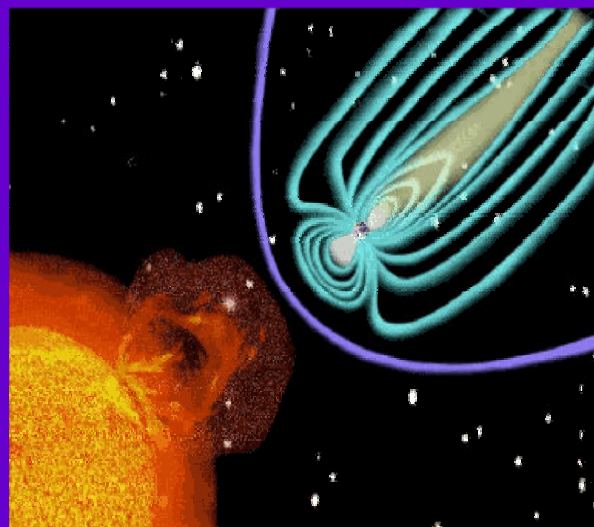


БОРИС КОМИТОВ

**ВЪЗДЕЙСТВИЕТО НА
СЛЪНЧЕВАТА АКТИВНОСТ
ВЪРХУ КЛИМАТА В
МИНАЛОТО И
СЪВРЕМЕНОСТТА:
СЛЕДСТВИЯ ЗА БЪЛГАРИЯ**



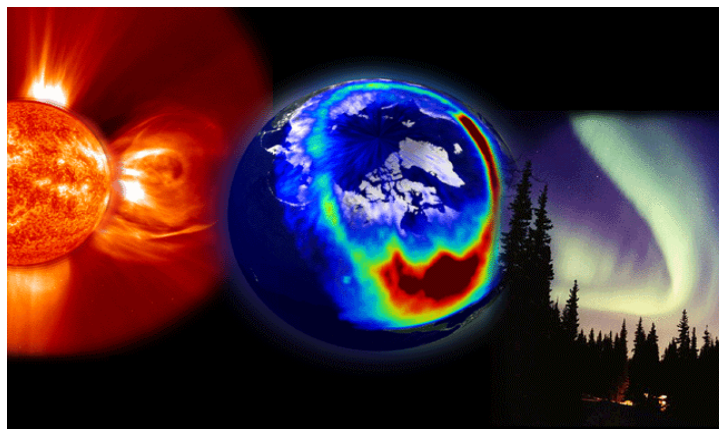
Алфамаркет 2008

ISBN 978-954-9483-16-1

ВЪЗДЕЙСТВИЕТО НА СЛЪНЧЕВАТА АКТИВНОСТ ВЪРХУ КЛИМАТА В МИНАЛОТО И СЪВРЕМЕННОСТТА: СЛЕДСТВИЯ ЗА БЪЛГАРИЯ

Борис Комитов

b_komitov@sz.inetg.bg



Алфамаркет , Стара Загора, 2008

ПРЕДИСЛОВИЕ

През последните тридесет години в световното общественото съзнание упорито се внедрява мисълта, че природната среда на Земята е заплашена от опасни за човешкото съществуване необратими промени. Основно те се свързват с промени в климата. Терминът “глобално затопляне” се използва за обозначаване на реалното нарастване на среднопланетарната температура на приземния въздух с около 0.7°C за последните ~ 150 години от средата на 19-и век насам. Според официалното становище на Световната метеорологична организация, което е възприето и от ООН и Европейския съюз, най-вероятната причина за това явление е човешката дейност и преди всичко индустриалното производство и транспорта. То е свързано с отделянето в атмосферата на т.нар. “парникови газове”, характеризиращи се с относително силно поглъщане на инфрачервеното /топлинно/ излъчване. В това отношение като водеща се изтъква ролята на CO_2 и въглеродородните газове.

Съгласно различните прогнозни модели, които се правят на основата на теорията за “антропогенното глобално затопляне” през 21 век “глобалното затопляне” не само, че ще продължи, но неговите темпове дори ще се ускорят. Според различните сценарии от този род среднопланетарната температура на приземния слой въздух ще се увеличи в рамките от 2 до 5°C до края на столетието.

Прави впечатление, че с теорията за “антропогенното глобално затопляне” на климата в много по-голяма степен са ангажирани обществени и политически дейци, различни екологични организации, финансисти и представители на шоу-бизнеса, отколкото учени. В същото време е факт, че научната общност е силно разделена по въпроса за причините за съвременното затопляне на климата. Голяма част от климатолозите, геолозите, астрофизиците и геофизиците представят сериозни доводи за това, че съвременните климатични промени са свързани с естествени процеси, които са действували както в миналото, така и сега. Тяхните възгледи обаче са познати сред научните среди, но като цяло неизвестни за широката общественост, където мнението по въпроса се изгражда главно от силно ангажирани с популяризирането на “глобалната екология” масмедии.

Авторът на настоящия материал работи в областта на космическата геофизика от 1978 година насам. Едно случайно обстоятелство в края на 1980-та насочи неговия интерес в частност и към въпросът за промените на климата в Южна България. Тогава от страна на местното държавно ръководство на Старозагорски окръг беше поръчано изследване, основните задачи за което бяха две: 1. Да се установи каква е възможната причина за серията от хладни и дъждовни лета в България през 70-те години на миналия век и дали евентуално тя не е свързана със слънчевата активност; 2. Да се прогнозира възможния ход на климата през топлото полугодие за следващите две десетилетия.

Крайната цел на това изследване беше да се използват получените резултати и изводите от тях за оценка на перспективите на памукпроизводството в Старозагорски и Хасковски окръзи, където по това време се получаваше около 95% от общата продукция на тази селскостопанска култура в страната. Евентуалното продължаване на тенденцията към хладни и дъждовни лета би довела до решение от страна на ресорните държавни институции за ликвидиране на памукпроизводството в България.

Предварителните очаквания по отношение на изхода от изследването бяха твърде песимистични. Резултатите обаче се оказаха неочаквано интересни и по категоричен начин показаха присъствието на силен 20-22 годишен климатичен икъл в Горнотракийската низина. Екстраполацията на намерената връзка показва

тенденция към горещи и сухи лета след 1982-83 година , включително и в началото на 90-те години, т.е. условия благоприятни за памукопроизводството.

През 1982-83 година под ръководството и с прякото главно участие на автора в Базова обсерватория на Централната лаборатория за космически изследвания към БАН в Стара Загора беше проведено ново и още по-разширено изследване, включващо анализ на климатични данни от общо 73 метеорологични /климатични и дъждомерни/ станции, разположени върху цялата територия на България за целия период на инструментални метеорологични наблюдения , а именно 1899-1979 г. На практика това включваше цялата достъпна информация за момента. Присъствието на 20-22 годишния климатичен цикъл бе потвърдено за около 75% от територията на Южна България , както и за отделни станции на север от Стара планина. Качествено нов резултат беше откриването на 11-годишен цикъл през зимното полугодие. На основата на същия стана възможно прогнозирането на студентите зими в периода 1984-87 година.

Успехът на гореспоменатите две изследвания доведе автора до увереността, че слънчевото влияние върху климата не само , че е много голямо, но вероятно е и от решаваща важност за промените на същия в рамките на много големи интервали от време, в които геологичните и геоморфоложките фактори могат да се считат за постоянни . Някои обстоятелства обаче наложиха работата по слънчево-климатичната тематика да бъдат “замразени” след 1985 година и продължени отново след около 11 години, т.е. през 1996 година. Акцентът обаче падна главно върху промените на поведението на Слънцето в дългосрочен план, т.е. в мащаба на столетия и хилядолетия.

Изучаването на хода на слънчевата активност в далечното историческо и праисторическо минало стана възможно главно през последните 50 години. Както добре е известно наблюденията на слънчевите петна с телескоп са започнали през 1610 година. Редиците от наблюдателни данни за другите слънчеви активни явления са дори много по-къси – за повечето от тях около и под 30-40 години. Данните за свързаната със Слънцето геомагнитна активност също не са много по-дълги – около или под 150 години.

В същото време обаче слънчевата активност от по-далечното минало е оставила своите “отпечатъци” в различни естествени среди със слоиста и пръстеновидна структура /годишни пръстени на дървета, континентални ледници, пещерни образувания, океански седиментни скали/. Вторият важен източник на сведения са различни писмени исторически източници от Древността и Средновековието, намерени в Европа и Азия.

Всички тези косвени данни са калибрирани спрямо същите, получени от инструменталните наблюдения на Слънцето. Те разкриват една много по-сложна и интересна картина на слънчевите вариации, в която известните 11 и 22 годишни цикли са само два, макар и от важните детайли в нея. Установени бяха продължителни периоди на особено ниска слънчева активност /свръхвекови слънчеви минимума/, в които 11-годишните цикли са силно отслабени или дори почти отсъствуват, както и явления с противоположен знак /свръхвекови максимуми/. Такъв е имало през Средновековието, както и в съвременната епоха Последната се характеризира с най-високите нива на слънчевата активност за последните 800 , а според някои автори – и за последните 11 000 години.

Споменатите факти позволиха да се по нов начин на ролята на слънчевия фактор върху климата. Оказа се, че няма нито едно значимо климатично събитие през следледниковата епоха /Холоцен/, което да не е съвпаднало по време с особен момент в свръхвековия ход на слънчевата активност. Не прави изключение и съвременното “глобално затопляне”, което е следствие от дългосрочното покачване на нивото на последната от началото на 18-и век насам.

Тези фати са трън в очите за привържениците на теорията за “антропогенното глобално затопляне”. Те не само показват, че съвременните промени не са някакво уникално състояние на климата, но така също и насочват

към истинските причини за това. Ето защо допреди няколко години те внимателно избягваха да ги коментират. Около 2000 година бяха направени неуспешни опити за поставянето им под съмнение от т.нар. група “Хокеев стик”. За тях ще стане дума в основния текст на този материал.

Когато през 1983 година приключи гореспоменатото подробно изследване върху промените на климата в България през 20-и век от името на покойния проф. М.Гозиев, тогава ръководител на Базова обсерватория –Ст.Загора/ и автора беше изготвен разширен доклад, описващ основните резултати и изводи, както и възможен климатичен сценарий за близкото бъдеще. Същият беше предоставен в Президиума на БАН, както и в някои централни и местни държавни институции и научни учереждания работещи в сродна или близка изследователска област. Първоначално на доклада не беше обърнато внимание. След първото по-сериозно лятно засушаване през 1984 година и особено след тежката зима на 1985 година към изследването прояви интерес лично министър-председателят на България /тогава Гриша Филипov/. Последвалите кадрови промени в Централната лаборатория за космически изследвания, а впоследствие и общата ситуация в страната не дадоха възможност за реализирането на по-сериозна и дългосрочна програма в областта на слънчево-климатичните връзки.

Една от целите на автора с настоящата книга е да даде актуализирани резултати и анализ относно измененията в климата на България през последните 20-25 години. В него са коментирани най-интересните климатични събития след 1984 година в светлината на хелиофизичната концепция за промените на климата. На тази основа, както и в доклада от 1983 година се предлага климатичен сценарий за близкото бъдеще.

На тези проблеми обаче са посветени последните раздели от книгата. Предмет на другата, по-голяма част от нея са едромащабните вариации на слънчевата активност и земния климат в миналото и съвременната епоха. Авторът е включил резултати и анализ от свои проучвания, правени по различно време, като специално внимание обръща на тези, които са след 2002 година. Направен е също и обзор на съвременните физически теории, обясняващи слънчево-климатичните връзки. В критична светлина са разгледани и най-популярните конкурентни на хелиофизичната теория обяснения, включително и тази за “антропогенното глобално затопляне”.

Материалът е адресиран към читатели с различна професионална ориентация и специфика на интерес към проблема – геофизици, климатолози, астрофизици, специалисти в областта на земеделието, енергетиката, горското стопанство, гражданската защита, транспорта и др.

Всички представени в този материал резултати са публикувани в различни книги, научни списания и сборници с научни доклади и са цитирани с препратки към съответните заглавия в приложения списък. Под различна форма те са представени също така и на официални научни семинари в България или чужбина. Изразената от автора позиция по разглежданите въпроси е лично негова. Същата не следва да бъде обвързвана с каквито и да са научни, обществени, държавни институции, както и всякакви други организации със стопанска или нестопанска цел и физически лица.

1. Слънчево- климатичните връзки: Кратък исторически обзор

В хронологичен план за най-старото известно днес сведение, което индиректно може да се разгледа като доказателство за въздействие на слънчевата активност върху климата е свързано с името на видния римски писател и политически деец Марк Порций Катон –Стари (*Чижевский, 1933,1973*). В своя трактат “De Agri Cultura” (За земеделието) същият отбелязва, че реколтата и цените на пшеницата в Италия варират с период от около 10 години. Катон не може да даде обяснение на това явление. Слънчевата активност и 10-11 годишният слънчев цикъл не са били известни на античните учени.

Непосредствено още след откриването на слънчевите петна от Галилей , още през 1611 година Батиста Балеани изказва хипотезата , че същите могат да играят ролята на “охладителни” за времето и климата на Земята (*Рубашев, 1963*). В 1800-та година Уилям Хершел установява връзка между петнообразователната активност на Слънцето и цените на пшеницата на Лондонската зърнена борса. По това време основният петнообразователен цикъл все още е неизвестен, поради което и авторът не е разглеждал връзката като проява на цикличност.

Откриването на 11-годишният слънчев петнообразователен цикъл (цикъл на Швабе-Волф) (*Wolf, 1862-1893*) дава много мощен тласък в търсене на слънчево-земни връзки от всякакъв вид, в това число и на такива с климата. Тези изследвания били фокусирани преди всичко върху установяването на 11-годишна цикличност в едни или други параметри на земната околна среда и търсене на връзка с главния слънчев петнообразователен индекс- Волфовото число. Първите известни резултати по слънчево-климатични връзки са публикувани през 1870-година в списанието на Британското кралско научно дружество от С. Piazzi Smyth и се отнасят до установени 11-годишни вариации в температурни данни (*Brunetti, 2003*).

В края на 19-и и през първата половина на 20-и век броят на публикациите бързо нараства. Много добър обзор на изследванията от този период е дал А. Чижевски в своята книга “Земното ехо на слънчевите бури” (*Чижевский 1934, 1973*).

Около средата на 20-и век се появяват и първите изследвания, посветени на влиянието на 22-годишния слънчев магнитен цикъл на Хейл върху климата. Някои от тях свързват проявите на този цикъл с въздействие върху положението и активността на Исландския баричен минимум и оттам, върху метеорологичните процеси в Северното полукълбо и в частност, над Европа (*Wilett, 1950*).

Няколко важни факта бележат развитието на изследванията в областта на слънчево-климатичните връзки през 50-те и 60-те години и докъм 1970-73 година. На първо място анализът на дълги редици от инструментални наблюдения от началото на на Цюрихския ред (1749г) и дори от 1610 година показва , че за слънчевите вариации са характерни и циклични колебания , значително по-дълги от 11 и 22-годишните. Сред тях най-значителни се оказаха тези , чиито колебания са близки до периоди от 80-90 и 170-200 години (*Gleissberg, 1944; Anderson 1954; Vonov, 1957*). През 1955 година беше публикувана първата версия на т.нар. “Ред на Шове” (*Schove, 1955*) – една реконструкция въз основа на исторически писмени документи на главните характеристики на 11-годишните цикли (година на минимум и максимум и мощност) за последните 2600 години. Редицата е непрекъсната от края на 3-и век насам.

