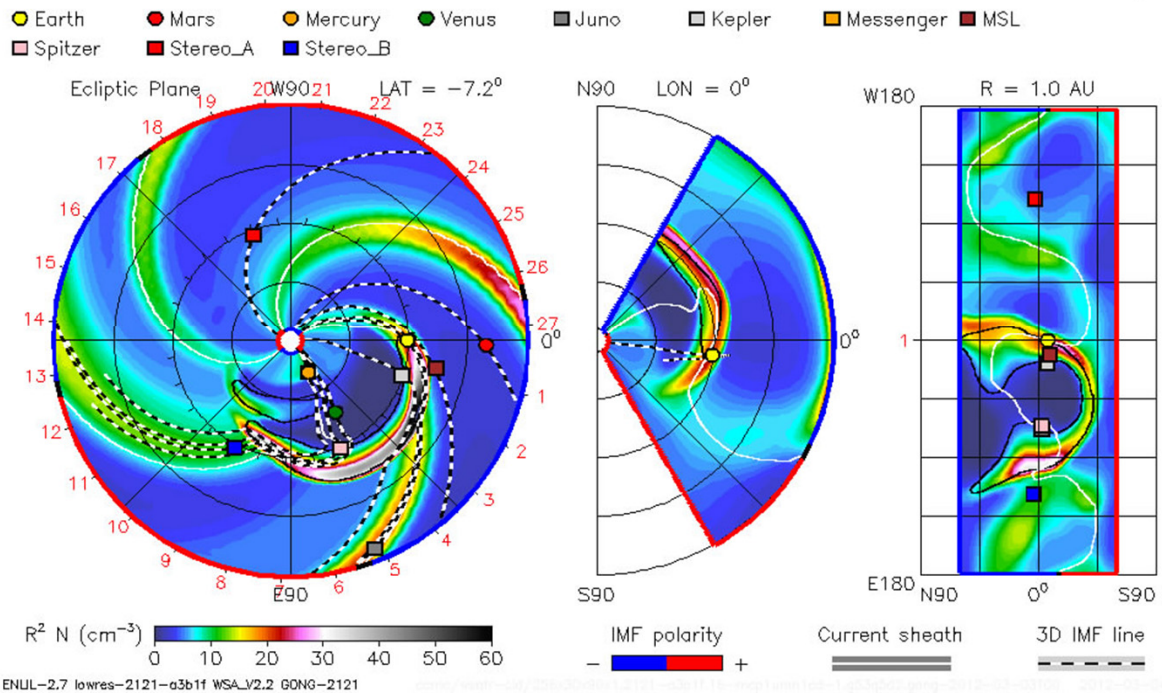


Фиг. 8

Наблюдаването на 04-03-2012 КИМ най-вероятно ще засегне Земята на 6 март след 12:00 часа UT или 14:00 официално време. Видът на прогнозираните стойности на междупланетната среда за тази дата по моментната картина от модела на Goddard Space Flight Laboratory е на фиг. 9: За същото събитие от 04-03-2012 след преценка на модела и резултатите от него, видът на разпространение на ударната вълна се променя Фиг. 10. и става двойна вълна значително различаваща се от първоначалният вид .

