



## ЕДНА ГОДИНА ЦЕНТЪР ЗА СЛЪНЧЕВ И СЛЪНЧЕВО-ЗЕМЕН МОНИТОРИНГ - СТ.ЗАГОРА

### *1. Предисторията*

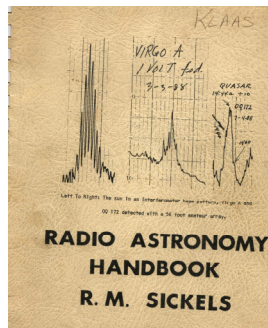
През м. август 2003 година доц. д-р Борис Комитов бе поканен на неофициална среща с представители на инициативна група от старозагорски интелектуалци. Целта на срещата беше да се обменят мнения относно възможностите за възраждане на потенциала и старата слава на Стара Загора в областта на високите технологии и космическите изследвания, включително и в образователно направление. Тази дискусия се оказа отправната точка, от която тръгна идеята за създаване на базиран в Стара Загора информационен център за "космическото време" и "космическия климат". Още в първоначалния план влизаше намерението, че освен ползването на различни външни източници на актуална информация за Слънцето и околоземния космос, този информационен център трябва да бъде и координатор на наблюденията и събирането на данни от наблюдения, провеждани със собствени уреди в Ст. Загора и региона. Представянето на актуалните данни и прогнози да става чрез обновяващ се с висока честота уеб-сайт.

Един от най-дейните членове на клуба на старозагорския клуб на любителите-астрономи "Гемма" е Николай Маринов. Неговите интереси от дълго време са в областта на радиоастрономията.

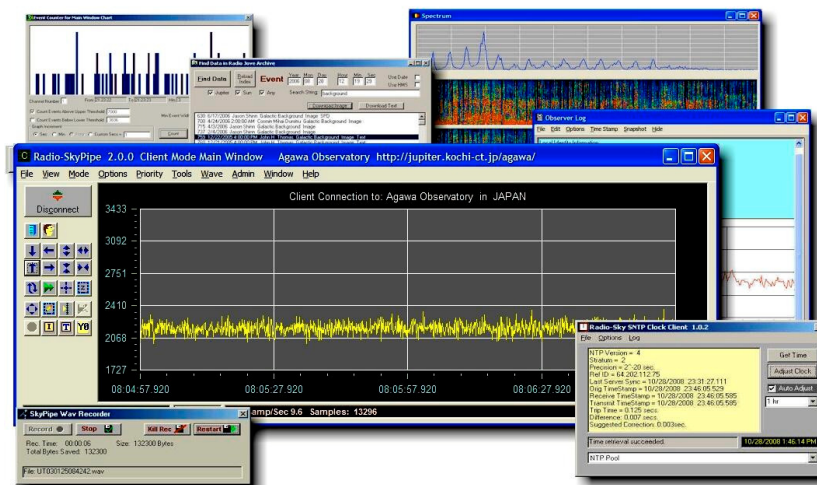
В началото на 2006 година в Университетската обсерватория в София бе проведен научен семинар, посветен на перспективите за развитие на радиоастрономията в България. В семинара участва с доклад доц.д-р Борис Комитов, а като слушател присъства и Николай Маринов. В резултат от последвалите след семинара разговори между двамата бе взето решение да се направят експерименти за регистрация на слънчеви радиоизбухвания в УКВ-диапазона, и по-точно в честотната област между 20 и 100 мегагерца. Радиоизбухванията в посочения диапазон са един от най-сигурните индикатори за изхвърляния на слънчева коронална маса. Последните много често съпътстват слънчевите изригвания.

През 2008 г Николай Маринов започна въпросните експерименти с български военен радиоприемник "П-22" на честота 29.9 MHz. Целта беше да се отработи най-оптималната техническа схема за измервания и регистрация на данните. Закупен беше и специализиран софтуер от НАСА - програмата Radio SkyPipe. Работата вървеше много бавно. Причина за това бе много дълбокият слънчев минимум, разделящ 11-годишните цикли с номера 23 и 24. В продължение на повече от две години между средата на 2007 и края на 2009 г на Слънцето почти нямаше петна, изригвания, а също така и радиоизбухвания.