От друга страна може да се каже, че все по-съществена роля през този период за прогреса на слънчево-климатичните изследвания започват да играят и анализите на палеоклиматичните и особено дендрохронологичните измервания (годишният растеж на дърветата). Последните са важен индикатор за промените на климата в миналото (*Fritz., 1960*). На базата на подобни наблюдения е

установено, че в климата присъствуват цикли с продължителност , които са не само близки до 11 и 22 години, но също така и такива, които клонят по продължителност към вековете и квазидвевековите слънчеви колебания.

Третият важен момент е навлизането на нови методи и технически средства в изучаването на Слънцето, междупланетната среда и околоземното космическо пространство. Много важна става ролята на ракетно-космическата наблюдателна техника, наземните радио- и оптико-спектрални методи. Става ясно, че слънчевият вятър, високоенергийните слънчеви протони с енергии над 1 MeV и секторната структура на междупланетното магнитно поле могат да играят много важна роля за процесите в средната и ниска атмосфера на Земята, включително на границата “стратосфера-тропосфера”. Това от една страна подтиква изследователите да търсят по-сложни слънчево-обусловени циклични прояви в климата, в това число и колебания , чиято продължителност е по-къса от петнообразувателния цикъл на Швабе-Волф, т.е 11 години- например 3-3.5 и 5-6 години. От друга страна ефектът от т.нар “активни дължини” на Слънцето и свързаната с тях секторна структура на междупланетното магнитно поле върху краткосрочните /синоптични/ вариации с продължителност от няколко дни до 1-1.5 месеца също става много интересен за изследователите.

Ценни обзори, които представят резултатите от изследването на слънчево-климатичните връзки и свързаните с тях физически представи през третата четвърт на 20-и век дават Логинов (1973), Витински и др.(1976) и Херман и Голдберг (*Herman and Goldberg* ,1978)

Въпреки многобройните изследвания, доказващи реалността на слънчево-климатичните връзки до края на 70-те години тази тема се развива основно в средите на астрономите и геофизиците. Официалната метеорологична наука, най-вече изхождайки от тясно професионални “съсловни” интереси отказва да ги признае като факт. Основните аргументи на противниците на слънчево-климатичните връзки са в следните три насоки: 1. До този момент (средата на 70-те години) не са установени в резултат на измервания никакви статистически достоверни вариации на общото количество слънчева електромагнитна радиация (индексът TSI- Total Solar Irradiance), достигащо до ниските слоеве на атмосферата; 2. Не са ясни други физически механизми, освен евентуални вариации на TSI , които биха довели до модуляции на климата под влияние на слънчевата активност; 3. Липсват оценки за статистическа достоверност на голяма част от получените резултати.

В концентрирана форма становището на преобладаващата част от метеорологичната общност е изразено от А. Монин (1969):

“... За щастие голяма част от представените доказателства за влияние на слънчевата активност върху климата имат характер на удачни опити за самовнушение. Денят, в който това се докаже, би бил черен за метеорологията, тъй като ще се наложи преди да се прогнозира времето да се наблюдава Слънцето...”(!).

През 1975 година на свой конгрес Световната метеорологична организация взема решение да не допуска за в бъдеще доклади по слънчево-климатична тематика на своите симпозиуми и конференции, нито статии в свързаните с нея научни списания (*Серафимов*, 1983 г).

2. Съвременното състояние на проблема

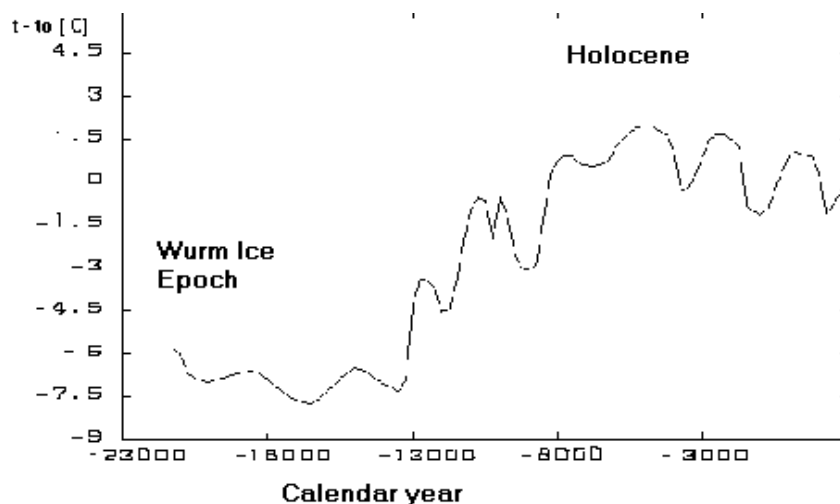
2.1. Цикълът на “малките ледникови епохи”

В края на 60-те години на 20-и век в палеоклиматологията бе направено откритие, което се оказа от особена важност. Това са циклични колебания на среднопланетарната температура с амплитуда от около 2°C и продължителност от около 2200-2400 години (*Denton and Karlen*, 1973). Както се вижда от фиг.1. те са

добре различими през късния Вюрмски ледников период както и през целия Холоцен (следледниковата епоха), когато тяхната амплитуда значително нараства. Установяването на този цикъл е било направено направено най-напред въз основа на анализ на динамиката на планински ледници. Откривателите на тези квазидвухилядолетни вариации не са могли да дадат обяснение за конкретната причина, поради която те настъпва, но са предположили, че може да се дължат на процеси, протичащи на Слънцето (*Imbree and Imbree, 1978*).

Околominiмумните части на 2200-2400 годишните цикли се наричат “малки ледникови епохи”. Последните три такива са били съответно в периодите 3200- 2800 пр.н.е. , 800- 500 пр.н.е. и 1400-1720 г.н.е. Някои автори предпочитат да ограничават последната “малка ледникова епоха” само до втората половина на 17-ти и началото на 18-и век когато е неговата най-дълбока част според “тънката структура” на този последен свръххилядолетен минимум.

Околомаксимумните фази на 2200-2400 годишните цикли представляват периоди с продължителност от няколко столетия, в които изгладените средновекови стойности на температурата на приземния въздух са с около 0.5°C по-високи от средните за периода 1960-1990 година. Последната подобна епоха, известна като “Средновековен максимум” обхваща времето приблизително между 750 и 1200 –та година.



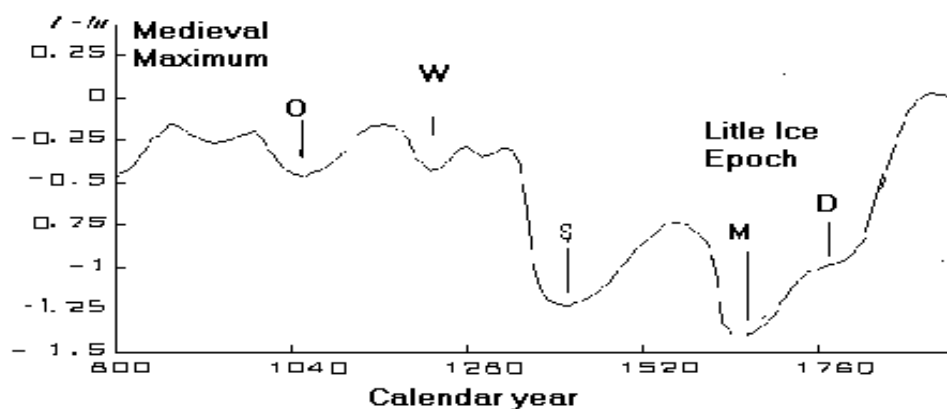
Фиг.1. Вариации на средната температура на приземния въздух през Вюрмския ледников период и Холоцена /последните ~23000 години/ съгласно Борисенков (1976). Ясно се виждат 2000-2500 годишни циклични колебания

Има редица писмени исторически сведения, които категорично сочат за реалността на това явление. Така например откритата от викингите под ръководството на Гунбьорн през 874 година Гренландия е свободна от ледове в крайбрежните си зони и покрита с тревна и храстова растителност, откъдето идва и името ѝ “зелена страна”. В Южна Англия през този период вирее лоза. Анализът на византийските писмени източници от това време показва, че на Балканският полуостров в периода 8-и –10-и век климатът също е бил съществено по-топъл от съвременния. През тази епоха не се съобщава за нито едно замръзване на Дунав, а хронистите не отбелязват след 717 година в продължение на около 300 години нито един случай на снеговалеж в Константинопол или по българските земи. Динамиката на среднопланетарните температури на приземния въздух през последните 2000 години според различни автори е показана на фиг.2а-г.

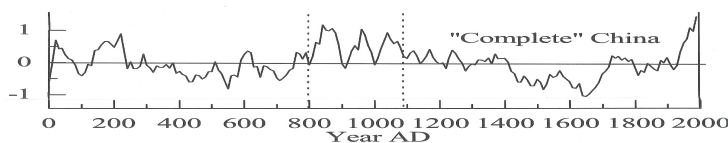
Едно от най-новите изследвания , доказващо продължителен период на много топъл климат през Средните векове е дадено от Loehle(2004) на база комбинираното използване на данни от две редици данни: 1./ Относителното съдържание на изотопите на кислорода във вкаменени микроорганизми (фораминифери) в седиментни скали на дъното на Саргасово море ; 2. Цветови вариации на сталактити в пещера , намираща се в Южна Африка.

Открити са 2200-2400 годишни вариации в нивото на Световния океан и затворени водни басейни като Каспийско море (Дергачев и Чистяков, 1993).

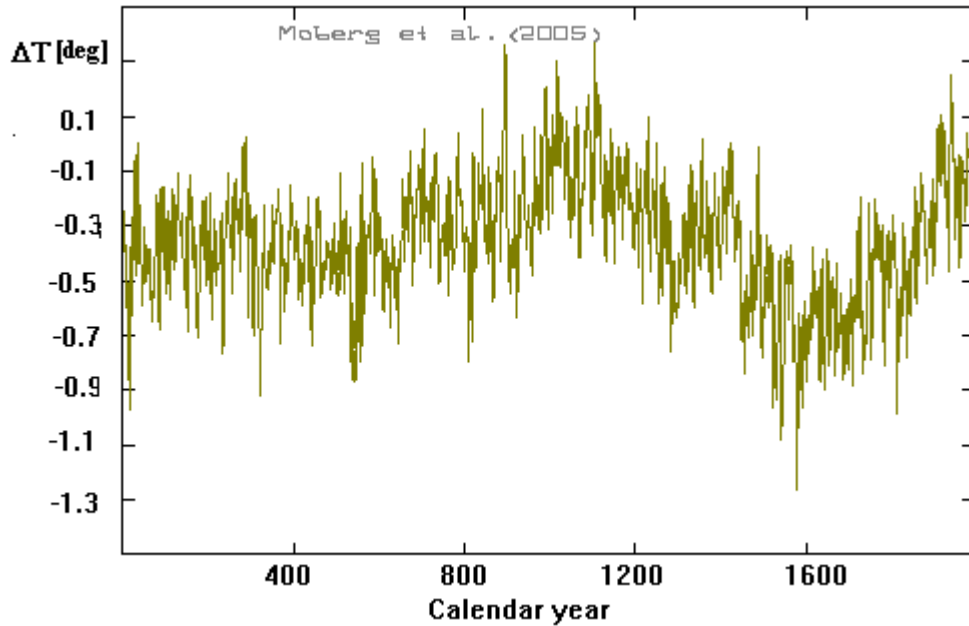
Доказателствата за съществуването на 2200-2400 годишния цикъл и свързания с него “Средновековен максимум” създават голямо неудобство за привържениците на “антропогенния парников ефект”(виж Bradley, 2003). Причината за това е съвсем ясна- подобни епохи на много топъл климат в минало не могат да се свържат с влияние на човешката дейност и прави поддържаната от тях теория излишна. Ето защо през последните десетина години една група климатолози упорито се стреми да прокара идеята за т.нар. сценарий “Хокеев стик” (Фиг.2г). Според много изследователи това е опит за фалшификация на климатичната история на Земята през последните две хилядолетия с цел да се обслужи теорията за антропогенния ефект (Legates, 2003; McIntyre, 2003-2007) .



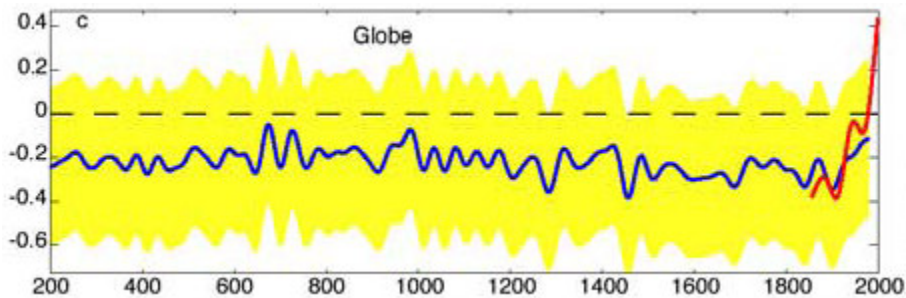
Фиг.2а. Динамика на среднопланетарната температура на приземния въздух за последните ~1200 години (Борисенков, 1976). С букви и стрелки са обозначени приблизителните календарни моменти на на най-дълбоките фази на свръхвековите слънчеви минимума на Оорт (“O”), Волф (“W”),Шньорер (“S”), Маундер (“M”)и Далтон (“D”)-виж&2.2. За “нулево ниво” е избрана стойността през 1900-та година.



Фиг.2б Динамика на средногодишни температури в Китай през последните 2000 години, изразена чрез дисперсията спрямо средната им стойност (Yang Bao et al, 2002)



Фиг.2в Средногодишните планетарни температури на приземния въздух над Северното полукълбо от 1 до 1979 година (Moberg et al, 2005). За “нулево ниво” е избрана усреднената стойност за периода 1961-1990 година.



Фиг.2г. Сценарият “Хокеев стик” (Mann and Jones, 2003). По абсцисната ос са нанесени календарните години, а по ординатата относителната температурна разлика спрямо епохата 1961-1990 г. Разликата с фиг.2а-в е очевидна.