2012-03-06T12:00

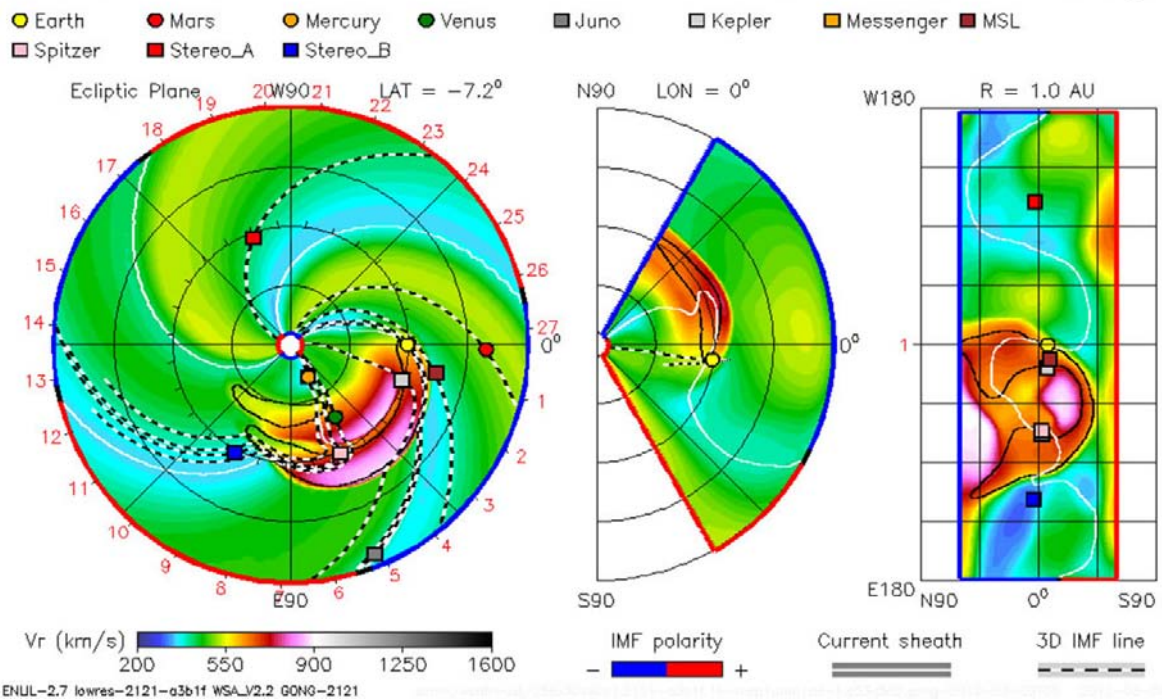
2012-03-03T00 +3.50 days



Фиг. 9

2012-03-06T12:00

2012-03-03T00 +3.50 days

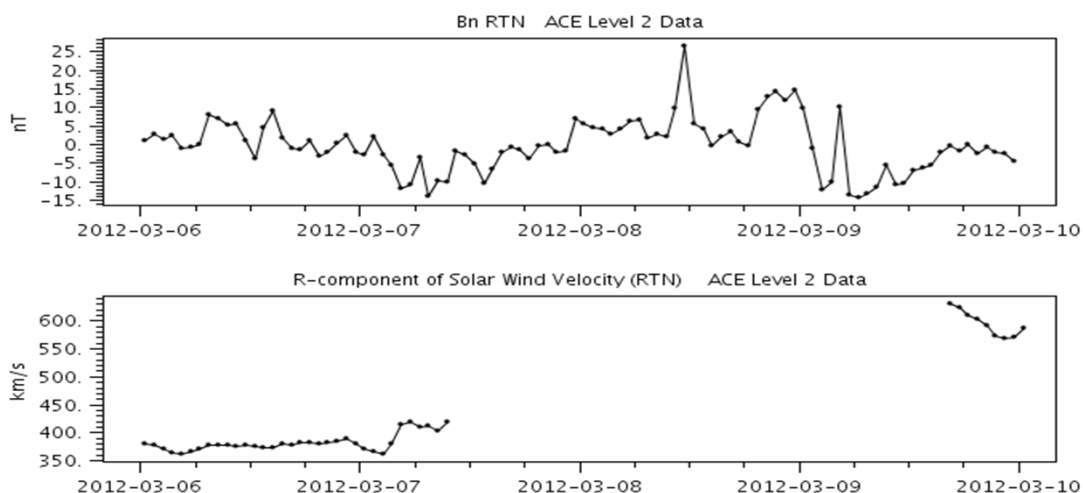


Фиг. 10

Ясно се разграничават две ударни вълни в коригирания вариант за разлика от първия случай. В случая подвеждаща роля е изиграл модела на Goddard Space Flight Laboratory. Въпреки, че и вторият вариант не отразява напълно действителната ситуация около събитието. Скоростта на слънчевия вятър на 5 март 2012 се изменяше между 319 и 368 km/s. На 6 март скоростта на сл. вятър се изменяше между 336 и 386 km/s. На 7 март скоростта на сл. вятър се изменяше между 344 и 578 km/s. На 8 март скоростта на сл. вятър, се изменяше между 456 и 828 km/s. На 9 март Скоростта на слънчевия вятър се изменяше между 525 и 986 km/s. На 10



март скоростта на слънчевия вятър се изменяше между 450 и 620 km/s. Анализът на скоростта на сл. вятър и Vz – компонентата на ММП Фиг. 11. показва, че има две вълни една на 7 и другата на 9 март и те са причина за геомагнитните бури.



Фиг. 11

Разглеждаме следващата група събития с умерено съвпадение между прогнозираните и реализираните параметри. Ще бъдат разгледани два случая от всичките девет по долу изброени:

На 24 януари 2012 вторият и третия ден от прогнозата са противоположни на реалните данни. От 12 до 14 април 2012 вторият и третия ден от прогнозата са противоположни на реалните данни.

От 23 до 26 април 2012 занижени стойности на прогнозата спрямо реалните данни за първия ден.

От 08 до 10 май 2012 занижени стойности на прогнозата спрямо реалните данни за първия ден.

От 21 до 24 май 2012 занижени стойности на прогнозата спрямо реалните данни за първия ден.

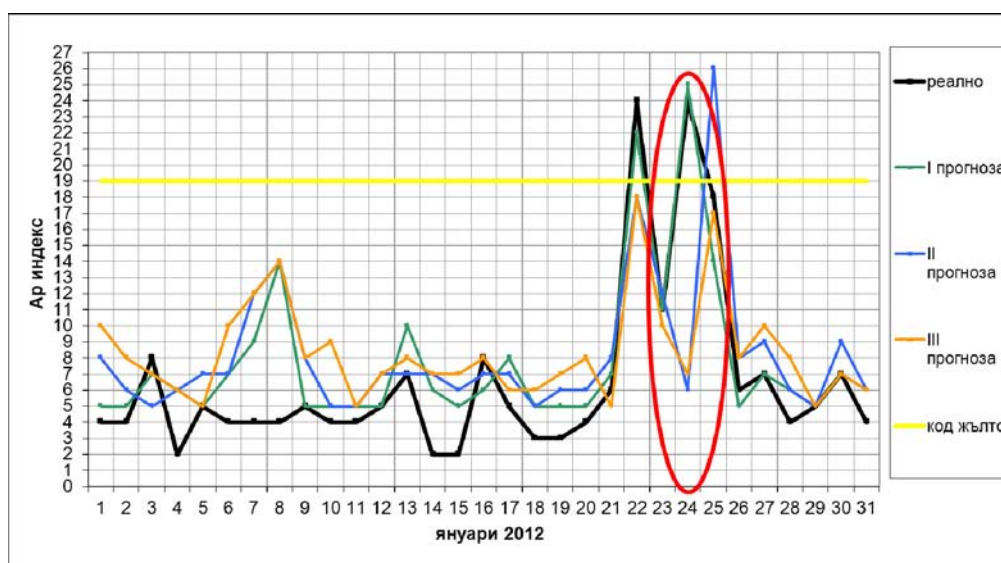
От 16 до 18 юни 2012 занижени стойности на прогнозата спрямо реалните данни.

От 8 до 10 юли 2012 занижени стойности на прогнозата спрямо реалните данни.

От 14 до 17 юли 2012 занижени стойности на прогнозата спрямо реалните данни.

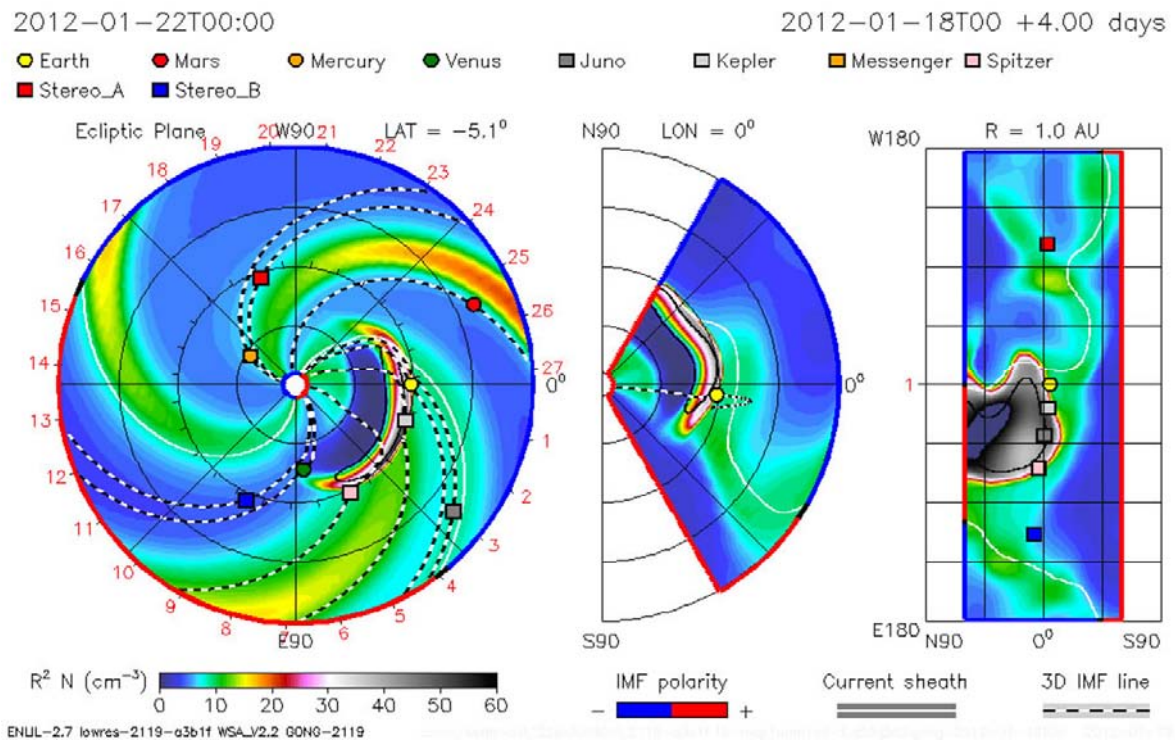
От 03 до 04 септември 2012 занижени стойности на прогнозата спрямо реалните данни за първия и втория ден.