Все пак към края на 2010 година Слънцето се активизира и натрупването на данни потръгна по-бързо. Първият голям успех дойде на 15 февруари 2011 година, когато приемникът "П-22" регистрира радиоизбухване, свързано с първото слънчево изригване от мощния клас X. Пак с помощта на този приемник през особено активния за Слънцето период 2-9 август 2011 г бяха получени голям брой интересни записи на радиоизбухвания. Сред тях е и радиоизбухването, свързано с най-мощното досега изригване от настоящия слънчев 24-ти 11 - годишен цикъл от 9-ти август. Неговият мощностен бал беше X6.9.



Горе вляво: приемникът "П-22"; горе вдясно- захранващ блок (12V)+ стабилизатор; долу вляво: антената; долу вдясно- използвано ръководство по радиоастрономия



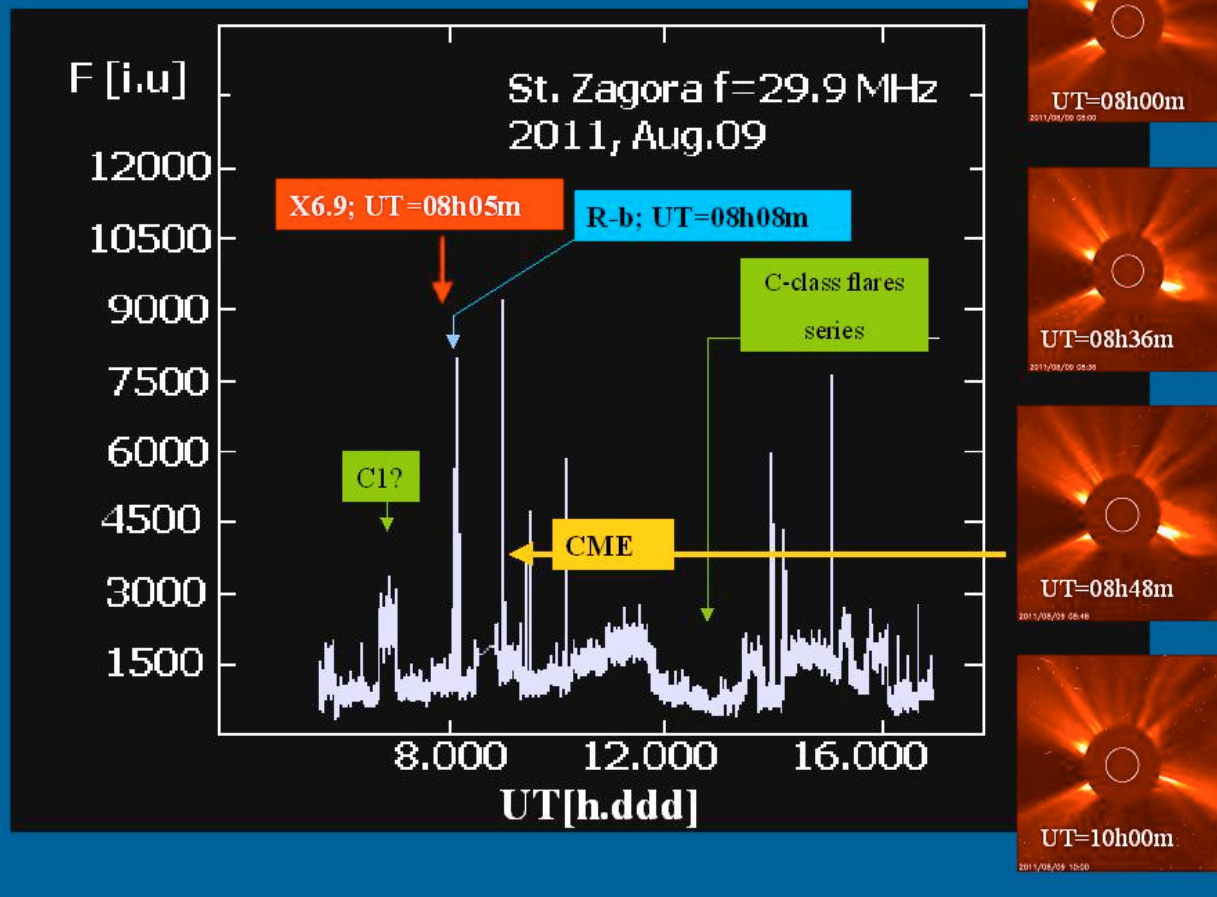
### Потребителският екранен интерфейс на програмата "Radio-SkyPipe"