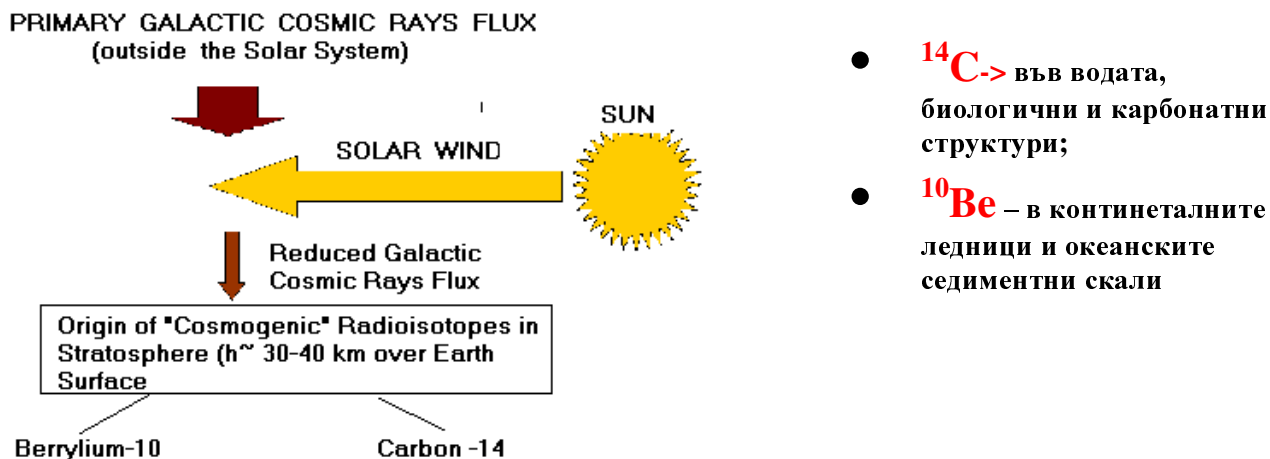
2.2. Едромасщабния векови и свръхвекови ход на слънчевите вариации и слънчево-климатичните връзки

2.2.1. “Форбуш-ефектът” и образуването на “космогенни” изотопи

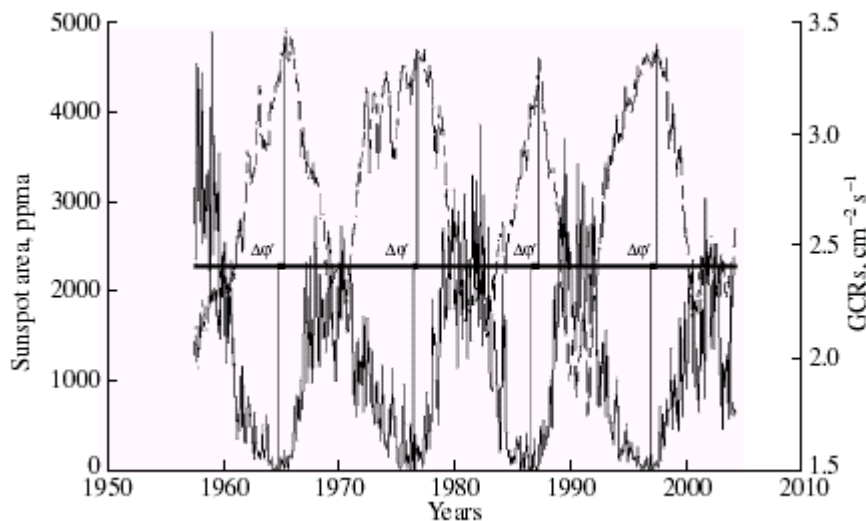
Във Вселената протичат много процеси , които са свързани с отделянето на огромна по земните мащаби енергия. Такива се наблюдават при избухванията на нови и свръхнови звезди, в квазарите, неутронните звезди, ядрата на галактиките

и др. Освен от силно електромагнитно излъчване от целия спектър подобни процеси са съпроводени и с отделяне на мощно корпускулярно излъчване /главно протони, електрони и неутрони, енергията на някои от които дори е по голяма от 10^{20} eV. Традиционно тези частици се наричат “галактически космически лъчи” (ГКЛ, GCR-Galactic Cosmic Rays.) Източниците им са приблизително изотропно разпределени във всички направления, така че и потокът им е също пространствено изотропен.

Достигащите до околностите на Слънчевата система потоци на ГКЛ се срещат с изходящ от Слънцето квазиизотропен поток плазма – слънчевият вятър. Ето защото тяхното проникване в зоната на планетите е съпроводено със значителната им абсорбция и разсейване. Тъй като потокът на слънчевия вятър е максимален около максимумите на циклите на Швабе-Волф, то се наблюдава антикорелация между потока на ГКЛ и нивото на петнообразователната активност. Явлението се нарича “Форбуш-ефект” и тук е илюстрирано с фиг.3 и 4.



Фиг.3 Схема на проникване и поглъщане на ГКЛ в атмосферата на Земята и образуване на “космогенни радиоизотопи”



Фиг.4. Обратната връзка (“Форбуш-ефект”) между средномесечните стойности на потока на ГКЛ (станция Мурманск) и площта на слънчевите петна за периода 1950-2004г (Kaftan and Krainev, 2007)

Навлизащите в земната атмосфера ГКЛ се поглъщат най-интензивно в стратосферата на средни височини 30-40 км. Взаимодействайки с молекулите на въздуха те предизвикват преобразуването на част от азота и кислорода в атоми на радиоактивни изотопи- ^{14}C , ^{10}Be , ^{36}Cl и др. Поради специфичния начин на тяхното образуване /под действие на ГКЛ/ те се наричат “космогенни” радиоизотопи.

Възникващите главно в стратосферата атоми се включват в характерния за съответния химически елемент кръговрат. Така например радиовъглеродът ^{14}C се включва в молекули от CO_2 . Това е относително тежка “малка” химическа компонента, която постепенно попада в по-ниските слоеве на атмосферата. Разтваря се лесно във водна среда и една част от нея посредством включването си във водни капки чрез валежите или достигайки директно до повърхността попада във водните басейни или на твърдата повърхност. Там тя се “вгражда” в различни карбонатни седиментни скали. Друга част посредством фотосинтезата попада в тъканта на зелените растения, а оттам чрез хранителната верига и в тъканната структура на всички животни.

Приемането на въглерод, в това число и на ^{14}C чрез фотосинтеза при растенията или чрез храненето при животните е непрекъснат процес докато съответният организъм е жив. След това неговото акумулиране се преустановява и той започва постепенно да намалява с времето в съответствие с периода си на полуразпад, който е ~5750 години. Ето защо по съдържанието на ^{14}C в растителни или животински остатъци или в предмети от биологичен произход /тъкани, дървени предмети и др/ може да се прави датировка за един или друг предмет, намерен при археологически разкопки.

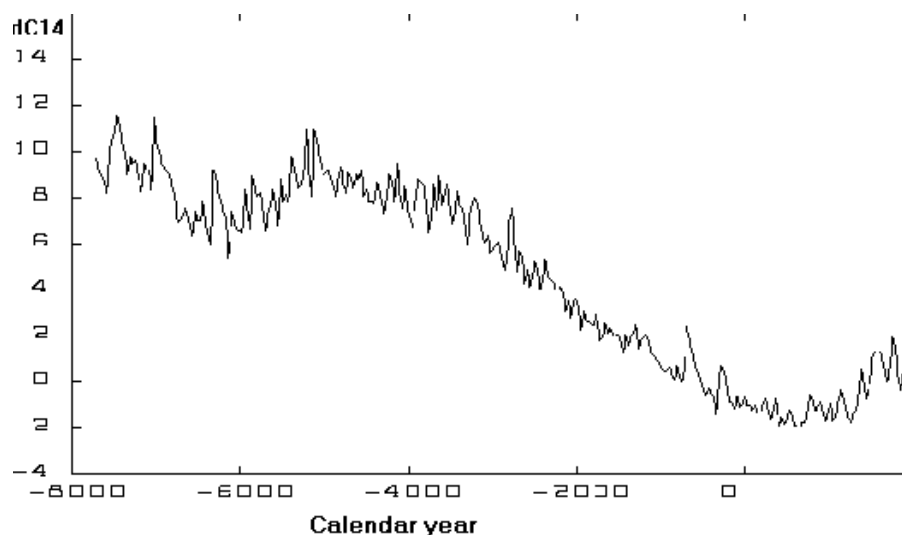
Точността на този метод на датироване обаче се влияе не само от прецизността на измерването на радиовъглеродното съдържание. Вариациите в параметрите на слънчевия вятър поради променящите се нива на слънчевата активност също внасят съответния “шум”. Както вече бе казано връзката между потока на ГКЛ и нивото на слънчевата активност е обратна. Следователно, скоростите на образуване на космогенни изотопи в атмосферата, и частност на ^{14}C , намалява при по-висока слънчева активност. Първите идеи и резултати в това отношение принадлежат на холандския физик де-Ври (*de Vries*, 1958)

Между моментите на образуване на “космогенните” радиоизотопи в стратосферата и тяхното включване в съответни структури на повърхността на Земята, където те всъщност се регистрират/ съществува разлика. Тя се нарича “резидентно време”. Специално за ^{14}C то е доста голямо и може да достигне до няколко десетилетия в зависимост от конкретните обстоятелства. По принцип същото може да бъде определено и отчетено при анализа на данни.

За да могат да се датират измерените количества от даден “космогенен” радиоизотоп е удобно да се използват данни от пръстенообразни или слоисти структури, чието образуване е свързано с естествен годишен цикъл /например годишни кръгове на дървета и пещерни образувания, континентални ледници, океански седиментни скали и др./ Характерно за тези слоисти и пръстенообразни структури е, че натрупаните количества от съответния изотоп се “запечатват” в тях, т.е повече не растат с времето. Процесът всъщност продължава само в най-външните слоеве /пръстени/. Съответните слоеве или пръстени лесно могат да бъдат датирани, а измерените количества от даден изотоп след корекция за периода на полуразпадане и “резидентното време” могат да се ползват за реконструкция на времевия ход на слънчевата активност за много по-дълги интервали време в сравнение с редиците от инструментални данни.

Концентрацията им там е експоненциално намаляваща функция на времето, чийто показател е свързан със закона за полуразпадане. Процесът на натрупване всъщност продължава само в най-външните слоеве /пръстени/.

Първите сериозни резултати по реконструкция на едромашабния ход на слънчевата активност въз основа на данни за “космогенни” радиоизотопи са били получени към началото и средата на 70-те години. За целта били използвани измерени стойности на съдържанията на ^{14}C в годишни кръгове на дървета (Eddy, 1976a). Точността на измерванията и методите за първична обработка и анализ непрекъснато се усъвършенствували през следващите 30 години. В момента като най-представителни могат да се приемат редиците от радиовъглеродни съдържания, получени въз основа на измервания в годишните кръгове на няколкостотин дървесни образци дадени съответно през 1998г (INTCAL98)(Stuiver et al., 1998)и 2004 г (INTCAL04) (Reimer et al., 2004). Първата обхваща период от около 24000 години. Ранната част от редицата обаче е зададена с много големи относителни грешки и груба стъпка по време. Реално използваемата част на INTCAL98 обхваща последните ~11000 години, а стъпката по време е 10 години (фиг.5). По този начин тя обхваща края на Вюрмския ледников период и Холоцена (следледниковата епоха). Данните от Вюрмския ледников период , т.е. първите 12-14 хиляди години са на базата на измервания на ^{14}C в морски корали.



Фиг.5 . Радиовъглеродният ред (INTCAL98) –последните 10 000 години (

Относително по-малко популярни и засега с по-ниско ниво на представителност в сравнение с данните от годишните кръгове на дърветата са радиовъглеродните редици, получени въз основа на аналогични измервания за пръстените структури на пещерните образци /сталактити и сталагмити/. Към момента има много примери за такива изследвания по света, включително и в България (Дерменджиев , 1994, 1997; Shopov et al., 2000)

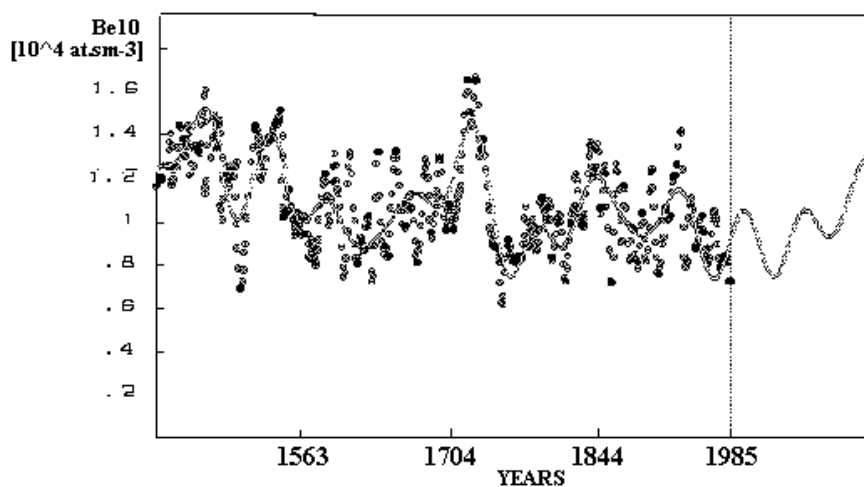
Радиовъглеродът е изотоп със сравнително кратко време на живот. Както вече бе казано по-горе, то е около 5750 години. В резултат на това относителната грешка за по-старите епохи /например преди 15-20000 години или по-рано/ е вече много голяма. На този етап това практически поставя лимит върху времеви интервал , за който могат да се ползват радиовъглеродните данни на – на този етап до най-късната част на Вюрмския ледников период.

Положението се подобрява многократно с включването на данни за друг “космогенен “ изотоп – ^{10}Be . Периодът му на полуразпад е много голям –около 1 милион години. Освен това разлика от радиовъглерода ^{10}Be е с много кратко “резидентно време”- само 1-1.5 години. Следователно, измерените на повърхността на Земята концентрации на този изотоп са почти синфазни с петнообразувателния цикъл на Швабе-Волф.

Краткото “резидентно време” е обусловено от процеса , при който образуваните в стратосферата атоми на берилий-10 се “придвижват” надолу. Те се включват в аерозолни ядра, а по –нататък посредством валежите достигат до повърхността. В полярните и високопланинските области ^{10}Be се включва в ледниците. Естествен резервоар на същия в Световния океан са седиментните скали по дъното.

Понастоящем има три основни берилиеви редици :

1. “Гренландски “ *ред* - получен е от измерване на данни във вертикален сондаж в гренландския континентален ледник (площадката Dye-3). Съдържа данни за периода 1423-1985г с. Времевата стъпка е ~ 1.5 години.(*Beer et al.*, 1990, 1998). Показан е на фиг.6
2. “ Антарктически” *ред* – получен е въз основа на измерване от вертикален сондаж в близост до Южния полюс. Данните обхващат периода 850-1900 г , а времевата стъпка е ~ 8 години (*Bard et al.*, 1997).
3. “Океански” *ред* – получен е на базата на измервания в океански седиментни скали в различни точки , усреднен за цялата Земя . Изследвана е редица с дължина 200 хиляди години (*Sharma*, 2002).



Фиг.6. “Гренландският” берилиев *ред* (1423-1985 г.). Данните представени с кръгчета са със стъпка от 1 година и са получени посредством интерполационна процедура. С линия е показан динамичен модел на *реда*, който е екстраполиран до 2100г (*Komitov and Kaftan*, 2004). Моделът се обсъжда в &3.