На 24 януари 2012 вторият и третия ден от прогнозата са противоположни на реалните данни Фиг. 12. На 19 януари 2012 се наблюдаваха 7 области със слънчеви петна, най-мощна от които е двойката 11401-11402. Регистрирани бяха 1 ерупция (избухване) от клас М и 3 ерупции от клас С. Възникна КИМ с пълно хало от областта 11402.



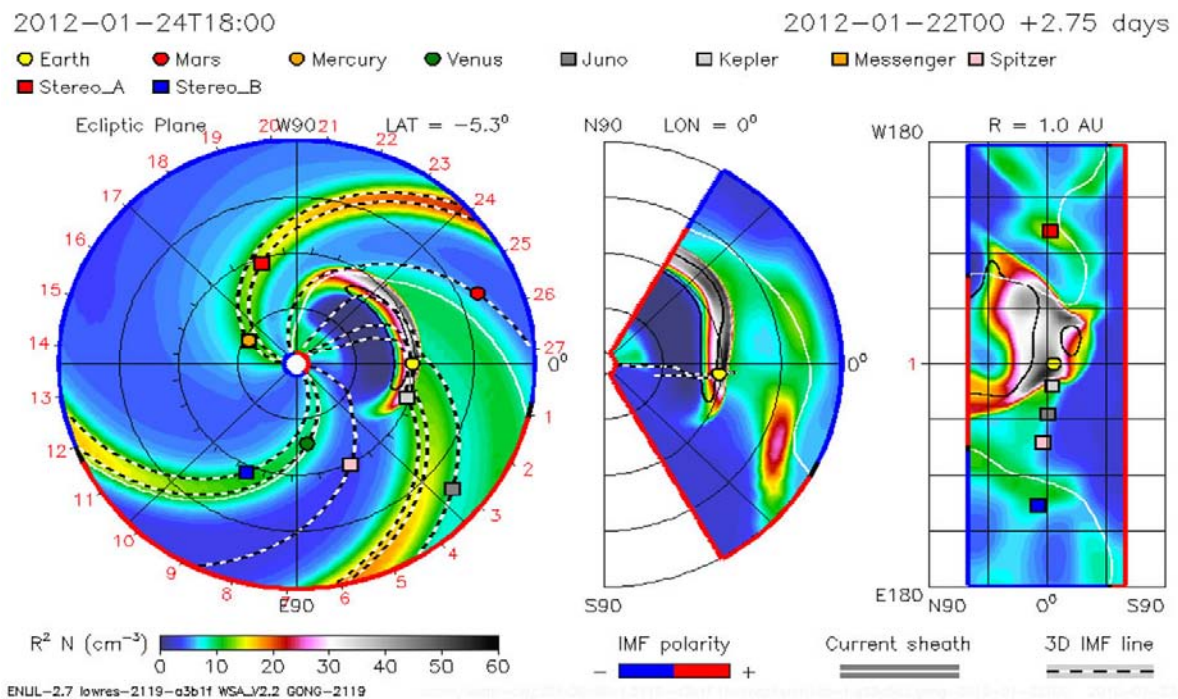
Фиг. 12

Очакваше се КИМ от 19 януари да достигне земната магнитосфера на 21 януари късно през нощта (23-24 часа UT или 00-01 часа официално време на 22 януари). Фиг. 13.



Фиг. 13

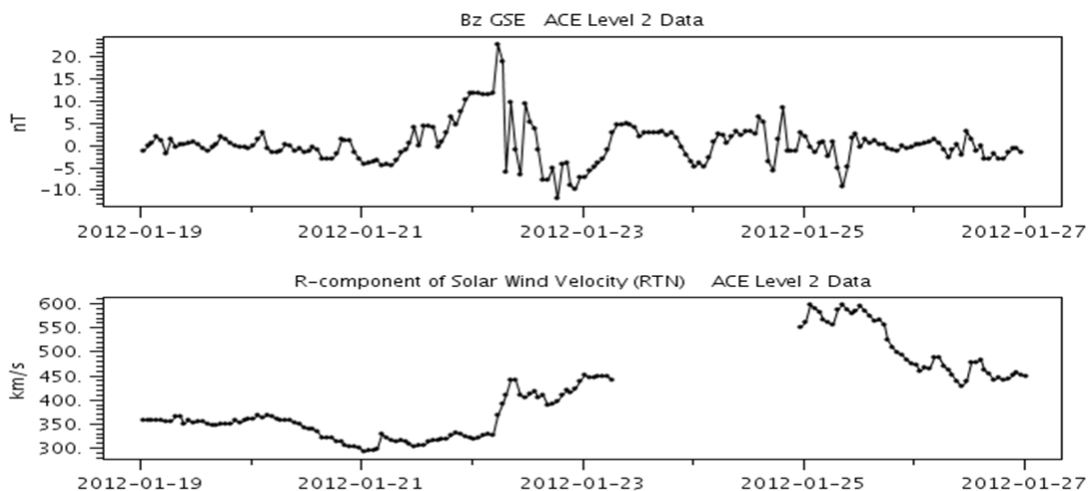
В периода (23 - 25 януари 2012) геомагнитната обстановка се очаква да варира от спокойна до смутена, като в края на периода (25 януари) е възможна малка или умерена геомагнитна буря поради КИМ, възникнал рано сутринта 06UT на 23 януари Фиг. 14.