Към края на същата тази 2011 г в Народната астрономическа обсерватория и планетариум "Юрий Гагарин" бяха проведени първите проби наблюдения с подарения през 2007 г от Станфордския център за слънчев мониторинг уред, наречен "SID- монитор". Това е радиоустройство, предназначено за регистрация на ефектите върху ниската йоносфера на Земята (т.нар. слой -D), причинени от слънчевите изригвания. Наблюденията с този уред обаче дават и много допълнителни възможности - например, изследване на проникването в атмосферата на Земята на слънчеви частици с висока енергия (СЕЧ), ефекти от рентгенови и гама избухвания на далечни космически обекти - черни дупки, пулсари, свръхнови звезди и др, а така също и явления, които се считат като потенциални прединдикатори на силни земетресения.

Наличието и успешната работа на споменатите два уреда беше вече добра основа за натрупването на собствена база данни от наблюдения, свързани с

"космическото време" . Към идеята за създаване на Център за слънчев и слънчево-земен мониторинг се присъедини и Надя Кискинова - астроном в НАОП "Ю.Гагарин".

## РАДИОПОТОКЪТ ПРИ $f=29.9$ MHz



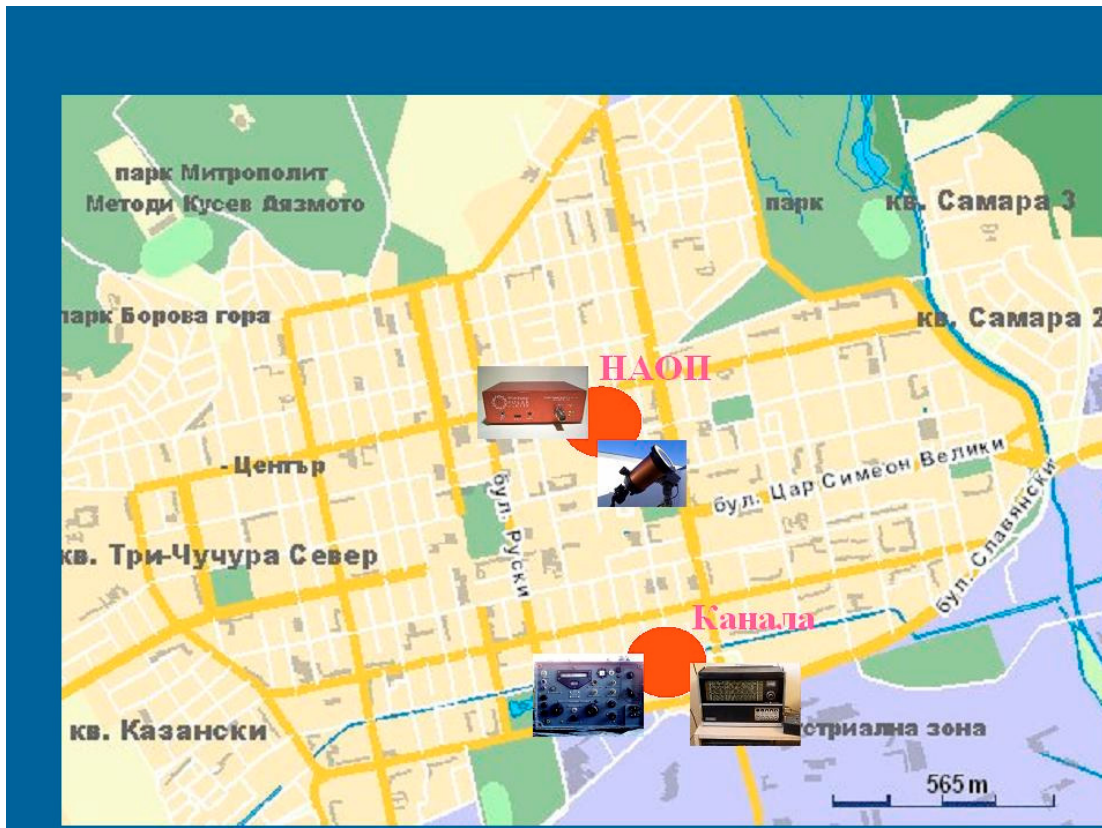
Радиопотокът на Слънцето на честота 29.9 MHz на 9 август 2011 г. Показани са моментите на слънчевото X6.9- изригване и регистрираното след него радиоизбухване (R-b+ синята стрелка)