Сериозен недостатък на берилиевите редици е наличието в тях на доста “шум”, дължащ се на различни фактори. Както ще бъде показано и в &3, освен модулацията на ГКЛ в тях се съдържа и значителен принос, породен от мощни слънчеви ерупции (виж също и *von Schroeder*, 1999). Поради специфичния си начин за пренос на ^{10}Be към повърхността /чрез валежите/ в неговите редици би могъл да се съдържа и чисто климатичен ефект (*Lal*, 1987). На трето място специално за най-късната част от гренландските данни се допуска, че може да са повлияни от замърсяване на атмосферата в Северното полукълбо в резултат от ядрени опити в атмосферата, радиоактивно замърсяване от аварии в АЕЦ и др. (*Damon et al.*,1997; *Bard et al.*, 1997).

2.2.2. Слънчевата активност в писмените документи от миналото

Още през 19-и век отделни изследователи насочват своето внимание към изучаване на различни писмени документи от миналото с цел да направят някакви оценки за поведението на Слънцето в епохата отпреди телескопични те наблюдения на петната, т.е. отпреди 1610 г, а дори и през 17-18-и век, когато същите са били все още епизодични и непълни. В случая става въпрос за сведения за наблюдавани с просто око слънчеви петна, за явления, които обикновено съпътстват висока слънчева активност като например полярни сияния и ярки комети, а за периода от 1610 г и частично през 18-и век – и съобщения за наблюдавани с телескоп петна.

Първите интересни открития в тази насока правят германският астроном Шпюрер (1822-1895) и британският Е. Маундер (1851-1928) (*Maunder, 1893; Eddy, 1976*). Изучавайки стари документи те първи обръщат внимание на факта, че през 15-и и 17-и век е имало продължителни периоди когато петнообразователната активност е била много ниска. Нещо повече, в резултат на своя анализ Маундер стига до извода, че в продължение на около 70 години, а именно между 1642 и 1715 година на Слънцето практически не са били наблюдавани петна. Той е може би първият учен, който си е дал сметка, че поведението на Слънцето във времето е много сложно и далеч не се изчерпва само с познатия по това време 11-годишен цикъл. На неговите изводи обаче дълго време не било обръщано особено внимание.

Истинското признание за Маундер дошло почти 50 години след неговата смърт, когато Едди открива в своя анализ изключително високо съдържание на радиовъглерод в годишните пръстени на дърветата от втората половина на 17-и и началото на 18-и век (*Eddy, 1976*). Според този автор 11-годишният петнообразователен цикъл на Швабе-Волф изобщо не е действувал тогава. Според други изследователи, той е бил силно отслабен. Названието “Минимум на Маундер” днес обозначава този най-дълбок минимум на слънчевата активност за последните 2000 години.

Най-мощната реконструкция на активността на Слънцето на базата на исторически документи е проведена в средата на 20-и век отново в Англия. Както вече бе отбелязано в &1, нейн автор е Д. Шове. (*Schove 1955*). Основава се на анализ на огромен брой документи от Европа и Азия и обхващат по време последните 2600 години. Сред тях с най-голяма относителен дял са съобщенията за полярни сияния. На второ място са сведенията за видими с просто око слънчеви петна. С по-малка относителна тежест в анализа на Шове са включени и съобщения за други природни явления, които биха могли да се асоциират с екстремално високи или ниски нива на слънчевата активност – силни земетресения, данни за ширините на годишни кръгове на дървета и др. С цел да се елиминира в максимална степен климатичното влияние почти не се използват данни за климатични явления.

Въз основа на всички тези данни Шове създава временен ред на основните макрохарактеристики (приблизителните календарни години на минимумите и максимумите и мощността) на петнообразователните цикли на Швабе-Волф за целия обхванат от изследването период. Мощността е изразена чрез съответен бал в 9-степенна скала. Тя е калибрирана по отношение на околномаксимумните изгладени средногодишни стойности на Волфовото число за 11-годишните цикли от Цюрихския ред (&2.2.3), т.е след 1749 г. В най-ранната си част редът на Шове е доста беден откъм информация-фактически там има данни само за отделни 11-годишни цикли. Между 214 г.пр.н.е. и 196 г.н.е. редът е непрекъснат, след което до

290 г.н.е. има данни само за годините на минимум и максимум, а балът на мощността е неизвестна. От 296 г н.е. редът на Шове е непрекъснат.

В средата на 70-те години данните на Шове са подложени на критика от Едди, тъй като в тях не се е забелязвал Маундеровия минимум (*Eddy, 1977*). Тази критика изиграва негативна роля за реда на Шове, който е забравен от изследователите за почти 20 години - чак до 1995 г, когато интересът към последния отново се възражда. През 1997 г авторът показва, че като цяло редът на Шове не е в противоречие с радиовъглеродните данни, както и това, че в него минимумът на Маундер е много добре изразен (*Komitov, 1997*). Предварително обаче още сега ще кажем, че от съвременна гледна точка редът на Шове е една качествена редица от данни за едромащабния ход на слънчевата активност, която добре се съгласува с другите източници на информация, включително и с тези за “космогенните” радиоизотопи.

За резултатите от проведените анализи на реда на Шове ще бъде разказано в &2.2.4, както и в &3 и 4.

Към средата на 80-те години е завършена систематизацията на данните за наблюдаваните с просто око в Китай големи слънчеви петна за периода 168 г.пр.н.е. до 1684 г от н.е (*Wittmann and Xu, 1987*).

Друга важна редица от косвени (прединструментални) е тази за наблюдаваните сияния на средни ширини (ССШ-сияния на средни ширини). Те се отнасят за периода 1000-1900 г (*Krivsky and Pejml, 1988*). Публикувани са в данни на Националния център за геофизични данни на САЩ. За съжаление към този момент на автора не са известни публикувани систематизирани данни за 20-и век.

2.2.3 Инструментални слънчеви индекси

В този параграф е направен кратък обзор на някои от основните редици на индекси на слънчева активност, които се получават в резултат от инструментални наблюдения и са от най-съществена важност за разглежданата тема. С изключение на петнообразователните индекси, чийто редици обхващат повече от 200 години, почти всички останали са в рамките на последните 60-70 години. Непрекъснатите спътникови наблюдения на Слънцето започват от м. ноември 1978 година, така че свързаните с тях индекси обхващат период не по-дълъг от 30 години. Най-пълна информация за всички видове провеждани наблюдения на Слънцето и геомагнетизма в миналото и понастоящем както и данните от тях могат да се намерят в сайта www.ngdc.noaa.gov.

2.2.3.1 Цюрихският ред (1749-2006)

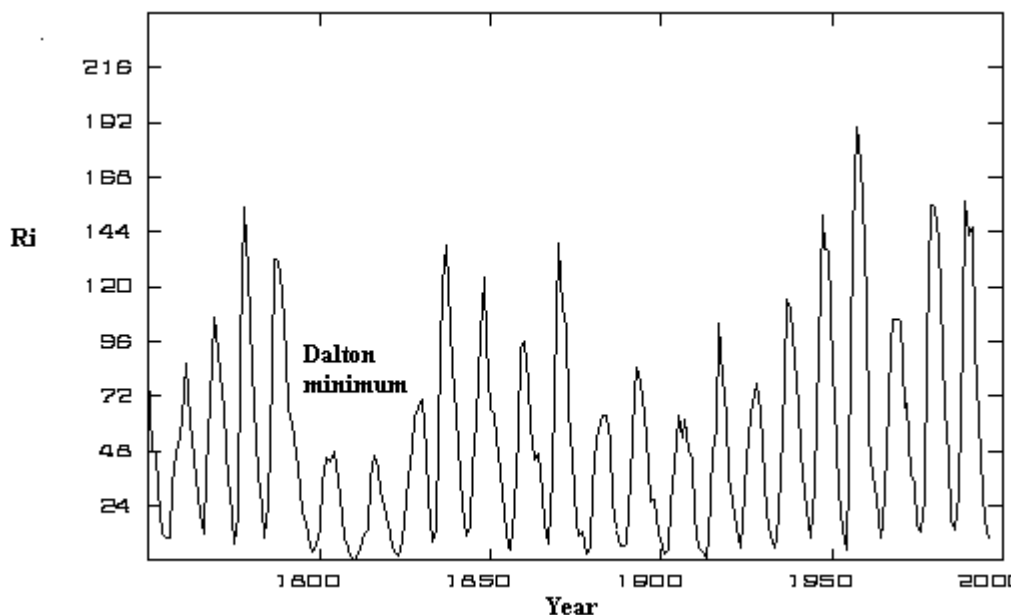
Систематизираните инструментални данни за петнообразователната активност, представени като редици от изгладени средномесечни или средногодишни стойности на т.нар. международно Волфовото число (R_i) е известна под названието “Цюрихски ред” (фиг.7). Основен принос за нейното създаване има Рудолф Волф (*Wolf, 1862-1893*) –директор на Цюрихската обсерватория, който заедно с Х. Швабе се смята за съоткривател на 11- годишния цикъл на петнообразователната активност на Слънцето. Този индекс се определя по формулата:

$$R_i = k(10g + f) \quad (1)$$

В тази формула g е броят на наблюдаваните групи слънчеви петна, а f е общият брой на петната. ‘ k ’ е калибровъчен коефициент, чрез който отделните наблюдения се привеждат към единен стандарт. Зависи от астроклиматичните условия, параметрите на използвания телескоп и редица други фактори.

Цюрихският ред е бил обект на допълнителни уточнявания и след Волф, като най-голям в това отношение е приносът на Валдмайер в средата на 20-и век (Waldmeier, 1961). Неговото начало е през м. януари 1749г и към настоящия момент (30 септ. 2007) съдържа данни за 257 пълни календарни години. Петнообразователните цикли на Швабе –Волф получават номера , започвайки с 0 за цикълът, чийто максимум е бил през 1749 г до 23 за този, чийто максимум беше през 2000-та година.

Счита се, че Волфовото число е твърде груб индикатор за активните процеси на Слънцето, междупланетното и околоземното пространство. Причината за това е , че слънчевите изригвания, промените в електромагнитното и корпускулярното излъчване, параметрите на слънчевия вятър и явленията в планетните магнитосфери и атмосфери произтичат от т.нар. “активни центрове”. Последните се асоциират най-вече с групите слънчеви петна и , следователно по-добре биха били представени от индекс, който е по-тясно свързан с последните.



Фиг.7 Цюрихският ред (1750-2000)- средногодишни стойности на R_i

2.2.3.2 Редицата на Хойт- Шатън (1610-1995)

Недостатъците на индекса Волфово число и респективно на Цюрихския ред до голяма степен се отстраняват чрез индекса GSN (Group Sunspot Number) – число на групите слънчеви петна, предложен от Хойт и Шатън през 1998 г (Hoyt and Shatten,1998) . По-често той се обозначава като R_h . Дефиниран е на основата на един по-стар петнообразователен индекс , който е използван в Гринвичката кралска обсерватория . Количествено се изразява чрез формулата:

$$R_h = 12.08 * g / f \quad (2)$$

g е броят на наблюдаваните групи петна, f е калибровъчен фактор, оценен на основата на индивидуалните наблюдения . Коефициентът 12.08 прави R_h съизмерим в количествено отношение с R_i . Оценен е на основа на сравнение на наблюдаваните групи петна в Гринвич със съответните числа на Волф за периода 1874 –1976 г.

Публикуваната редица на R_h започва с първото наблюдение на Галилей през 1610 г и (засега) приключва до 1995 г, т.е малко преди края на цюрихския петнообразователен цикъл под номер 22 (фиг. 8). Получена е на базата на около

480 000 индивидуални наблюдения,, което е почти два пъти повече в сравнение с данните, които е ползвал Волф.

2.2.3.3 Общият поток слънчева радиация (TSI)

До края на 70-те години не са били установени никакви статистически достоверни изменения на общото количество слънчева електромагнитна радиация , достигаща ниските слоеве на атмосферата и повърхността на Земята. Това давало основание да се говори за т.нар. “слънчева константа”- величина представляваща общото количество енергия, идваща от Слънцето към Земята и падаща за единица време перпендикулярно върху единица площ.

От 1978 година този параметър се мери непрекъснато от борда на изкуствени спътници на Земята. Първият от тях е “Nimbus-7” , чиято апаратура работи близо 15 години – до м.май 1993г. В резултат на тези измервания, както и на проведените от борда на други спътници към 1990г вече беше известно, че общото количество слънчева радиация (TSI- Total Solar Irradiation) варира синхронно с цикъла на Швабе –Волф(*Frolich et al.,1997*).

Относителните изменения на TSI в рамките на 11-годишните цикли на Швабе-Волф са около 0.1%, което в абсолютно изражение е равно на около 0.3 W/m² . Огнесени към цялата повърхност на Земята вариациите на TSI между слънчев минимум и максимум са еквивалентни на ~40 000 GW мощност.

Посочените вариации са климатично значими. За това ще стане въпрос в следващите раздели.

Друг индекс на електромагнитно излъчване , който се измерва от апаратура на борда на спътници е свързан с близката UV-област –лъчение което прониква в ниската атмосфера и до повърхността на Земята (*Frolich et al., 1997; Pap et al., 2002*). За целта се наблюдава интензивността на слънчевото излъчване около линията на магнезия MgII(288nm).

2.2.3.4 Еруптивна активност на Слънцето

Едни от най-мощните явления , протичащи в активните области на Слънцето са ерупциите. Обикновено при тяхното развитие се отделят протони и електрони с висока енергия , често надхвърляща 10 MeV. Протони с подобна , а понякога дори и по-висока енергия проникват в стратосферата и тропосферата на Земята без да могат да бъдат сериозно възпрепятствувани от геомагнитното поле. Поради тази причина те са от съществен интерес за слънчево-климатичните връзки.

Систематизирани ежедневни данни на еруптивния индекс *FlrI* на Клецек (*Kleczeck,1952*) има от 1976 година насам. Обработката на данните , които се публикуват в сайта Националния институт за геофизични данни на САЩ се прави в обсерваторията Кандили край Истанбул.

Редиците, описани в & 2.2.3.2 и 2.2.3.3 са твърде къси . Те обхващат едва последните 25-30 години. Същите обаче могат да играят ролята на ориентири при изясняване на някои физическите процеси, свързани с едромашабните времеви вариации на слънчевата активност и причиняваните от тях въздействия върху климата.

2.2.3.5 Използуване на редиците с инструментални данни за реконструкция на едромашабния времеви ход на слънчевата активност

Възприетите количествени критерии за оценка на нивото на слънчевата активност са на основата на инструменталните индекси , и най-вече на тези за

петнообразуването като някакъв общ показател за нея. За поведението на Слънцето преди 1610 година, а до голяма степен и през 17-и век се съди по редиците от косвени данни. Ползуването на косвените индекси обаче изисква техните редове да бъдат калибрирани по отношение на наблюдаваните нива на петнообразуване в рамките на Цюрихския ред или този на групите слънчеви петна.