Фиг. 14

Появата на 23 януари на КИМ, в ранните часове, води до промяна на обстановката. При прогнозите на 21 и 22 януари няма наличие на причина да се предвижда в по дългосрочната

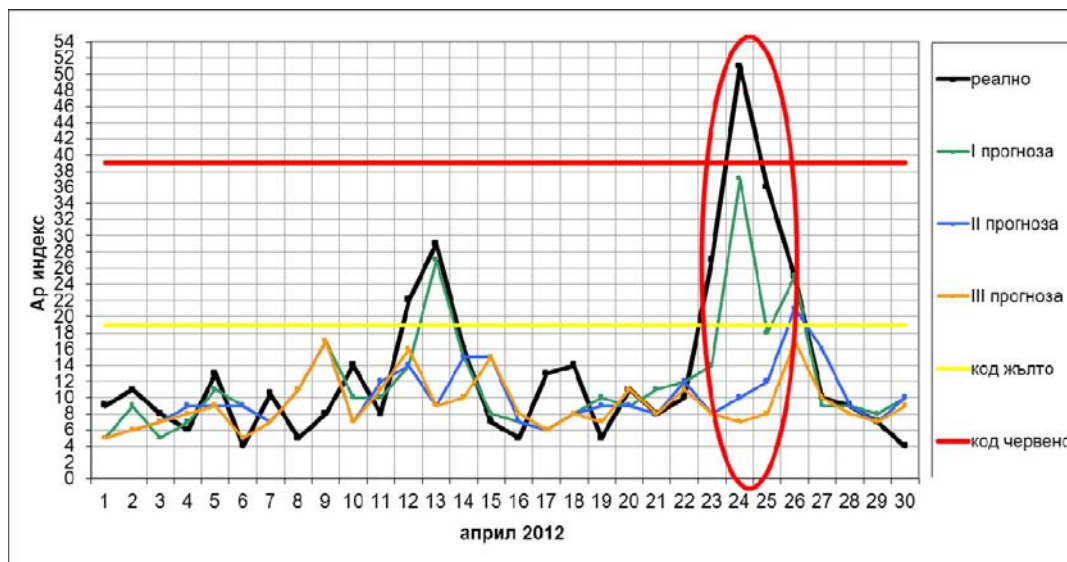
прогноза на въздействия върху геомагнитното поле Фиг. 15. Ето защо в по-дългосрочната прогноза, засягаща втория и третия ден не се предвижда друга геомагнитна буря освен тази от 22 януари.



Фиг. 15

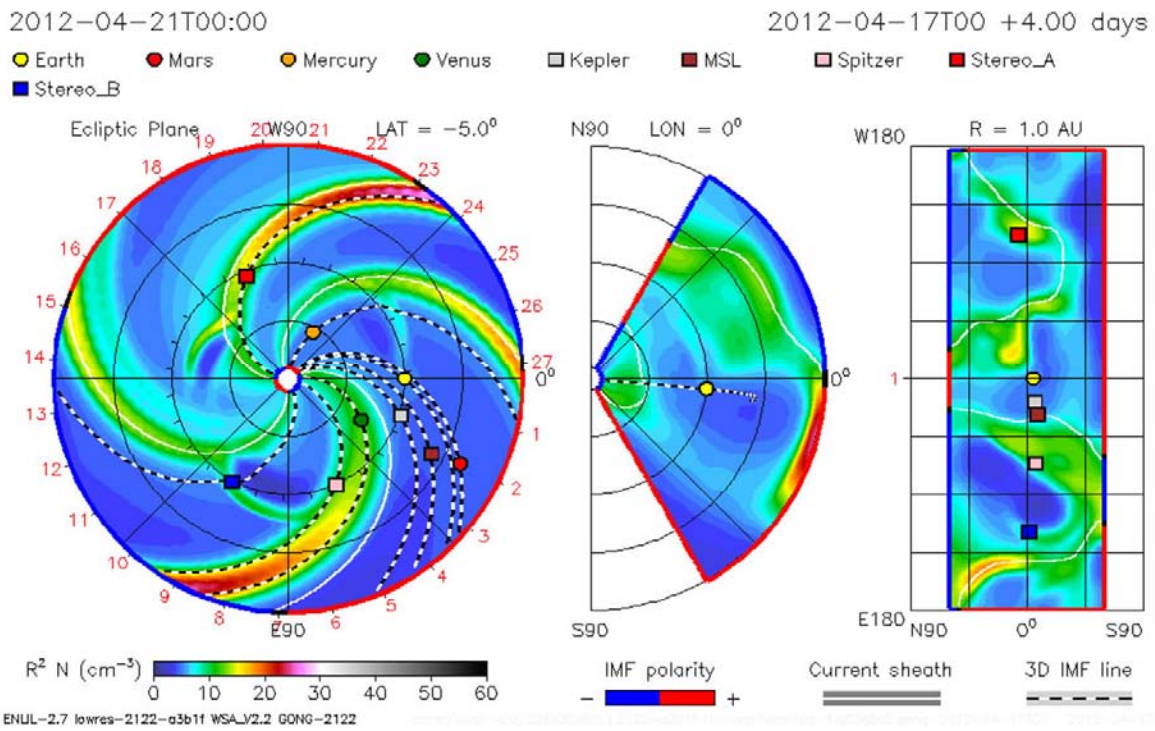
Именно затова прогнозите за втори и трети ден са толкова противоположни с прогнозата за един ден, когато на 23 настъпва КИМ-а. Може да се счита че тук няма грешка от страна на прогнозиращите. Просто такива са физическите условия.

От 23 до 26 април 2012 занижени стойности на прогнозата спрямо реалните данни за първия ден Фиг. 16. В период 22 - 24 април 2012 геомагнитната обстановка варира от смутена до спокойна. Очаква се в началото на периода геомагнитното поле да е смутено под въздействие на КИМ от 18 април. В периода 23 - 25 април 2012 геомагнитната обстановка варира от смутена до спокойна. Очаква се в началото на периода геомагнитното поле да е смутено под въздействие на КИМ от 19 април, както и от възможни ефекти от короналната дупка СН514.