### 2. Създаване на Центъра за слънчев и слънчево -земен мониторинг - Ст.Загора

Безсрочният проект "Хелиотараксия -Център за слънчев и слънчево-земен мониторинг- Ст.Загора" бе стартиран като съвместна инициатива на Института по астрономия с НАО "Рожен" към БАН, Народната астрономическа обсерватория и планетариум "Ю.Гагарин"--Ст.Загора и клубът на любителите -астрономи "Гемма" -Стара Загора. Финансовото обезпечение на проекта за периода 2012 -2014 г се реализира чрез дарение от страна на фирмата "Давид Холдинг "-АД по силата на сключен договор в гр. Казанлък на 21 май 2012г. На 26 юни 2012 г доц.д-р Борис Комитов регистрира HELIOTARAXY.COM - информационния сайт на ЦССЗМ. Същият беше активиран в Интернет на 6 юли 2012г . Тази дата се счита за начало на Центъра за слънчев и слънчево.- земен мониторинг.

### **3. Наблюдателни станции и уреди. Събиране и обработка на данни**

В момента наблюдателната дейност на ЦССЗМ- Ст.Загора се извършва от две наблюдателни станции , разположени в пределите на града . Те са "Канала" и "НАОП-Ю. Гагарин".



*Наблюдателните станции "Канала" и "НАОП- Ю.Гагарин" на картата на Стара Загора*

#### **3.1. "Канала"**

В станция "Канала" се намират два приемника за наблюдения на слънчевите радиоизбухвания и свързаните с тях изхвърляния на коронална маса в УКВ- диапазона.

"П-22" - радиоприемник, работещ на честота 29.9 MHz. С него се провеждат редовни наблюдения от м. ноември 2010 г. Регистрираните радиоизбухвания са обикновено индикатори за изхвърляния на коронална маса. От началото на ноември 2010 г до 30 юни 2014 г с "П-22" са проведени над 800 наблюдателни сесии през светлата част на денонощието.

"MARC" - радиоприемник, японско производство. Настроен е за работа на честота 71 MHz. Подобно на "П-22" регистрира радиоизбухвания, свързани с изхвърляния на коронална маса. Работи като "щатен " уред към ЦССЗМ от 26 август 2012г. Провеждат се редовни наблюдения през светлата част от денонощието.

### 3.2. "НАОП- Ю. Гагарин"

В Народната астрономическа обсерватория "Ю.Гагарин" се намират два уреда, наблюденията с които са включени в проекта "Хелиотараксия -Център за слънчев и слънчево-земен мониторинг- Ст.Загора".



*Станфордският SID- монитор (вляво) и неговата антена (вдясно)*

*Станфордски SID-монитор* - уред, измерващ отразен радиосигнал в дълговълновата ( килохерцова ) част на радиодиапазона. Работи в непрекъснат режим . Работната честота е 24 kHz. Излъчващата радиостанция е разположена в щата Мейн (САЩ). Денем регистрира отражение от ниския йоносферен слой D (височина 60-70 км над земната повърхност), а нощем - от слоя E (~ 110-120 км). Слънчевите изригвания предизвикват рязък скок в рентгеновия поток на Слънцето, което през деня води до увеличаване на електронната и йонна концентрация в D- слоя, предизвиквайки внезапно йоносферно смущение (SID- явление). То води до усилване на отразения радиосигнал, регистриран от приемника.

След стартирането на проекта бяха направени някои важни гехнически допълнения към SID- приемника, които съществено подобриха качеството на данните и ги направиха използвани за научни цели.

Събрането на данни се осъществява дистанционно от всяка точка, в която има Интернет-връзка с помощта на стандартен, разработен за подобни цели софтуер.

Телескоп "Celestron"- малък уред, предназначен за свимки в бяла светлина при ясно време

### 3.3 "Братя Кунчеви"

Извънградска наблюдателна база. Използва се епизодично за различни тестови наблюдения

### 3.4. "Панагюра"

Наблюдателна база, която ще започне да се ползва от есента на 2013г (виж т.7).