Очевидно много по-добре би било подобни връзки да бъдат намерени с далеч по-важните от физическа гледна точка параметри като TSI, еруптивния индекс, интензивността на линията MgII(288nm) или индексът на слънчевото радиоизлъчване F_{10.7}. За съжаление обаче, както стана ясно от казаното в предходните параграфи, техните редици са много къси. Освен това те обхващат последните няколко десетилетия, където косвените данни ("космогенните" радиоизотопи) не са сигурни поради специфични за всеки един вид от тях причини и обикновено не се ползват при анализите.

Първата редица от косвени данни, която е калибрирана по отношение на петнообразователната активност е и най-старата - това е редът на Шове. Както вече бе казано той е "привързан" с Цюрихския ред.

В края на 70-те години бяха получени първите регресионни връзки между R_i и измерените абсолютни и относителни скорости на образуване на ¹⁴C в годишните пръстени на дърветата. (O'Brian, 1979; Stuiver and Quay, 1980). Във втората от цитираните статии се предлага и изпробва също и регресионна формула описваща образуването на радиовъглерод, в която като фактор се разглежда геомагнитният индекс Aa . Основание за това авторите намират във факта, че потокът на ГКЛ и респективно скоростта на образуване на ¹⁴C е в потясна връзка с параметрите на слънчевия вятър, с които Aa -индексът корелира добре. Този подход обаче има някои други недостатъци, на които заради ограничения обем на материала няма да се спираме.

"Гренландската" и "антарктическата" берилиеви редици също са привързани към индексите на петнообразователната активност. Особено интересни в това отношение са работите на Усоскин и др. (Usoskin et al., 2002, 2004) където е направена реконструкция на петнообразователната активност на основата на измерените концентрации на ¹⁰Be и физически модел на образуването на тази компонента в атмосферата при различни условия на разпространение на ГКЛ породени от промени в нивото на слънчевата активност.

2.2.4 Поведението на Слънцето и климата във времето

Още през 60-те години на 20-и век редица учени свързват откритите в инструменталните редици векови и двувекови цикли на Слънцето с аналогични колебания в климата (Бонов, 1968; Damon and Sonett, 1991). След установяването през 70-те години на екстремално високите съдържания на радиовъглерод в годишните пръстени на дърветата по време на Маундеровия минимум увереността, че именно Слънцето е главният причинител на климатичните промени в съвременната следледникова епоха започва бързо да печели привърженици. Фактите на съвпадение по време на дълбоките минимума на Шпърер и Маундер с последния "малък ледников период", аналогичните съвпадения на епохите на висока слънчева активност през Средновековието със Средновековния температурен максимум и на Съвременния свръхвекови слънчев максимум с наблюдаваното "глобално затопляне" са твърде показателни.

В следващите раздели ще бъде анализирана динамиката на слънчевата активност в различни времеви скали (от 400 до 5 000 000 години) в светлината на възможното ѝ влияние върху климата.

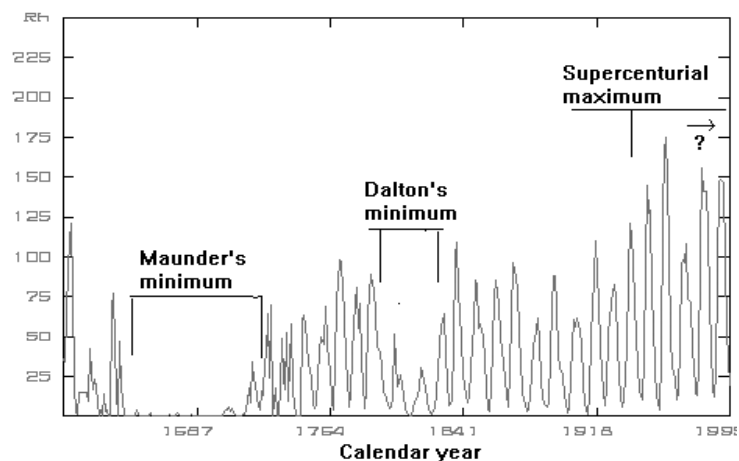
2.2.4.1. През последните ~400 години

Началото на този период (1610 г) съвпада с първите инструментални наблюдения на Слънцето, проведени от Галилей. Около 70% от него – почти до края на 19-и век визуалните наблюдения през телескоп са основният източник на информация за слънчевата активност. Съществува известна несигурност по отношение на 17-и век. Главната причина за нея е свързана от една страна с много дълбокия свръхвекови минимум на Маундер, а от друга – с технически наблюдателни затруднения при използване на свръхдългите телескопирефрактори, особено през средата и втората половина на 17-и век. Ето защо за този период допълнителни ценни източници на информация представляват данните за “космогенните” радиоизотопи, както и съобщенията за видими с просто око петна и полярни сияния. От края на 19-и – началото на 20-и век започват и спектралните наблюдения на Слънцето, след Втората световна война – радионаблюденията, а от края на 70-те години – и непрекъснати наблюдения със спътникова апаратура.

Най-типичната особеност е 11-годишният цикъл на Швабе-Волф. Характерен е не само за петнообразуването, но и за повечето от активните процеси на Слънцето. Както се вижда от фиг.8 той е устойчиво явление от началото на 18-и век, както и преди 1640/42г. Средната му продължителност е около 11.04 години, но за всеки конкретен цикъл тя е различна и варира в граници от 9 до 13 години. Средната продължителност на цикъла на Швабе-Волф през 20-и век е около 10.1 години.

Сравнението с Цюрихския ред показва една много по-силно изразена възходяща тенденция на слънчевата активност между 1700- 2000 година , т.е. от края на Маундеровия минимум. Заключителната фаза на тази тенденция е Съвременният (“Модерен”) свръхвекови слънчев максимум (1934 – 2000 г), който както ще видим по-нататък се характеризира с най-високите средни нива на слънчевата активност поне от 800 години насам.

20-22 годишният цикъл на Хейл (*Hale*, 1913) е свързан с периодичната смяна на поляритета на групите петна в северното и южно слънчеви полукълба и в общото магнитно поле на Слънцето. Като негова проява се счита и т.нар. “правило на Гневишев-Ол” (*Гневишев и Ол*, 1948), което ще бъде по-подробно обсъдено в следващия параграф.



Фиг.8 Числото на групите слънчеви петна – средногодишни стойности (1610-1995)

МИНИМУМЪТ НА МАУНДЕР

Около естеството на Маундеровия минимум (1642-1715 г) се водят много спорове , които са много разгорещени от средата на 70-те години насам. Към настоящия момент (2007 г) те акцентират главно около въпросите доколко е бил дълбок и дали цикълът на Швабе-Волф наистина не е действувал тогава.

Разделителната линия на мненията е между изследователите, чиито изводи се основават на инструменталните /телескопични наблюдения/ и анализите на редиците на “космогенните” радиоизотопи от двете страни , а от другата страна са тези, които ползват информация от исторически източници /съобщения за видими с просто око петна или полярни сияния).

От публикуваните резултати за проведени анализи на редиците на космогенните радиоизотопи (^{14}C и ^{10}Be) по време на Маундеровия минимум се оформя изводът, че цикълът на Швабе-Волф не е действувал през тази епоха (Eddy. 1976,1977; Usoskin et al., 2000; Komitov and Kaftan, 2004). От друга страна обаче в последните две от цитираните статии е показано, че 22-годишният цикъл е доста добре изявен през този период в същите данни .

От друга страна обаче по време на Маундеровия минимум има значителен брой съобщения както за наблюдавани с просто око петна (“Китайският ред”) (Wittmann and Xu , 1987), така и за полярни сияния (Schove, 1955,1983; Beer et al., 1998; Leftus , 2000).

Макар и да няма пълно съвпадение по дни и месеци , то съществува тенденция максимумите на 11-годишните цикли според Валдмайер и Шове, както и дните с регистрирани петна в “Китайския ред” и редът на Хойт- Шатън (*Rh*) да се концентрират в групи, разпределени в сравнително тясни времеви интервали от по 2-3 години. Това дава основание на автора да счита, че макар и много силно отслабен 11-годишният цикъл е действувал и по време на Маундеровия минимум.

МИНИМУМЪТ НА ДАЛТОН

Втори, макар и не толкова дълбок и продължителен период на ниска слънчева активност е т.нар. “минимум на Далтон”, обхващащ интервала приблизително между 1796 и 1835 година. За разлика от минимума на Маундер през този период 11-годишният цикъл е съвсем ясно различим (циклите 5, 6 и 7 в Цюрихския ред).

Макар и необозначен на фиг.8 ясно се вижда и един друг относително плитък минимум между 1898 и 1923 година.

“МОДЕРЕН” СВРЪХВЕКОВИ СЛЪНЧЕВ МАКСИМУМ (1940- 1996/2000)

Последните 60-70 г от инструменталните наблюдения се характеризират с екстремално висока слънчева активност, ненаблюдавана през предходните 350 години. Това е особено добре изразено между низходящия клон на слънчевия 11 г цикъл с цюрихски номер 17 и края на този с номер 22. Както ще видим по-нататък , явлението няма аналог през последните 800, а по всяка вероятност и през последните 2200 години. Четири от общо петте цикли на Швабе-Волф през този период имат средногодишна околоредна стойност на Волфовото число $Ri_{(m)} > 150$. Тази епоха все повече изследователи обозначават като “Модерен” (Съвременен) свръхвекови слънчев максимум .

Според автора има основание да считаме, че настоящият 23-и цикъл е извън посоченото явление.

С помощта на T-R периодограмната процедура (виж приложение 1) в спектъра на редицата на стойностите на Rh се откриват множество цикли с различна степен на статистическа значимост. Най-мощните сред тях са с продължителност 11(цикълът на Швабе-Волф), 118 (векови цикъл) и 192 (квази-двувеклови цикъл) години. С околноминимумната фаза на вековия цикъл е свързан периодът на относително ниска активност в началото на 20-и век. Минимумът на Далтон отразява суперпозиция на низходящите фази на вековия и двувекловия цикъл, докато минимумът на Маундер освен всичко това се дължи и на ефекти от още по-дългосрочни низходящи тенденции. От противоположно естество е Модерният свръхвекови максимум (виж &3)

От сравняването на фиг.8 с късните части на фиг. 2а-в естествено възниква предположението, че съвременната дългосрочна тенденция на затопляне на климата, започнала някъде около най-дълбоката част на “Малкия ледников период” (~1700 г) всъщност е породена от от силното нарастване на слънчевата активност през това време. Климатичният сценарий за последните 400 години, който е представен на трите фигури се различава в някои дребни детайли, но не и по отношение на основните климатични събития, а те са: начално нарастване на температурата през 18-и век след края на Малкия ледников период (т.е. епохата на слънчевите минимума на Шпюрер през 15-16-и и Маундер през 17-и век); временно преустановяване на тази тенденция в началото на 19-и век (слънчевият минимум на Далтон); съвременното “глобално затопляне” след 1850г, особено силно изразено през втората половина на 20-и век (“Модерният” свръхвекови слънчев максимум)(виж и фиг.9).

Статистически анализ на връзката между хода на слънчевата активност и изменението на температурите за периода 1610-1965 г е проведено от де Ягер и Усоскин (*de Jager and Usoskin, 2006*). Използват се редицата от температурни данни на Моберг и др. (*Moberg et al., 2005*) за Северното полукълбо и редицата на Rh . Като “нулево ниво” в тази редица се приема средногодишната температура за периода 1961-1990г. Приложена е процедура на изглаждане на данните по 9 точки. В резултат на проведения регресионен анализ авторите намират, че между Rh и температурните изменения линейният коефициент на корелация е +0.77 при ниво на достоверност 99.8%. Не е открито фазово отместване по време за намерената връзка, т.е. няма значим ефект на закъснение на температурните изменения по отношение на слънчевата активност. Основният извод е, че полученият резултат отразява по-скоро слънчево влияние върху климата породено от промените (общо нарастване) на електромагнитната радиация на Слънцето, отколкото от ефекти свързани с ГКЛ. Акцентът е поставен върху промените в ултравиолетовото излъчване като фактор върху климата.

Авторът предлага тук модифициран вариант на това изследване, чиято основна цел е да се установи каква е най-вероятната природа на остатъчните отклонения, т.е. тези, които връзката “Rh- температури” не може да обясни.

В нашият случай използваните редици са допълнени с още 14 години и обхващат периода 1610-1979 година. Тази последна част от извадката на температурните данни торепоочените двама автори не използват за да се изключи по възможност евентуалното влияние на човешката дейност след 1965 г. Авторът обаче реши да се откаже от това “удобство”, така че тези данни участвуват в настоящия анализ.

За елиминиране на краткосрочните вариации от всякакъв вид, /включително и тези, които са свързани със слънчевия 11-годишен цикъл - вариации на индекса TSI, по-силно влияние на ГКЛ по време на минимумите на този цикъл върху тропосферата, спорадични явления като силни единични вулканични изригвания, ефекти от Ел-Ниньо и др./ е приложено изглаждане на данните по 11 точки. Изгладените редици са показани на фиг.9.

Както вече бе казано, трите основни събития в едромасщабния ход на слънчевата активност през последните 400 години имат своите аналози и във времевия ход на изменението на температурите. Към тях трябва да добавим още едно съвпадение – на вековият слънчев минимум в началото на 20-и век, наричан понякога “минимум на Глайсберг”, съответствува добре излазен локален температурен минимум. Има много аналогии и между вторичните екстремуми на двете редици.

В същото време не може да се пренебрегне фактът, че има разминаване по време сред някои от вторичните екстремуми. Най-често то се изразява в “огледално съответствие”(антикорелация), т.е. на локален минимум от едната редица съответствува максимум в другата. От подобни “огледални съответствия” следва и наличие на участъци от двете редици, в които времевият им ход е в противоположни посоки. Същите са повече от 10 на брой през последните четири века, като най-главните от тях са обозначени върху фиг.9 с гръцки символи. Средната им продължителност е от порядъка на две- три десетилетия.

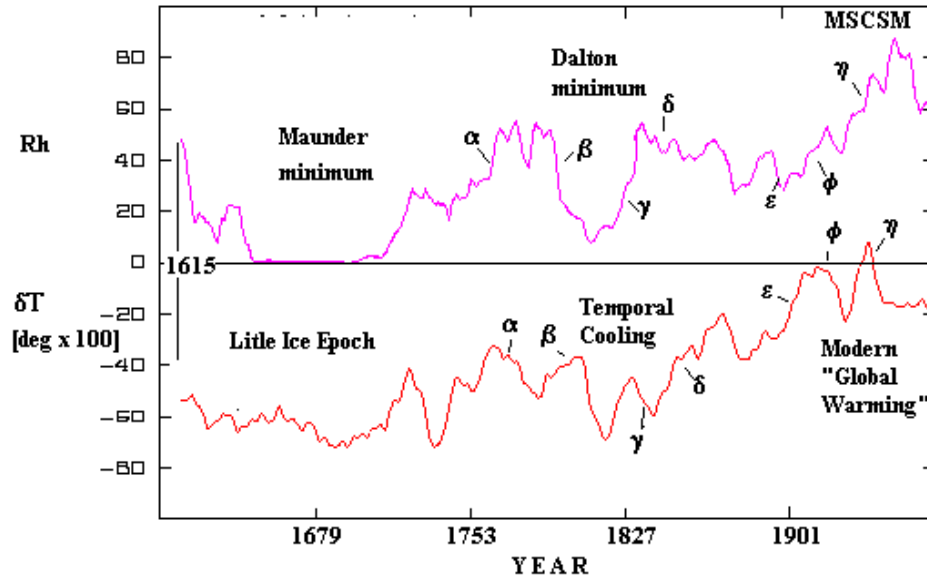
Подобно явление е характерно за хода на температурите и слънчевата петнообразователна активност през последните ~25-30 години. Това дава основание на някои автори да се позовават на този резултат, за да отричат ролята на Слънцето като фактор за промените на климата в съвременната епоха (*Lokwood and Frolich, 2007*). Както обаче се вижда от фиг.9 “огледалните участъци” обхващат общо около половината време от последните четири века и изобщо не са уникално явление.