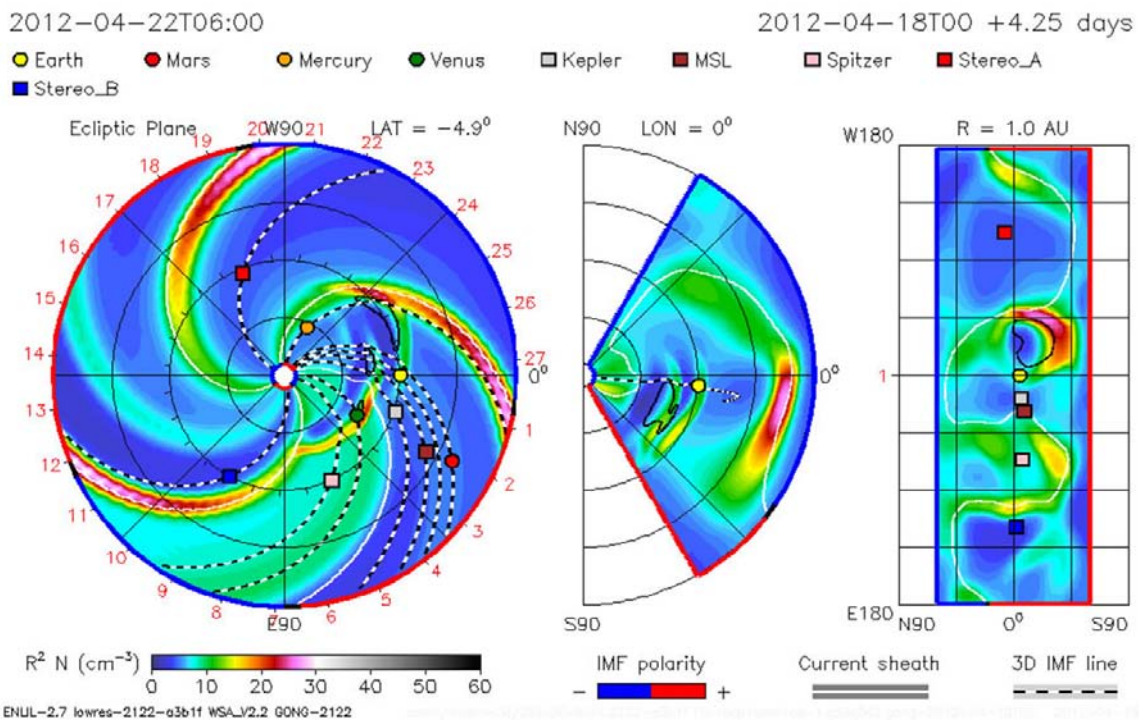
Фиг.16

КИМ-а от 18 април достига до Земята на 21 април според модела на Goddard Space Flight Laboratory Фиг. 17.



Фиг. 17

КИМ-а от 19 април достига до Земята на 22 април според модела на Goddard Space Flight Laboratory фиг. 18.

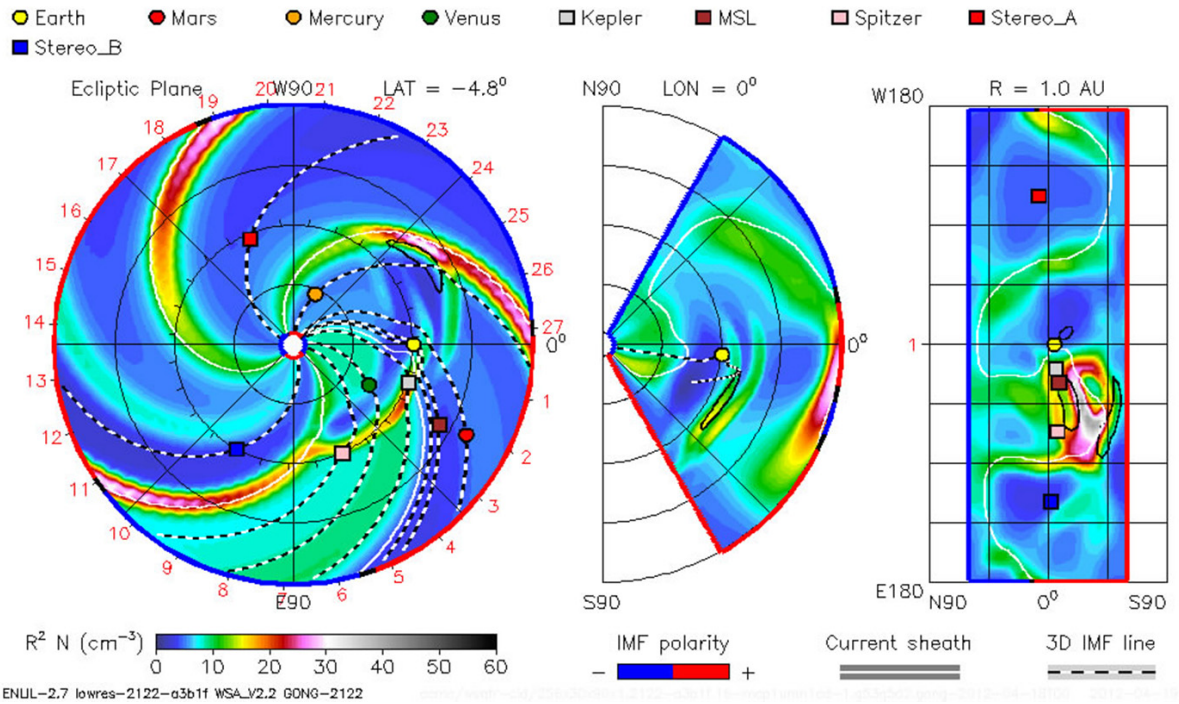


Фиг. 18

Втората ударна вълна от същият КИМ идва до Земята на 23 април, според модела на Goddard Space Flight Laboratory Фиг. 19.