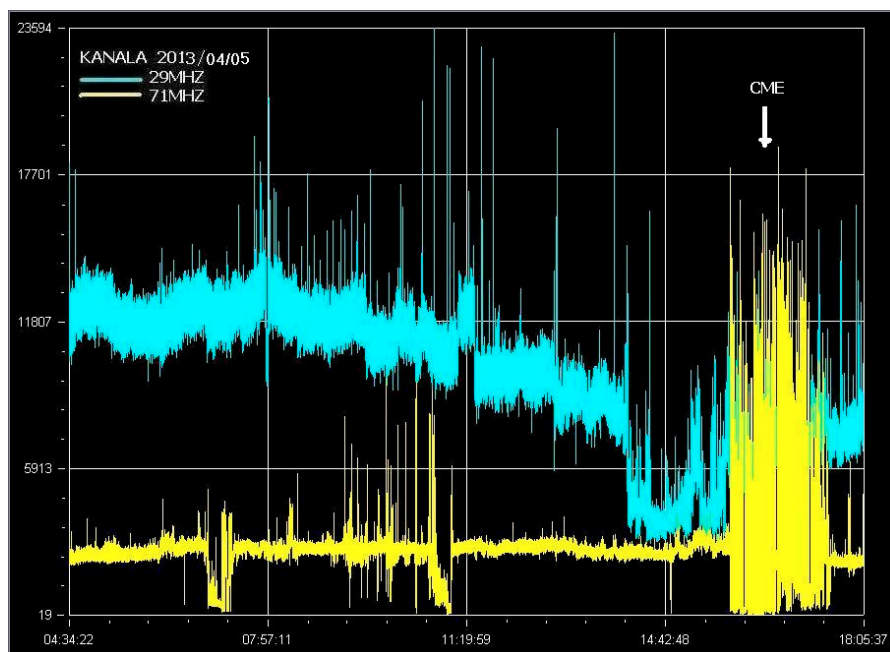
## 4. Най-интересни получени с апаратурата резултати

1. Въз основа на данните от наблюденията на двете мощни изригвания от клас X от 15 февруари и 9 август 2011 година е определена скоростта на движение на веществото в слънчевата корона по време на явленията.

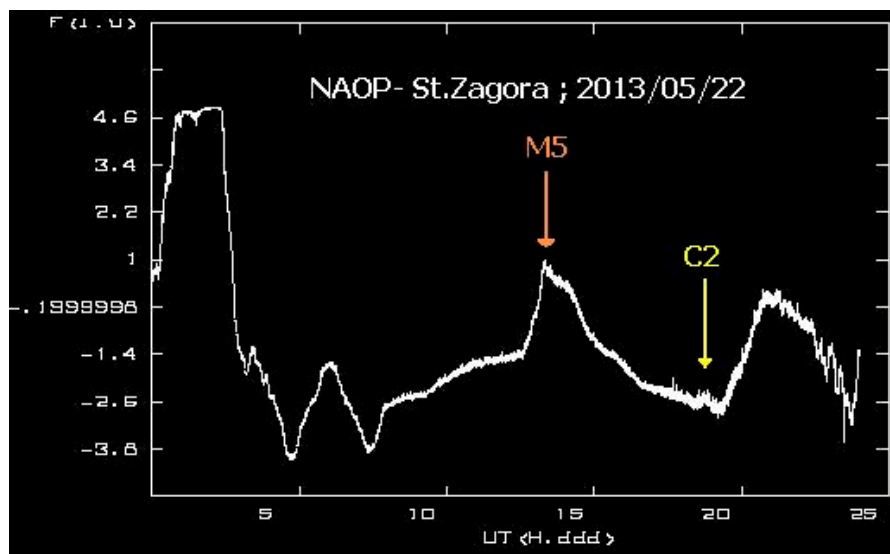
2. С помощта на данните от приемниците MARC и П-22 са установени връзки между голям брой радиоизбухвания на честоти 29.9 и 71 MHz и изхвърляния на коронална маса.

2. За периода от 1 септември 2012 г до 30 юни 2013 г са регистрирани над 100 SID- явления, причинени от слънчеви изригвания от класове С и М. За съжаление поради относителната рядкост на изригвания от мощния клас Х в хода на настоящия слънчев 24-ти цикъл досега няма регистрирани SID -явления, свързани с този мощностен клас.

4. На 15 февруари 2013 г сутринта от данните на SID-монитора е регистрирано явление, което би могло да бъде резултат от навлизане във средната атмосфера на съпътстващо Челябинския метеорит обект, вероятно откъс от него.