Авторът реши да провери една своя хипотеза за обяснение не само за това, което се наблюдава през последните три десетилетия, но и на “огледалните участъци” като цяло.

Тя се базира на някои относително по-стари, развити още през 70-те години физически представи за въздействие на слънчевата корпускуларна радиация върху времето и климата. Според тези схващания мощните слънчеви ерупции, както и други инцидентни мощни явления, свързани със залпово изхвърляне в пространството на високоенергетични слънчеви космически лъчи ($E > 1 \text{ MeV}$) предизвикват нестабилности в средната и ниската атмосфера на Земята (*Мустел и др. 1971*). В частност те интензифицират циклогенезата, усилват меридионалния въздушен пренос и влияят на активността и дрейфа на центъра на Исландския и Алеутския барични минимуми и на всички параметри, свързани с това процеси /валежите над Европа, Западна Азия и Северна Америка, температурите и атмосферното налягане, образуването на средиземноморски циклони и др./

За разлика от електромагнитните (инсолативните) индекси като например TSI или слънчевия ултравиолетов поток, чието увеличаване води до затопляне на климата усилването този тип слънчева активност влияе в обратна посока, т.е. към обща тенденция за охлаждане. При високи нива на инсолативните индекси както в края на 20-и век, неговото отсъствие или отслабване според гореописаната концепция трябва да води до отслабване и дрейф на баричните центрове по посока към магнитния полюс, отслабване на меридионалния пренос, преместване на приполярната граница на субтропичния пояс към полюса и общо затопляне на климата.

Интензивността на слънчевите еруптивни явления е много различна в отделните 11-годишни цикли, корелацията със слънчевите петна е статистически значима, но както ще покажем в &3, не е много силна. Базирайки се на резултати на други автори, както и на наши такива (&3) още отсега ще кажем, че при тях се наблюдават и циклични вариации в честотата и интензивността, които са с продължителност между 50-55 (и 60-70 години) (*Schwe, 1955*; виж и &3).



Фиг.9 Изгладени 11-годишни стойности на редицата на групите слънчеви петна (Rh) (горе) и температурните вариации в Северното полукълбо, умножени с коефициент 100 по Moberg et.al.(2005) за периода 1610-1979 г. С гръцки символи са отбелязани най-добре изявените “огледални участъци”. “Модерният” свръхвекови слънчев максимум е обозначен с абривиатурата “MSCSM”. Участъкът 1976-2007г е извън изследвания период.

Най-напред беше изследван видът и статистическата значимост на връзката между Rh и δT . Бяха изпробвани линейна и различни видове нелинейни минимизиращи функции. Както и при анализа на де Ягер и Уоскин най-добра се оказа линейната връзка, която в нашия случай се описва с формулата:

$$\delta T = 0.00727.Rh - 0.654 \quad (3)$$

Коефициентът на корелация на тази връзка е $r = +0.7797$, който превъзхожда грешката си 37.74 пъти. Тъй като дължината на извадката е с 15 стойности по-дълга от тази в горе цитираната работа, то може да се каже, че включването на данните между 1965 и 1979 г не само не влошава резултата, но дори и слабо, но го подобрява. Съответният F –параметър на Снедекор-Фишер, изчислен като обща към остатъчна дисперсия е равен на 2.54, т.е. на Rh като фактор се пада 1.54 пъти по-голям дял от общата дисперсия спрямо всички останали фактори и случайни отклонения, които влияят върху стойностите на δT .

Всички опити за подобряване на връзката с включване на нелинейни членове от вида Rh^m ($m <> 1$), както и на такива от експоненциален и логаритмичен вид не доведоха до някакво съществено подобряване на вида на регресионната функция.

Следващата стъпка беше изпробване на регресионна връзка от двуфакторен вид. За втори фактор беше избран “гренландският” берилиев ред за изследвания период от време. Включването точно на този параметър като допълнителен фактор беше продиктувано от предположението, че силните слънчеви ерупции, съпроводени със залпово отзеляне на високоенергетични космически лъчи могат да дават макар и слаб, но забележим принос в образуването на “космогенен” берилий. Това от своя страна трябва да води до подобряване на F -параметъра. Предположението се оказа вярно, но F се увеличи само с 0.05. От практическа гледна точка това е незначително нарастване. Ето защо в по-нататъшния анализ беше използвана еднофакторната линейна връзка (3).

Следващата стъпка на анализа се състои в изваждането на модела (3) от редицата с реалните изгладени стойности на δT . Поведението на реда на остатъчните вариации е показана на фиг. 10.

На фигурата са обозначени календарните години на центровете на 11-годишните епохи , които са с най-големи отклонения (положителни или отрицателни) спрямо регресионния модел (3). При по-внимателно разглеждане се установява, че отрицателните отклонения общо взето преобладават преди 1840 година, т.е. преди края на минимума на Далтон. Най-рязката и продължителна промяна е настъпила около средата на 19- и век. Между 1840-та и до началото на 20-и век тенденцията на отклоненията се променя към преобладаване на положителни стойности. След 1910 –та година с изключение на кратко прекъсване през 30-те години , чак докъм максимума на слънчев цикъл No 19 моделът отново започва да “догонва” данните , а в началото на 50-те години и го изпреварва.

По внимателното разглеждане на ситуацията през 19-и век обаче изисква да се обърне внимание на локалния минимум между 1876 и 1890-а година. Тогава възходящата тенденция на флукуациите временно спира, макар че те си остават положителни. В самия край на 19-и век обаче възходящата тенденция отново взема и връх и около центъра на слънчевия векови минимум (1905-1915г) е най-голямото положително отклонение на температурните данни спрямо хода на петнообразователната активност за целия 370-годишен период.

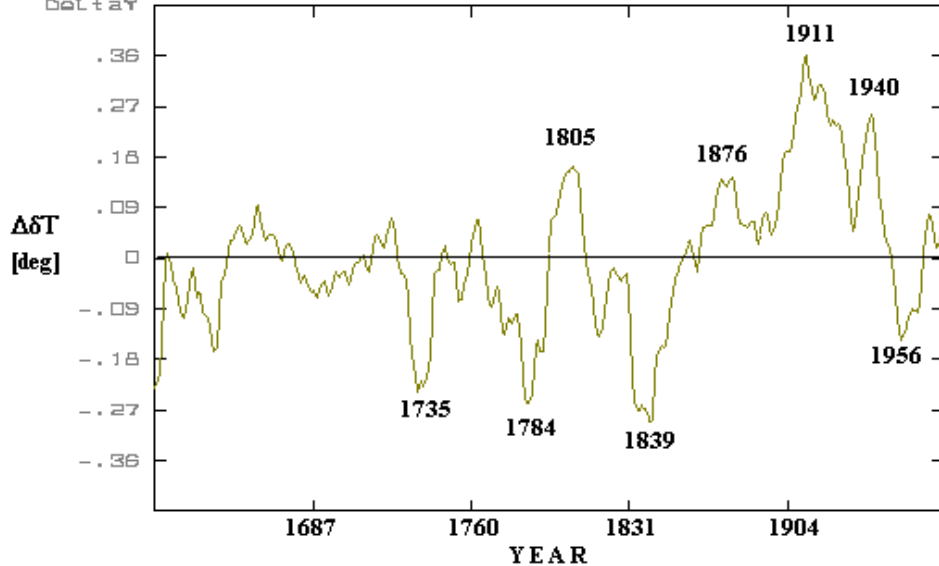
През 60-те и началото на 70-те години на 20-и век отклоненията на данните от модела са малки. Същото важи и за по-голямата част от 17 –и век (минимумът на Маундер).

Прави впечатление, че началото на 17-и век започва с доста голяма отрицателна флукуация на данните спрямо връзката (3). От руските архиви е известно, че по време на управлението на цар Борис Годунов е имало три неурожайни години (1601-1603) поради много студените и дъждовни лета. Хлябът е поскъпнал над 100 пъти. За големи слънчеви петна през 1603 и 1604 г, видими с просто око се съобщава в китайските летописи. Тези факти очевидно добре се съгласуват с високо ниво на циклогенезата, породена от силна еруптивна активност, за което пък индикацията са наблюдаваните /най-вероятно големи групи/ петна. Изобщо големите групи петна явно са били много често явление през първата половина на 17-и век според данните в “Китайския ред”, а последиците от това върху климата /отрицателните отклонения спрямо модела(3)/ са добре видими на фиг.10.

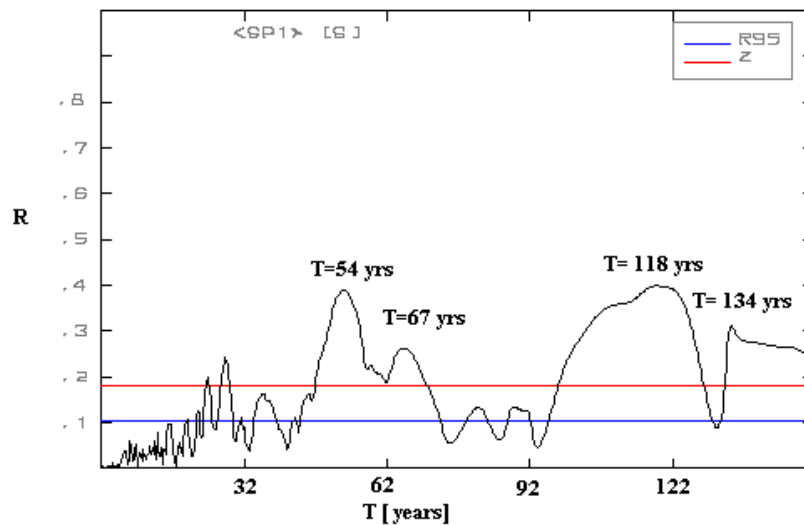
Редицата на флукуациите ΔT беше изследвана с помощта на Т-*R* периодограмен анализ за наличието в нея на статистически достоверни цикли. Резултатите са показани на фиг.11. Виждат се много добре изявени и статистически значими цикли с продължителност ~54, 67 , 118 и 134 години.

Разкриването на цикли с продължителност 54 и 67 години не е изненадващ резултат. Вече посочихме, че те са свързани с най-мощните слънчеви еруптивни процеси, генериращи протони с висока енергия. В следващите параграфи ще бъдат дадени допълнителни доказателства в тази насока. 117-118- годишен цикъл се наблюдава при т.нар. “спокойни “ протуберанси, които са свързани с т.нар. “полоидална “ компонента на слънчевото магнитно поле (Духлев, 2004), както и в реда на *Rh*. Добре изявен е и в “гренландския” берилиев ред. Каква е обаче физическата причина за присъствието на този цикъл в остатъчните температурни вариации засега е трудно да се каже. Засега се въздържахме от коментар върху присъствието на 134-годишната осцилация в данните за остатъчните вариации.

По-подробен анализ показва, че циклите с продължителност 54, 67 и 118 години обхващат малко над 50% от остатъчната дисперсия на регресионния модел (3). Като се има предвид, че на връзката (3) се пада около 65% от общата дисперсия на данните за δT , то може да се каже, че около 82% от общата дисперсия в тях се дължи на сумарния ефект от действието на различни компоненти на слънчевата активност.



Фиг.10. Времеви ход на флуктуациите на температурните данни ($\Delta\delta T$) спрямо регресионния модел (3). Забелязва се тенденция към ~ 60 г цикличност.



Фиг.11. Спектър на осцилациите (T - R корелограма) в редицата на остатъчните вариации ($\Delta\delta T$) (виж и приложение 1).

Останалите 18% от общата дисперсия на изгладените температурните данни поне на този етап остава необяснена. Евентуалният антропогенен ефект върху климата се включва именно тук. Трябва обаче да се има предвид, че той при всички случаи “дели” тази част от дисперсията заедно с други фактори – включително и неотчетен допълнителен ефект на Слънцето върху климата. Вероятността откритият 134-годишен цикъл в редицата на остатъчните вариации да е също от слънчев произход е много голяма.

Ако съществува значителен антропогенен ефект то би следвало той да е най-добре забележим при данните от втората половина на 20-и век. Сравнението между нашия модел и този на де Ягер и Уоскин, който ползува данни до 1965 година обаче не дава основание да смятаме, че подобно явление наистина се разкрива с включването на периода 1965-1979 г в анализите.

СЪВРЕМЕННОТО ЗАТОПЛЯНЕ НА КЛИМАТА – РЕЗУЛТАТ ОТ СВРЪХВЕКОВО НАРАСТВАНЕ НА СЛЪНЧЕВАТА СВЕТИМОСТ СЛЕД МАУНДЕРОВИЯ МИНИМУМ (?!?)

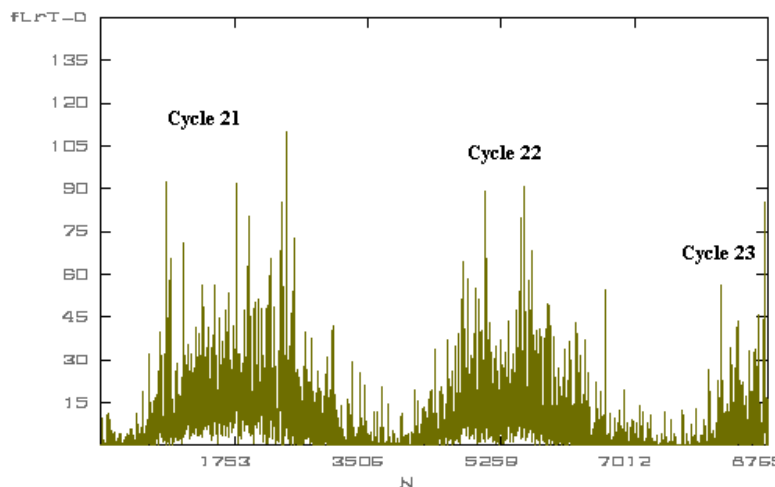
Независимо от многобройните “огледални участъци” “генералната” тенденция и за слънчевата активност и за климата през последните ~ 300 години е

била по посока на тяхното нарастване. Както се вижда от фиг.2а и 2в климатът в съвременната епоха е средно с около 1 –1.2 градуса по-топъл в сравнение с Малкия ледников период.

Въпросът, който възниква е , след като връзката между този дългосрочен температурен тренд и слънчевата активност е достатъчно тясна и обяснява около 65% от затоплянето , кой е основният физически механизъм, чрез който посочения процес се реализира.