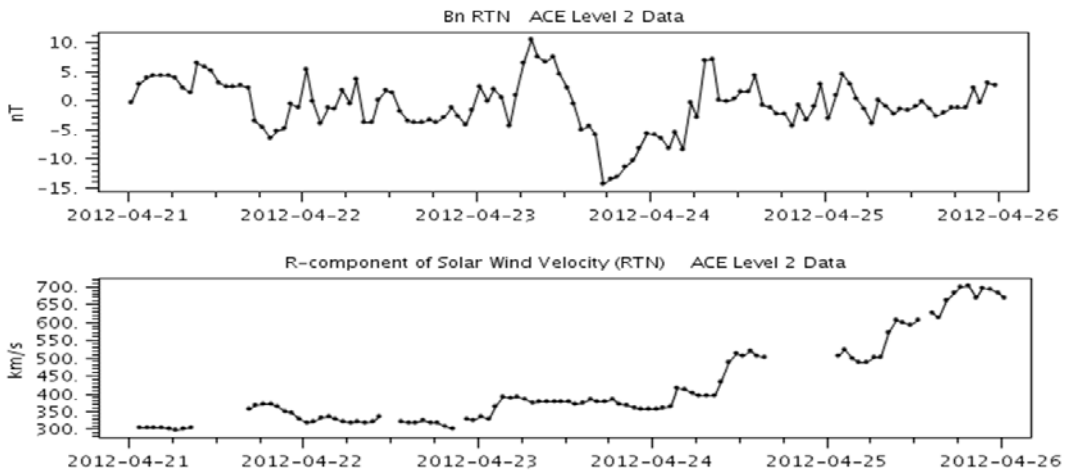
2012-04-23T06:00

2012-04-18T00 +5.25 days



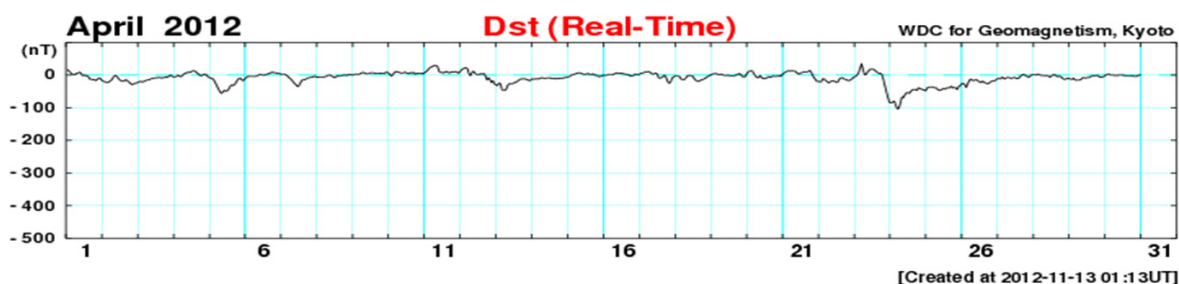
Фиг. 19

Поведение на Vz- компонентата на ММП и изменението на Радиалната скорост на слънчевият вятър за периода 21 -26 април 2012. На 21 април е първото значимо понижение на Vz на ММП. На 22.04 почти няма понижение и на 23.04 то достига почти до - 15 nT. Същевременно скоростта на сл. вятър остава почти постоянна между 350 и 400 km/s Фиг. 20.



Фиг. 20

Както се вижда от стойностите на Dst – индекса Фиг. 21. геомагнитната буря настъпва на 24 април , когато имаме и значително понижение на на южната компонента на ММП. Стойностите на Vz достигат -15 nT. Същевременно скоростта на сл. вятър е относимелно ниска между 350 и 400 км/с. Едва на 24 след обяд скоростите на сл. вятър достигат до 500 км/с и се покачват до 700 км/с на 25 април. Както се вижда от модела има три последователни ударни вълни на 21,22 и 23 април. Няма основание при тези ниски скорости но сл. вятър и кратковременно отрицателно Vz, което след това преминава в положително, да акумулира енергията от трите ударни вълни на 24 април. Но фактът е налице на 24 има голяма геомагнитна буря със стойности на Dst – индекса до -100 nT. и Ap =51. Характера на явлението е прогнозиран но мащабът му не е точно определен.



Фиг. 21

Остава разглеждането и на последната група от случаи, т.н. Високо съвпадение между прогнозираните и реализираните параметри. При нея както се разбира и от определението това са случаи когато има добро прогнозиране и добро съвпадение с измерените резултати. Изброени са седем случая:

От 21 до 23 януари 2012 се наблюдава много добро съвпадение между прогнозираните и наблюдаваните данни.

От 14 до 16 февруари 2012 се наблюдава добро съвпадение между прогнозираните и наблюдаваните данни, с леко занижени е на прогнозните стойности.

От 18 до 20 февруари 2012 се наблюдава добро съвпадение между прогнозираните и наблюдаваните данни, с леко завишени на прогнозните стойности.

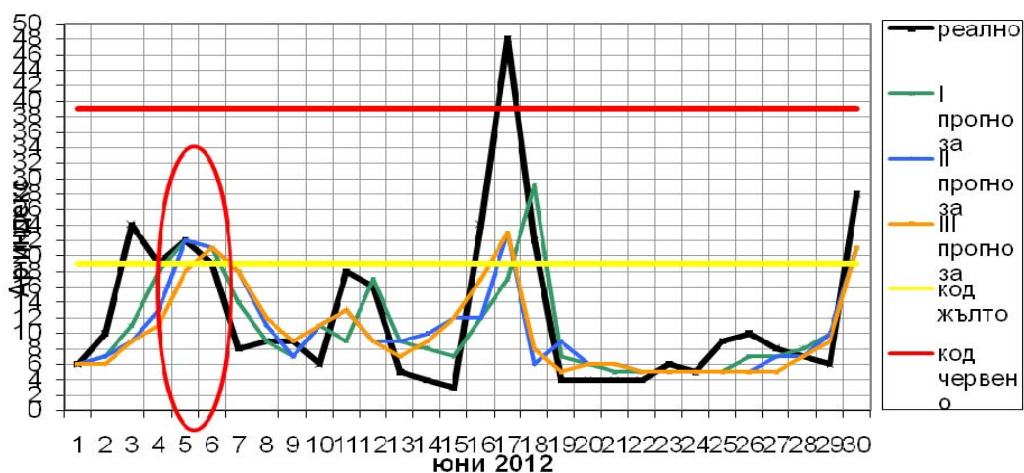
От 12 до 14 април 2012 първият ден от прогнозата се наблюдава много добро съвпадение между прогнозираните и наблюдаваните данни.

От 03 до 06 юни 2012 се наблюдава добро съвпадение между прогнозираните и наблюдаваните данни.

От 18 до 20 август 2012 първият и вторият ден от прогнозата се наблюдава много добро съвпадение между прогнозираните и наблюдаваните данни.

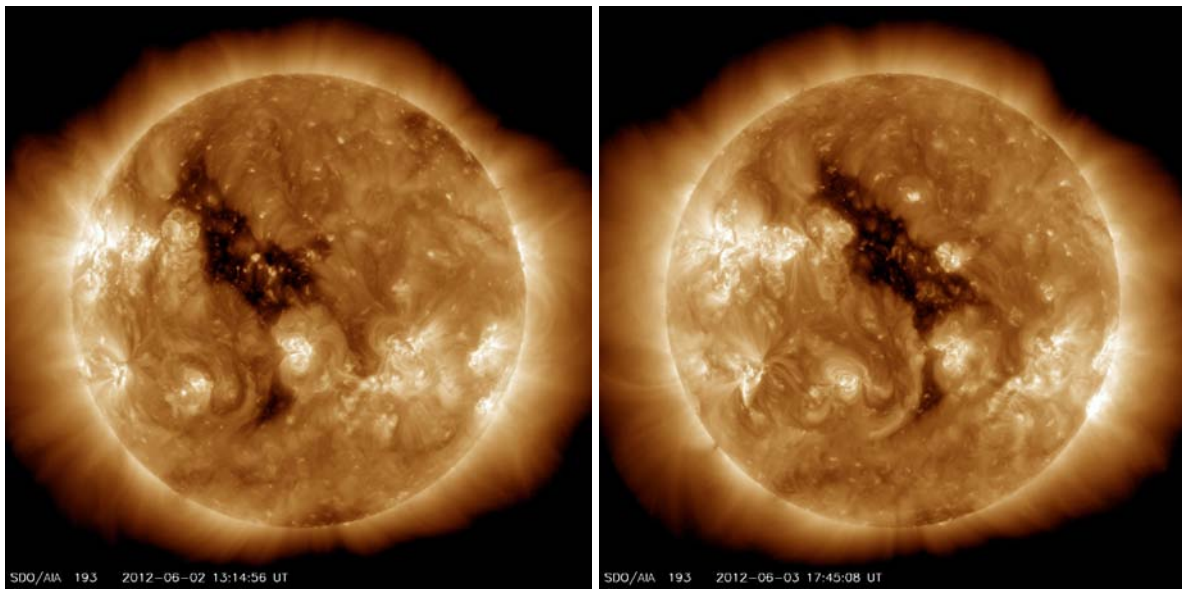
От 08 до 10 октомври 2012 първият ден от прогнозата се наблюдава много добро съвпадение между прогнозираните и наблюдаваните данни.