"П-22" и "MARC": Радиоизбухване (съответно на 29.9 и 71MHz), асоциирано с изхвърляне на коронална маса на 5 април 2013г,



Пик в потока на отразения от йоносферния слой D радиосигнал на честота 24 kHz в резултат на мощно крънчево изригване от клас M5.7 на 22 май 2013г, регистриран от SID- монитора в НАОП "Ю.Гагарин"

## 5. Сайтът HELIOTARAXY.COM

Съдържа следните страници (секции):

1. *"За нас"*: Информация за задачите, структурата и екипа на "Центъра за слънчев и слънчево-земен мониторинг"

2. *"Космическото време днес"*- актуална информация за слънчевата и геофизичната активност и техните изменения в рамките на денонощието. Тази информация е от два вида

- *автоматично обновяваща се с честота между 1 минута и 24 часа*. Представлява набор от данни за "космическото време" в квази-реално време, получени с помощта на наземна и космическа апаратура. Това включва : снимки на диска на Слънцето в различни части на спектъра (рентгенова, ултравиолетова, видима светлина и в радиодиапазона), снимки на слънчевата корона, магнитограмни изображения на Слънцето, графики за измененията на нивото на слънчевата рентгенова радиация, данни за радиационната обстановка в околностите на Земята, данни за слънчевия вятър и междупланетното магнитно поле в околностите на Земята, данни за потоците на галактичните космически лъчи, слънчевото радиоизлъчване в мегахерцовия диапазон, поглъщане и отражение на радиовълните от йоносферата в килохерцовия и мегахерцовия диапазон , геомагнитната активност, данни за изсипването на частици над полярните области и авроралната активност

- *бюлетини на ЦССЗМ (актуални коментари за космическото време)* - включват се по един редовен (основен ) бюлетин за денонощието + от 1 до 3 допълнителни кратки бюлетини при наличие на интересни събития . Понякога към бюлетините се включва и кратка допълнителна информация , отнасяща се до събития, свързани пряко или косвено с работата на ЦССЗМ или интересни събития и факти от областта на слънчево-земната физика.

3. *"Уреди"* - Данни за работната апаратура и наблюдателните станции

4. *"Данни"* - база графични данни, представяща резултатите от наблюденията с уредите на ЦССЗМ. Последната се допълва непрекъснато.

5. *"Мултимедия"* - тук са включени видеопрезентации и кратки демонстрационни филми и видеоклипове, свързани с резултати от наблюденията в ЦССЗМ и техния анализ, както и научно-популярни филми. Има и възможност за въвеждане на снимков материал (фотогалерии), която досега обаче не е използвана

6. *"Библиотека"* - съдържа линкове към електронни копия (PDF- формат) на научни и научно-популярни книги , статии и презентации, чийто автори са членове на екипа на ЦССЗМ

7. *"Анализи и коментари"* - тази страница съдържа линкове към електронни копия на статии и коментари с публицистичен характер

8. *"Слънчевият цикъл"* - тази страница е посветена на "космическия климат". Съдържа информация за развитието на текущия 11-годишен слънчев цикъл под цюрихски номер 24 и дългосрочната динамика на слънчевата и геофизична активност

9. "Новини" - информация за актуални събития, свързани с ЦССЗМ.

.....  
*Допълните страници към сайта:*

1. Помощна информация за "космическото време"; Съдържа информация за явленията и индексите на слънчевата и геофизична активност, представени в страниците "Космическото време днес" и "Слънчевият цикъл"
2. Бюлетин за седмична прогноза за "космическото време"

**6. Участие на ЦССЗМ-Ст.Загора в дендрохронологичния проект на Института по астрономия с НАО "Рожен"-БАН (2012-2013г)**

От началото на м. април 2013г членовете на екипа на ЦССЗМ се включиха активно в работата по реализация на дендрохронологичния проект на Института по астрономия с НАО "Рожен". Работата по него започна през м.ноември 2012 г в резултат на сключен договор между института от една страна и Министерството на земеделието и храните .

Основните цели на проекта са свързани с изследване на вариациите на ширините на годишните пръстени на дърветата по данни от дървесни образци от цялата територия на България ва възможно по-дълъг период от време назад в миналото. Получените данни да се използват за:

1. Изучаване на времеви закономерности в растежа на дърветата за периода 1750 -2010/12г. Изследване на трендове и цикли във временните редове на годишните кръгове на дървесните образци. Няма да бъде пропусната възможността за изследване и на още по-възрастни образци, най-вече бук от района на Средна Стара планина. В този случай долната граница за изследвания период би могла да бъде 1600/1650 година.