Един по-внимателен анализ на “огледалните участъци” показва, че тези от тях, които са свързани със застудяване /при нарастване на R_h / всъщност съответствуват на периоди с голямо нарастване излъчването на най-високоенергетичните слънчеви корпускули в диапазона 1- 1000 MeV. Това твърдение ще бъде допълнително подкрепено с факти и анализи в следващите глави. Последният период е от около 1940-та до средата на 70-те години. Обратно, тъкмо когато слънчевите еруптивни процеси са относително слаби се наблюдават огледалните участъци, свързани със затопляне. Типичен случай за това е периодът след 1990г, в който доминират именно подобни тенденции /фиг.12/.

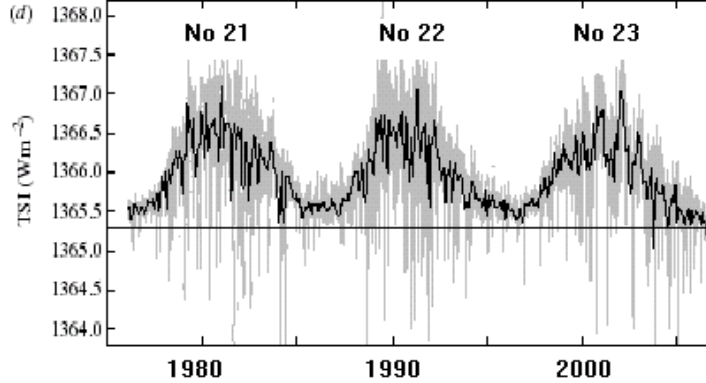
Следователно, факторът предизвикал температурния тренд най-вероятно не е свързан със слънчевите еруптивни процеси. В такъв случай е логично причината да се търси по посока на възможно дългосрочно нарастване на слънчевата електромагнитна радиация.



Фиг.12. Еруптивният индекс (FlrI) за периода 1 януари 1976 – 31 декември 2003 година – ежедневни стойности. Много ясно е забележимо рязкото спадане на активността по време на 23-ят цикъл с около 50-60% спрямо 22-ри.

Индексът на общото слънчево електромагнитно излъчване (TSI) , както казахме вече се изменя с около 0.1% спрямо средната си стойност в рамките на цикъла на Швабе-Волф. Климатичният ефект от вариации с подобна амплитуда е малък- около 0.1°C в среднопланетарната температура.

Последният обаче е елиминиран в нашия анализ тъй като данните са изгладени по 11-години. В същото време се налага да се обяснява няколкократно по-голямо изменение, при това със свръхвекови характер (фиг.10).



Фиг.13 Индексът TSI (1978-2006). Отбелязани са максимумите на петнообразователните цикли с техните номера в Цюрихския ред

Както се вижда от фиг.13, вариациите на TSI между 1978 и 2005 г са доминирани напълно от 11-годишния цикъл и не показват никакъв векови или субвекови тренд. През 2006 година обаче ситуацията показва признаци на сериозна промяна - вижда се началото на значително понижение на TSI, което излиза извън рамките на наблюдаваните до този момент околноминимумни стойности.

По мнението на автора явлението е много интересно и ако то продължава и през 2007 г това би бил още един знак за приближаващ свръхвекови слънчев минимум, най-вероятно подобен по амплитуда на минимума на Далтон (виж и &4). За да се случи това е необходимо TSI да се понижи с около 0.4% спрямо нивото си през 2000-та година, т.е. по време на максимума на 23-и цикъл. Възможно е обаче еруптивната активност по време на следващия 11-годишен слънчев цикъл 24 и особено по време на цикъл 25 да се окажат по-големи отколкото по време на сегашния 23-ти. Тогава за да се получи ефект на застудяване, подобен на този по време на Далтоновия минимум необходимият спад на TSI би могъл да бъде и по-малък от 0.4%.

От фиг.10 ясно се вижда, че свръхвековият тренд на слънчевата петнообразователна активност показва тенденция към “насищане” през втората половина на 20-и век. Изглежда, че точно този ефект е добре изразен в устойчивото поведение на TSI през последните ~ 27 години, с изключение на 2006-а. Този факт в съчетание с дефицита на еруптивна активност в края на 90-те години, а и след 2000-та (фиг13) е способствувал за видимото затопляне на климата, особено в периода 1996-2003. Представеният по-горе статистически анализ ясно показва, че няма забележим антропогенен ефект включително до 1979 г. Ето защо считаме, че вероятността да се е проявил в достатъчно значима степен такъв след 1980 г е много малка.

Следователно, най-вероятната причина за съвременното затопляне на климата, включително от 1700 година насам е тенденцията към общо повишаване на слънчевата светимост с около 0.3- 0.5% през целия период. Временното ѝ обръщане по време на Далтоновия свръхвекови минимум е било главният фактор за кратко захлаждане на климата в началото на 19-и век. Слънчевите протони с висока енергия допълнително модулират тази обща тенденция, създавайки множеството “огледални участъци” върху нея. За да се изясни с какви по-общии тенденции е свързано поведението на Слънцето и климата през последните 400 години трябва да се разгледат резултатите от анализа на данни за по-големи времеви интервали.

2.2.4.2. През последните ~2000 години

Реконструкцията на поведението на Слънцето във времевата скала на последните 2000 години се базира основно на косвени данни /писмени съобщения и “космогенни” радиоизотопи/.

РЕДЪТ НА ШОВЕ

Хронологично най-старата редица от косвени данни е редът на Шове. Той е непрекъснат за последните 1700 години . За периода от 296 до 2007 г съдържа информация за основните характеристики на 155 слънчеви петнообразователни цикли на Швабе Волф. Редицата е непрекъсната също така в периода 214 г. пр.н.е. – 196 г. н.е. За почти целия 3-ти век данните са непълни- липсва информация за мощността на циклите. Оригиналната част на първата версия на тази редица завършва с цюрихски цикъл No 18 (*Schove, 1955*).

Без да разполага със съвременната изчислителна техника , анализирайки различни видими закономерности Шове на практика е първият изследовател, който достига до извода, че в поведението на Слънцето съществува циклична тенденция с продължителност от 170-180 години. Други важни цикли , които съществуват като дългосрочни и средносрочни тенденции са квазивековият, чиято продължителност Шове, подобно на Глайсберг преди това, оценя на около 78 години. Разполагайки с данни за повече от две хилядолетия обаче, Шове забелязва , че този цикъл е доста неустойчив –паралелно се наблюдават и “конкурентни” циклични тенденции с продължителност от 65-66 и 130 години. Освен това специално за полярните сияния Шове отбелязва и за съществуване на цикъл с продължителност от около 54 години.

В предния параграф беше показано, че в остатъчните вариации на температурните колебания след изваждане на регресионния модел (3) посочените три колебания играят най-важната роля. За физическата природа и ролята на последните в механизмите на слънчево-климатичните връзки ще се спрем най-обстойно в &3.

Шове обръща внимание на по-малкия брой полярни сияния през нечетните календарни столетия, след 1000-та г. н.е. което свързва с минимума на квази- двувековия цикъл. Не отбелязва като особен факт изключително ниската слънчева активност през 17-и век(Маундеровият минимум). Поради това е критикуван от Едди през 1977г (*Eddy,1977*). Пред 1983г Шове прави последна корекция на своята редица (*Schove,1983*). Интересът на изследователите през 80-те години е изместен към “космогенните” изотопи.

През 1996г авторът стартира своя дългосрочна програма по изучаване на свръхвековия ход на слънчевата активност и неговото влияние върху климата. Един от първите обекти в тази връзка беше редът на Шове (*Komitov, 1997*). Основните цели бяха три: 1/ Количествен анализ за търсене на статистически достоверни цикли; 2/ Сравняване на свръхвековия ход на слънчевата активност според данните в реда на Шове и радиовъглеродната серия INTCAL93 за последните ~ 1700 години; 3/ Изследване на стабилността на правилото на Гневишев-Ол (G-O) през последните 1700 години, а така също и условията за неговото нарушаване .

Правилото G-O е установено през 1948 г (*Гневишев и Ол, 1948*) въз основа на анализ на мощностите на 11-годишните цикли в Цюрихския ред. Съгласно същото 11-годишните цикли се групират по двойки, в които първи е цикълът с четен номер според Цюрихския ред. Интегралната мощност на четния цикъл е по-малка от тази на нечетния, т.е:

$$\int_{T_0(2n)}^{T_e(2n)} W(t) dt < \int_{T_0(2n+1)}^{T_e(2n+1)} W(t) dt$$

(4)

където $W(t)=Ri(t)$ е международното Волфово число , усреднено за единица време (стъпката на интегриране). Съответно $T_0(2n)$ и $T_e(2n)$ са моментите на началото и края на четния цикъл, а $T_0(2n+1)$ и $T_e(2n+1)$ - на нечетния.

Фактически много по-популярна е една друга опростена приложна версия на представяне на G-O- правилото, а именно посредством изгладените околмаксимумни средногодишни стойности. В този случай:

$$W_{max(2n)} < W_{max(2n+1)} \quad (5)$$

В Цюрихския ред , включително до цикъл No 21 правилото има две нарушения – за двойките цикли 4 - 5 (между 1784 и 1810 г, в началото на Далтоновия минимум) и 8 –9 (между 1833-1855г). По отношение на индекса Rh обаче последната двойка цикли не е свързана с нарушение.

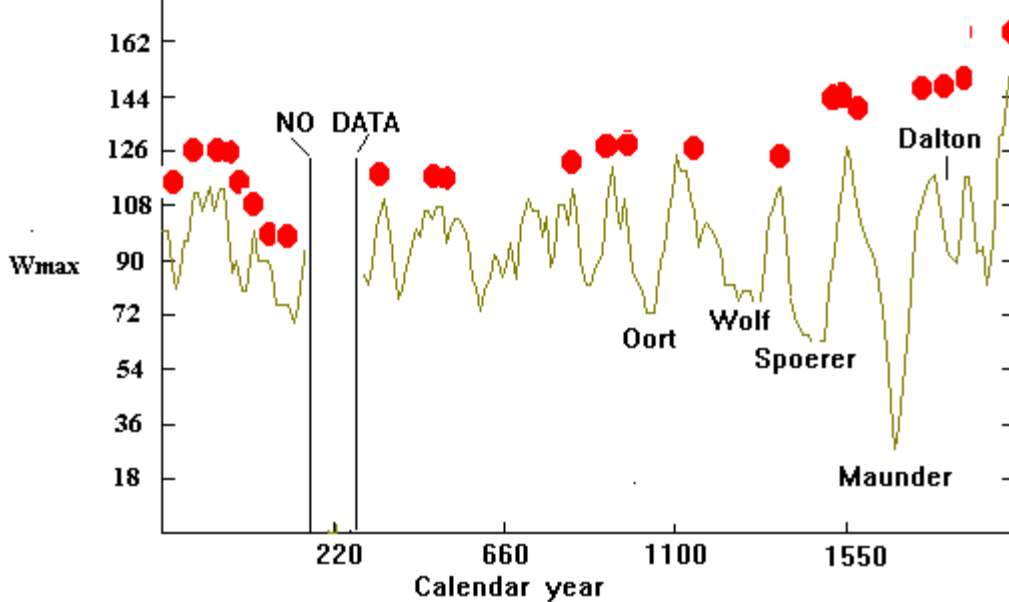
Проведеният от автора през 1996/ 97 г, анализ показва, че в реда на Шове за последните 1700 години нарушенията на правилото G-O са почти 1/3 от всички случаи. Освен това беше установено, че съществува пределно “критично ниво” за околмаксимумната мощност на четния цикъл $W_{max(2n)} = 125$, над което нарушението на правилото е събитие с достоверност над 90%. Въз основа на този резултат и известната вече стойност на мощността на цикъл No22 ($W_{max(2n)}=156$) бе направена прогноза, че двойката цикли 22-23 ще бъде с нарушение, т.е слънчевият цикъл No23 ще бъде по-слаб от 22-ри. През 2000-та година 23-ти цикъл достигна околмаксимумна мощност 121, с което прогнозата фактически се потвърди. Интересно е да се отбележи, че 94% от прогнозите , включени в т.нар. “Слънчев панел” през 1997 г предвиждаха мощност в диапазона 130- 190. Сегашното нарушение на правилото G-O е първото от 150 години насам.

С какви процеси в дългосрочния ход на слънчевата активност е свързано въпросното явление е много интересен въпрос, който ще бъде разгледан в &4.

На фиг.14 е показан изгладеният по 5 точки / в случая 11-годишни петнообразувателни цикли / ред на Шове. Това съответствува на времеви период на изглаждане ~ 55 години. Фигурата представя нова версия на изследването от 1996г и включва и по-ранната извадка на редицата (между 214г пр.н.е. и 192 г.н.е.). (Komitov, 2007a). Включен е и последният 23-и цюрихски цикъл. Обозначена е и областта на липсващите данни от 3-и век. Със запълнени кръгчета са обозначени средните моменти на двойките 11-годишни цикли с нарушение на правилото G-O.

Квазидвуековият цикъл е много добре видим. Той се изразява в серия от относително дълбоки минимума с продължителност от по няколко десетилетия. Особено добре квазидвуековите вариации се очертават след 1000-та година. Тогава започва серия от все по-дълбоки минимума през нечетните календарни столетия (11-и век- минимум на Оорт, 13-и – на Волф, 15-и –на Шпюрер и 17-и-на Маундер). Вижда се, че последният е много добре проявен и е най-дълбокият свръхвекови минимум през последните 1700 години. Следващият минимум на двуековия цикъл е този на Далтон (“D”) в началото на 19-и век, който обаче е вече разположен върху възходящата част на една свръхдългосрочна тенденция.

Двуековите колебания преди 1000-та година са много по-слаби. Все пак трябва да се отбележи, че единият от тях – този през 6-и-7-и век е значително по-дълбок от останалите. От друга страна двуековият минимум през 9-и век е съвсем слабо забележим.



Фиг.14. Редът на Шове (214 пр.н.е. –2006 от н.е.) (изгладени стойности по 5 точки) (Komitov, 2007b)

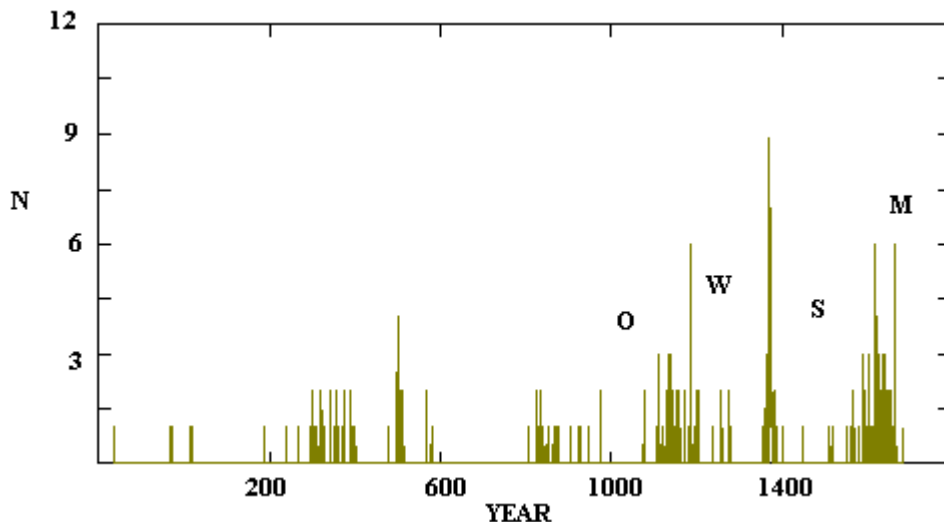
Периодът между 8-и и 12-и век е с относително високи нива на слънчева активност. Много добре обаче се вижда кратката, но много стръмна свръхвекова тенденция в съвременната епоха- след Далтоновия минимум. Съвременният свръхвекови максимум съответствува на най-високото ниво в едромасабния времеви ход на слънчевата активност през последните близо 2200 години.