Ще бъде разгледан само един случай от 03 до 06 юни 2012 г., когато се наблюдава добро съвпадение между прогнозираните и наблюдаваните данни фиг. 22. През изминалото денонощие (на 2 юни 2012) се наблюдават шест области със слънчеви петна. Бяха регистрирани две ерупции от клас С (нисък). Короналната дупка CH520 е разположена в центъра на слънчевия диск. На 3 юни CH520 вече е в геоэффективна позиция.

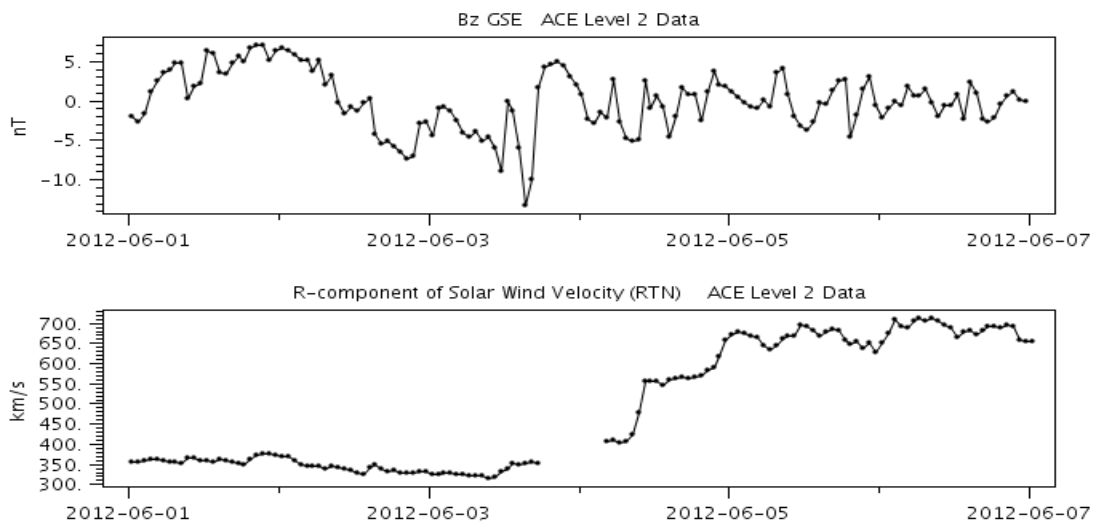


Фиг. 22

Освен това е интересно развитието на короналната дупка от 2 и 3 юни 2012. Ясно се вижда на фиг. 23. значителната площ на слънчевия диск която има CH 520. Поради особената си форма тази коронарна дупка получи названието „chicken hole”. Централното и фронтално разположение спрямо Земята, създават условие ускореният слънчев вятър да въздейства на магнитосферата. Поведение на Vz- компонентата на ММП и изменението на Радиалната скорост на слънчевият вятър за периода 1 - 6 юни 2012, потвърждават това. Фиг. 24.



Фиг. 23

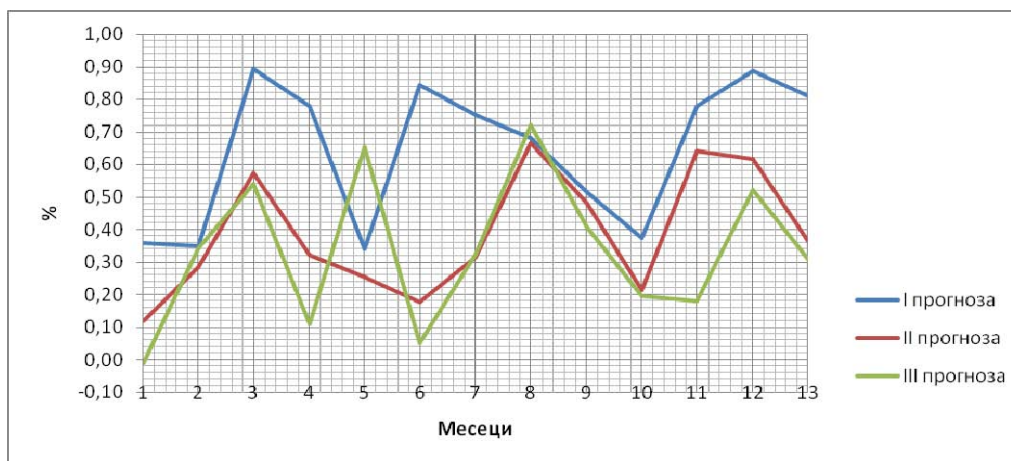


Фиг. 24

Наблюдаваното добро съвпадение се дължи на относително ясната физическа ситуация. Основната причина е развитието на мащабно слънчево петно, обхващащо почти 1/10 от слънчевия диск. Същевременно на 3 юни Bz компонентата на ММП достига стойности от -12 nT. Още в началото на деня тя е -5 – 7 nT, и след това спада още. Това създава благоприятни условия за присъединяване на ММП към геомагнитното. Като прибавим и високите стойности на скоростта на сл. вятър, ясно е че реакцията на геомагнитното поле ще бъде силна.

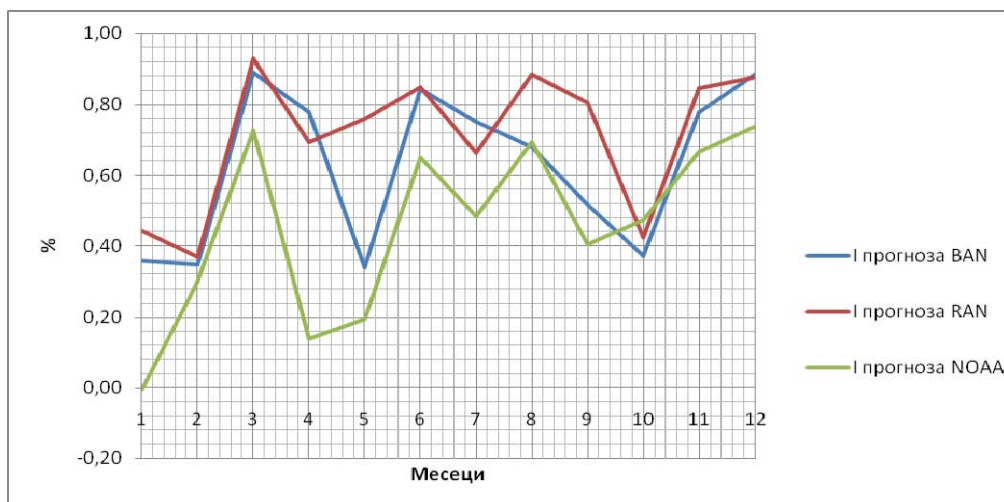
#### Изводи:

Равносметка на неуспешно прогнозираните или с значимо отклонение Ар индекси е показано на фиг. 25. На нея са дадени коефициенти на корелация между реалните данни и прогнозираните за всичките месеци от 11. 2011 до 11.2012 год за I, II и III ден на прогнози. От 365 дни в годината неуспешно прогнозираните или с значимо отклонение са 66 дни което съответства на 18% от всички прогнози.