2. Изследване на статистически връзки между ширините на годишните кръгове на дърветата от една страна и различни индекси на слънчевата и геофизична активност и климата от друга.

3. Климатична калибровка за всеки един от дървесните образци, т.е. намиране на връзки, свързващи растежа на годишните кръгове с климатични данни (валежи и температури) за съответния район.

4. Изследване на ефектите от дълбоките (т.нар. свръхвекови) слънчеви минимума върху климата на съответните райони и тяхното влияние върху нарастване на дървесната горска маса. Свръхвекови слънчеви минимума от последните 400 години са Минимумът на Маундер (1642 - 1715г ) и Минимумът на Далтон (1795/1798 -1834 г); Аналогично изследване на ефекти от вековия слънчев минимум на Глайсберг- Гневишев (1898-1923 г)

5. Получаване на информация за едромашабните вариации в режима на "слънчевото динамо", т.е. източника на магнитното поле на Слънцето и неговите промени.

6. Прогностични модели за измененията на климата и растежа на горската дървесна маса през 21-и век.

В ЦССЗМ- Ст. Загора се извършва пълният цикъл от дейности, свързани с търсене и събиране на дървесни образци, тяхната механична обработка , измерване, статистически анализ и интерпретация на данните за районите на Северно-Централното (Габрово) и Югоизточното (Сливен) държавни горски предприятия. Освен това тук се реализират и всички видове дейности без търсенето и събирането, по отношение на образците от районите на



Северозападното (Враца) и Югозападното (Благоевград) държавни горски предприятия.

До този момент е проведен пълен цикъл от анализи на данните за 7 дървесни образци (по 2 от Югоизточна, Северна Централна и Югозападна България и един от Северозападна България). Всички изследвани образци са на възраст над 100 години, един е на  $212 \pm 2$ , а друг е на  $245 \pm 5$  години. Механична обработка се извършва върху други 6 образца, за близо 30, които в момента са доставени и складирани, работата предстои. Сред последните, по предварителни очаквания, има 3 или 4, които надхвърлят по възраст 200 години.



*Няколко от изследваните дървесни образци в НАОП "Ю.Гагарин"*

Най-интересните, получени до този момент (2 юли 2013 г) резултати са както следва:

1. В рамките на последните малко повече от 200 години от края на XVIII до началото на XXI век е установено статистически значимо влияние на слънчевата активност върху растежа на дърветата (бук и смърч), а също и върху климата.

2. В редиците от данните за годишните кръгове на дърветата присъстват с различна сила в зависимост от дървесния вид и мястото 20-22 годишни вариации, обусловени от влияние на 20-22 годишния слънчев магнитен цикъл върху климата. Този цикъл е много по-добре изразен в Южна България, отколкото в Западните котловинни полета и Северна България. Тези резултати са много добро потвърждение на направените преди около 30 години изводи от Б- Комитов и М. Гогошев въз основа на обширно изследване на инструментални метеорологични данни от 73 станции от цялата страна за периода 1899-1979г. Мощността на 20-22 годишния климатичен цикъл е най-голяма в средата на XIX и средата на XX век. Най-слабо е видим този цикъл по време на слънчевия Минимум на Далтон в началото на XIX век и Минимума на Глайсберг-Гневишев (1898-1923 г) . Подобна е ситуацията в началото и на XXI век , по време на началната фаза на поредния

нов Далтоно-подобен минимум. Резултатите и изводите са твърде подобни на тези на американски изследователи, работили върху дървесни образци от западната част на САЩ за периода 1650- 1976 г. Причината се свързва с дългосрочните вариации в "слънчевото динамо" - източникът на магнитното поле на Слънцето.

3. В дендрохронологичните данни от цялата страна присъства много добре изразен квази- 60- годишен цикъл, тясно свързан с поведението на слънчевия вятър, геомагнитната и авроралната активност. Същият е много добре видим в климата на цялото Северно полукълбо през последните 300 години след Маундеровия минимум и свързания с него "Малък ледников период". По-силен е този цикъл в Южна, отколкото в Северна България.