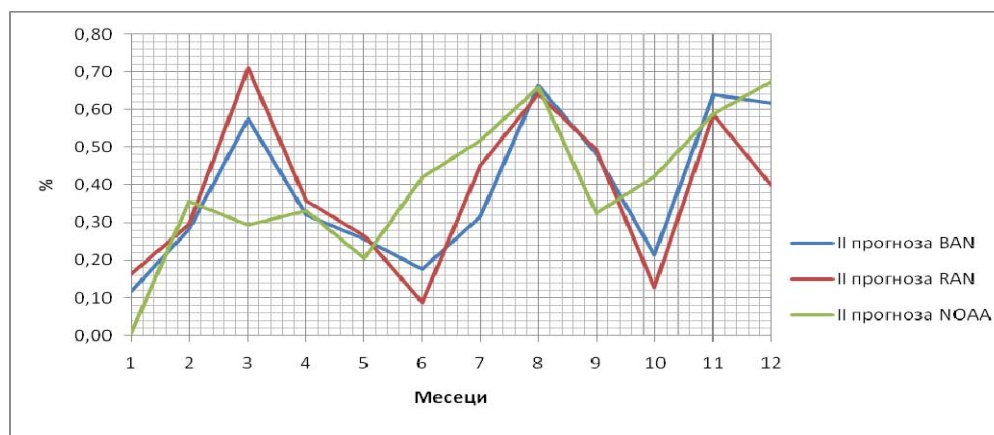
Фиг. 25

След разгледаните различни случаи при основните три състояния може да се извърши съпоставка между резултатите от прогнозирането в Центъра за прогноза на космическо време и космически климат в ИКИТ – БАН с други два прогностични Центъра. Този в ИЗМИРАН Русия, и този в САЩ в NOAA. Коефициенти на корелация между реалните данни и прогнозираните за ИКИТ-БАН, ИЗМИРАН и NOAA за I-ра прогноза Фиг. 26.



Фиг. 26

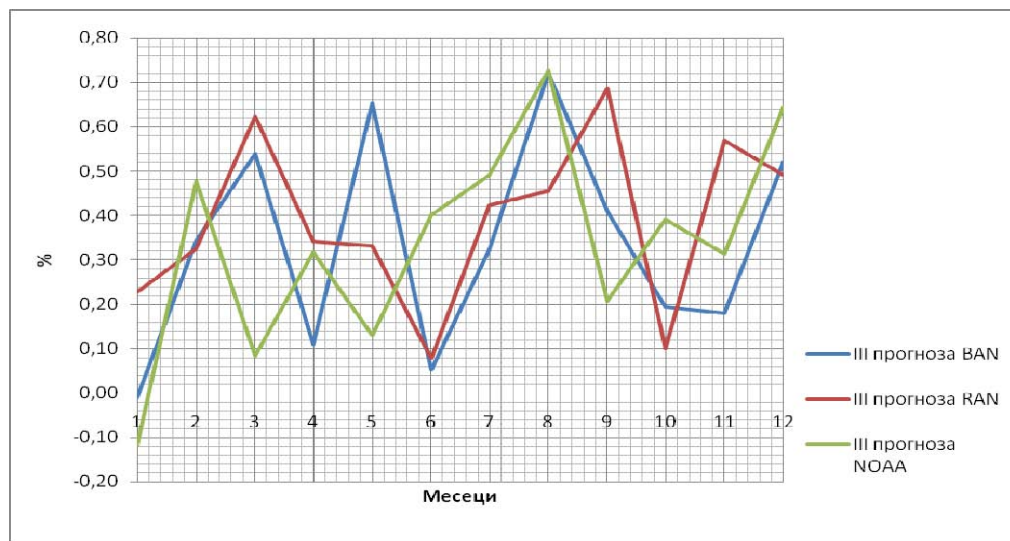
Коефициенти на корелация между реалните данни и прогнозираните за ИКИТ-БАН, ИЗМИРАН и NOAA за II-ра прогноза фиг. 27.



Фиг. 27



Коефициенти на корелация между реалните данни и прогнозираните за ИКИТ-БАН, ИЗМИРАН и NOAA за III-та прогноза фиг. 28.



Фиг. 28

Обобщавайки направените по-горе анализи може да се направят следните изводи:

Коефициентите на корелация показват, че прогнозите за първият ден на ИКИТ – БАН са близки или съвпадат с тези на ИЗМИРАН. Това като резултати от прогноза за първа година, може да се счита за доста добро постижение. В останалите дни на прогноза за два и три, има месеци в които точността на прогноза е най-голяма при ИКИТ – БАН. Факта, че само 18% са неточните прогнози също е показателно за целият период на прогнози. Разбира се, че сложността на процесите и относително малкият опит си дават отражение в резултатите. Предстоят още работа по методическата организация и количественият анализ.

#### Литература:

1. W e i g e l, R. S., T. D e t m a n, E. J. R i g l e r, and D. N. B a k e r (2006), Decision theory and the analysis of rare event space weather forecasts, Space Weather, 4, S05002, doi:10.1029/2005SW000157.
2. W i l k s, D. (2001), A skill score based on economic value for probability forecasts, Meterol. Appl., 8, 209-- 219.
3. A r n o l d H a n s l m e i e r, The Sun and Space Weather, Kluwer Academic Publisher, 2004.
4. <http://www.sidc.oma.be/cactus/out/latestCMEs.html>
5. <http://iswa.ccmc.gsfc.nasa.gov:8080/IswaSystemWebApp/>
6. [http://www.swpc.noaa.gov/ace/MAG\\_SWEPAM\\_24h.html](http://www.swpc.noaa.gov/ace/MAG_SWEPAM_24h.html)
7. <http://www.swpc.noaa.gov/today.html>
8. [http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/dst\\_realtime/201110/index.html](http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/dst_realtime/201110/index.html)
9. [http://www.geophys.bas.bg/panag/index\\_en.html](http://www.geophys.bas.bg/panag/index_en.html)