4. В климата на Северна България има добре изразено влияние на 200-годишния слънчев цикъл. С него е свързан много слабият растеж на изследвания 245 годишен буков образец, взет от района на ДГС "Росица" през периода 1800 - 1830 година (слънчевият Далтонов минимум), както и през последните 20 години след 1992-1993г, т.е. с настъпването на новия Далтоно-подобен слънчев минимум. Климатичната калибровка на образца, както и на друг подобен, взет от южните склонове на Стара планина в района на прохода Хаитбоаз показва, че Минимумът на Далтон е бил период на много сухи и горещи лета в българските земи и , вероятно, на чести студени зими.

5. Наблюдаваните съвременни тенденции на климата у нас се вписват добре в разкритите времеви закономерности през последните 200 години и връзката "Слънце-климат". За тяхното обяснение не се налага привличането на допълнителни хипотези, напр. влияние на човешката дейност. Първопричината за наблюдаваната продължителна тенденция към горещи и сухи лета през последните повече от 20 години е силното отслабване на амплитудата на "слънчевото динамо". Това влияе върху нивата на много важни за климата космически и геофизични фактори като потокът на галактичните космически лъчи, слънчевите изригвания и изхвърлянията ан коронална маса, мощността на геомагнитните и радиационните бури и др. Всъщност промените на слънчевата светимост играят твърде слаба, почти несъществена роля във връзката "Слънце-климат".

6. Периодът на слънчевия минимум на Глайсберг-Гневишев (1898- 1923 г) е епоха на най-бърз растеж на изследваните дървесните образци от всички видове в Западна и Северна България. Това е епохата, когато в тези райони летата са били най-хладни и влажни за последните 200 години. Досега този извод не е потвърден за останалата част на Южна България, от която дотук са изследвани и анализирани само два образца.

### ***7. Бъдещо развитие на дейностите и инфраструктурата на ЦССЗМ- Ст.Загора през периода 2013-2014 г. и след това***

Наблюдателната дейност ще се разшири с включването на нови уреди в съществуващите станции "Канала" и "НАОП- Юрий Гагарин".

В станция "Канала" ще бъде поставен станфордски SID- приемник от нов модел на честота 24 kHz или близка до нея. Целта ще бъде сравнителен анализ на данните от новия приемник с тези от SID- приемника в станция "НАОП- Ю.Гагарин" с цел по-добро разпознаване на изкуствените смущения и по-добра идентификация на явленията от естествен произход, които не са свързани със слънчеви изригвания (напр. рентгенови и гама избухвания от далечни космически обекти и дневни метеори). Предполагам срок за включване - 1 ноември 2013 г

В станция "НАОП- Ю. Гагарин" - Ще бъде монтиран радиоприемник за наблюдение на радиоабсорбцията в земната йоносфера около честота 13-14 MHz

във връзка с фазата на слънчевия цикъл и евентуални изолирани мощни прояви на слънчевата активност. Предполагам срок за включване - 1 септември 2013 г.

Ще бъде организирана станция "Панагюра" в района на с. Борушица, близо до главното било на Стара планина. Това е първа стъпка към изграждане на извънградски наблюдателни станцииина ЦССЗМ. Първият уред, който ще бъде монтиран там ще е SID- монитор, "близнак " на този в станция "Канала". Основното предимство на този приемник е, че ще работи в условия на много ниско електромагнитно замърсяване от техногенен характер. Предполагам срок за включване - 1 ноември 2013 г. Ще бъдат положени усилия в станция "Панагюра" през 2014 г да бъде включен и втори уред - т.нар. "Шуманов детектор". Информация за него ще бъде поставена през следващите два месеца в сайта HELIOTARAXY.COM. Системата за събиране и обработка на данните ще се осъществява предимно дистанционно по Интернет , чрез 3G- връзка.

Наблюдателната станция "Панагюра" може да бъде първа стъпка към изграждане бъдеща система от 3-4 дистанционно управляеми станции за хелиофизични, геофизични и астрофизически наблюдения по южните склонове и около билото на Стара планина между вр. Ботев и Прохода на Републиката.

#### ***8. Екип на ЦССЗМ -Ст.Загора за периода юли 2012- юли 2013г.***

1. Доц.д-р Борис Комитов - ръководител (ИА с НАО "Рожен")
2. Николай Маринов - астроном-любител / техник (клуб "Гемма")
3. Надя Кискинова - физик (НАОП "Ю.Гагарин")
4. Георги Бяндов - физик (НАОП "Ю.Гагарин")
5. Николай Стоянов - инженер (НАОП "Ю.Гагарин")
6. Георги Славов - астроном-любител; ученик -абитуриент, до м.май 2012г