С помощта на T-R периодограмен анализ се открива, че главният цикъл в реда на Шове в непрекъснатата част след 296-а година –двувековият е с продължителност от 204 години (Komitov, 1997; Komitov and Kaftan, 2003)). Този резултат се разминава с определената от Шове величина 176-180 години, но съответствува много добре на резултатите от радиовъглеродните редици за същия период от време (INTCAL93 и INTCAL98 / INTCAL04 още не е изследвана с T-R метода, но сериозни разминавания спрямо предните две версии са практически изключени, Б.а). Други автори, анализирали през последните 35 години реда на Шове с помощта на различни числени процедури и компютърна техника също получават резултати за продължителността на двувековия цикъл около и малко над 200 години (Romanov and Zgonyaiiko, 1994; Fyodorov et al, 1995).

Следващият по значимост цикъл е с продължителност 350-360 години, а на трето място е квазихилядолетното колебание (~1150 години). За наличие на квазихилядолетен слънчев цикъл пръв споменава Ян Копецки (Kopecky, 1984) въз основа на собствен анализ на средновековни документи. В реда на Швое се наблюдава също и серия от няколко статистически достоверни слаби цикъла с квазивекова продължителност (съответно 77, 88, 100 и 122 години).

“КИТАЙСКИЯТ РЕД” НА ГОЛЕМИТЕ СЛЪНЧЕВИ ПЕТНА (168 г. пр.н.е. – 1684г)

Първото писмено съобщение за наблюдавано в древен Китай видимо с просто око петно върху Слънцето датира от 168 г. пр.н.е. До 1000 г.н.е. броят на подобни съобщения е много малък. Както се вижда от фиг. 15 той нараства доста бързо в началото на второто хилядолетие и особено след 14-и век.



Фиг.15. Брой на наблюдаваните с просто око през отделни години големи слънчеви петна в Китай (168г.пр.н.е. – 1684 г.н.е. Свръхвековите минимума след 1000-та година са обозначени с букви. (по данни от Wittman and Xu,1987). В приложение III е дадена новата редица на гигантските петна на Вакуеро (2002)

Не бива това да се приема като чист ефект, свързан само с реалния ход на слънчевата петнообразователна активност. От съществено значение тук е субективния фактор, а именно – постепенно увеличаване на интереса към подобни явления и съответно към тяхното отразяване. Най-вероятно през първо хилядолетие и особено преди 200-та г.н.е. не е имало изобщо някакъв специален интерес към наблюдението на големите петна и тяхната регистрация е ставала случайно. С натрупването на случаи на наблюдения обаче интересът постепенно се е засилил и това се е отразило и в по-големия брой регистрации през последните столетия на тази редица от данни.

Тези данни могат да се приемат по-скоро като много груб относителен показател за нивото на петнообразователната активност. От тях се вижда, че времевите зони, в които големите петна напълно отсъстват или са рядко явление съвпадат със свръхвековите минимума.

Известно изключение прави само Маундеровият минимум. Както се вижда от диаграмата големите петна между 1600 и 1643г са често явление – в “Китайския ред” са дадени общо 39 регистрации. За следващите 41 години този брой е 18, т.е. все пак ефектът от навлизането в свръхвековия минимум е достатъчно добре различим.

Според авторите на редицата (Witmann and Xu,1987) същата може да се използва най-вече за определянето на приблизителните моменти на максимумите на 11 –годишните цикли, както и на епохите на свръхвековите минимума. Последното твърдение съвпада и с нашия извод, направен по-горе.

АВРОРАЛНИ ЯВЛЕНИЯ НА СРЕДНИ ШИРИНИ СПОРЕД ПИСМЕНИ СЪОБЩЕНИЯ ОТ ЦЕНТРАЛНА ЕВРОПА

Както вече беше посочено, третият важен писмен източник за активните процеси на Слънцето в доинструменталната епоха са сведенията от Централна Европа за наблюдаваните аврорални явления на средни ширини (фиг. 16) през последните 1000 години. Основното изследване на този тип данни е направено през 80-те години от чехословашки учени (Krivsky and Pejml, 1988).

За разлика от обикновените полярни сияния (*Aurora Borealis*- северно сияние и *Aurora Australis*- южно сияние) за аврорални сияния на средни ширини

се считат тези явления във високата атмосфера на Земята, които се наблюдават на ширини по-малки от 55° северна или южна ширина. В случая става дума за случаи, регистрирани в Северното полукълбо. Освен това техният произход е свързан директно с активните явления на Слънцето- с т.нар. “коронални изригвания” (СМЕ- *Coronal Mass Ejections*). Последните изхвърлят в пространството частици с много висока енергия (>1 MeV). Тези частици се влияят частично от земното магнитно поле, поради което проникването им в по-ниските слоеве на земната атмосфера може да стане не само в полярните райони , но също и на средни ширини. По този начин става възможно възникването на авророподобни явления и в зони извън северния и южен полярни овали (типичните зони на полярните сияния). По нататък за краткост ще ги обозначаваме с абривиатурата ССШ (сияния на средни ширини).

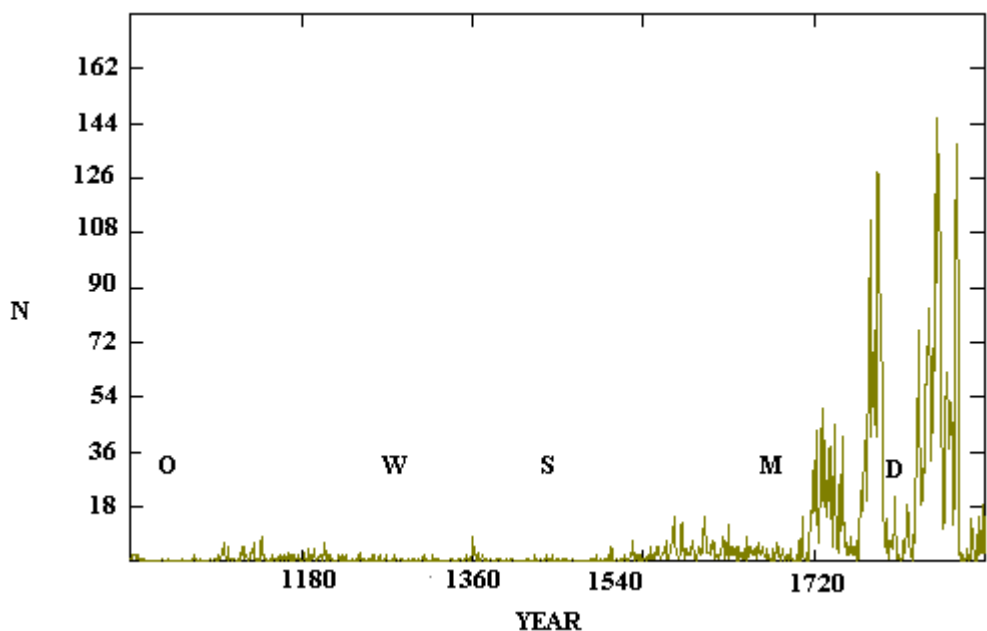


Фиг.16. Средноширочинно сияние над щата Минесота, 8 ноември 2004 г (снимка : Брайън Рейчфорд)

Общо за периода 1000-1900 година са регистрирани над 5000 аврорални събития на средни ширини над Европа. Тяхното разпределение като брой случаи за отделните години е показано на фиг.17. Засега на автора не са известни публикувани систематизирани данни за 20-и век.

Както и в случая с “Китайския ред” на големите слънчеви петна и при ССШ –явленията е налице “тренд на любопитството”, т.е. нарастване на интереса за наблюдение и описание на тези събития с течение на времето. Големият скок в регистрациите обаче е след 1500-та година и очевидно е продиктуван от засиления интерес към естествознанието в Европа по време на Ренесанса. Данните от 16-и и 17-и век според автора обаче са най-трудни за оценка и интерпретация, тъй като тъкмо това е периодът , в който интересът е нараствал, но авроралната активност (най-вероятно) е спадала поради настъпващия свръхвекови слънчев минимум. Ето защо обект на по-детайлен анализ в &3 са последните два века от тази редица, т.е. след 1700-та година.

Все пак от фиг.17 ясно се виждат периодите с по-ниска аврорална активност. Както и в реда на Шове и “Китайския ред” на големите петна това са нечетните календарни столетия и съответно свръхвековите минимума на Оорт, Волф, Шпърер, Маундер и Далтон. Дори и най-беглия оглед обаче на данните след 1700-та година , където те са по-детайлни показва освен минимума на Далтон и два други изявени такива, съответно в средата на 18-и в края на 19-и век. Това е видима индикация, че освен квазидвувекови цикъл в ССШ-явленията се проявява и друг , чиято продължителност е няколко десетилетия.



Фиг.17. Аврорални явления на средни ширини , изразени като брой регистрирани случаи за една година (1000-1900 г.)

“КОСМОГЕННИТЕ” РАДИОИЗОТОПИ

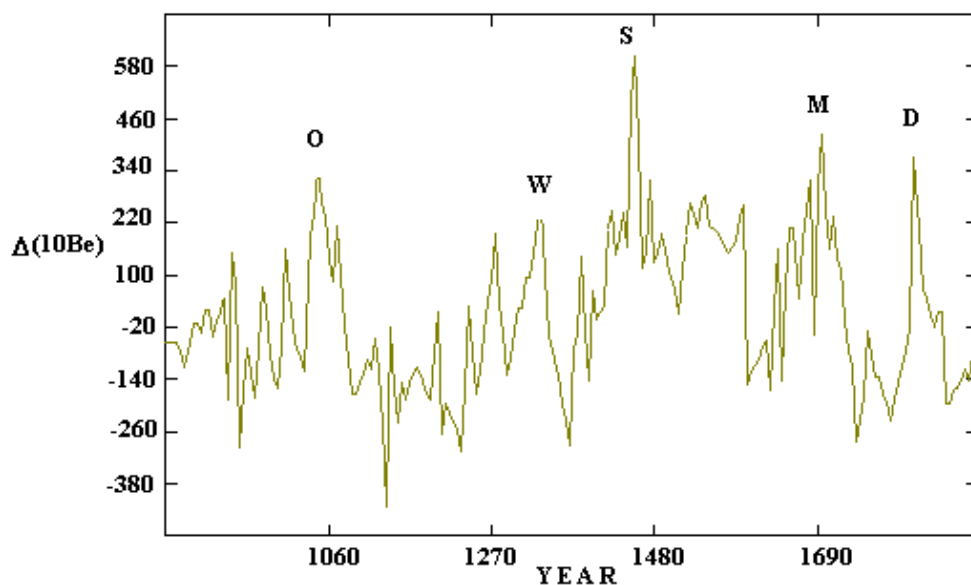
Редиците за съдържанията на “космогенните” радиоизотопи в различните слоеве или пръстенообразни структури дават индиректна информация за вариациите на слънчевия вятър в рамките на времевите интервали, за които те са получени. Реконструкцията на петнообразователната активност на базата на тези данни, както вече бе споменато, се правят въз основа на калибровка , за която вече бе разказано в &2.2.3.5. Регресионните формули на намерените връзки са със значителна остатъчна дисперсия- в случая на “гренландския” и “антарктическият” берилиев редове по оценка на автора тя е около 30% от общата дисперсия. Причината за това е , че параметрите на слънчевия вятър са най-тясно свързани с процесите в короната на Слънцето, които макар и да корелират, са относително самостоятелни от процесите във фотосферата и съответно от петнообразуването.

Последните 2000 години се “покриват “ напълно от радиовъглеродната редица на годишните пръстени на дърветата (INTCAL93/98/04). Времева стъпка на първите две версии е 10 години (Stuiver et al., 1993,1998), докато при INTCAL04 е 5 години(Reimer et al., 2004). От двете берилиев редици по интересна в случая е антарктическата, тъй като тя покрива по-голям времеви интервал (850-1900 година), докато “гренландската” обхваща само 563 години (1423-1985). От друга страна обаче последната е много интересна за изясняване на някои аспекти на слънчево-климатичните връзки (виж &3).

На фиг. 18 е показан “антарктическият” берилиев ред (Raisenbeck et al., 1990; Bard et al., 1997). Върху данните е приложена интерполационна процедура, така че те са преобразувани в редица с еднаква времева стъпка, равна на 5 години.

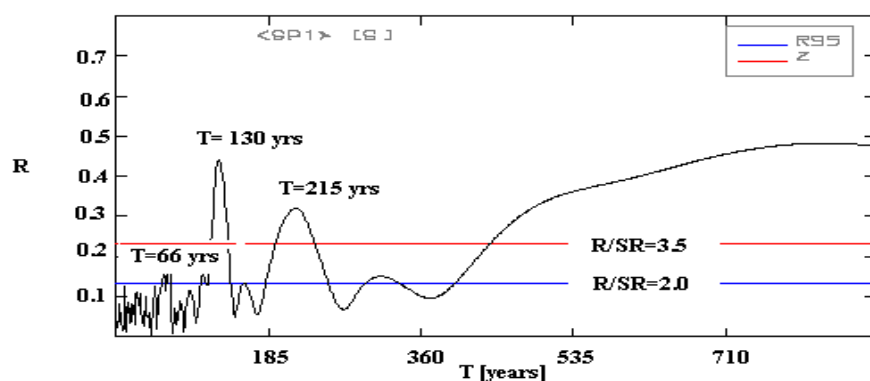
Заради Форбуш-ефекта поведението на този ред е огледален образ на слънчевата активност, т.е. минимумите при последната съответствуват на максимуми на берилиевите концентрации. Много ясно се виждат пиковете , свързани със слънчевите свръхвекови минимуми. Интересен за отбелязване факт

е, че за разлика от реда на Шове минимумът на Шпърер е по-добре изразен от минимума на Маундер –съответния “S”(Шпърер)-пик при берилиевите концентрации е по-висок от пика “M”(Маундер).



Фиг.18. “Антарктическият” берилиев ред (850-1900 г.). По ординатата са нанесени относителните вариации на ^{10}Be в промили спрямо средната концентрация за изследвания период. Поради “Форбуш-ефекта” тази картина е огледален образ на хода на слънчевата активност.

Спектърът на колебанията в тази редица, получен с T-R периодограмната процедура е показан на фиг.19.

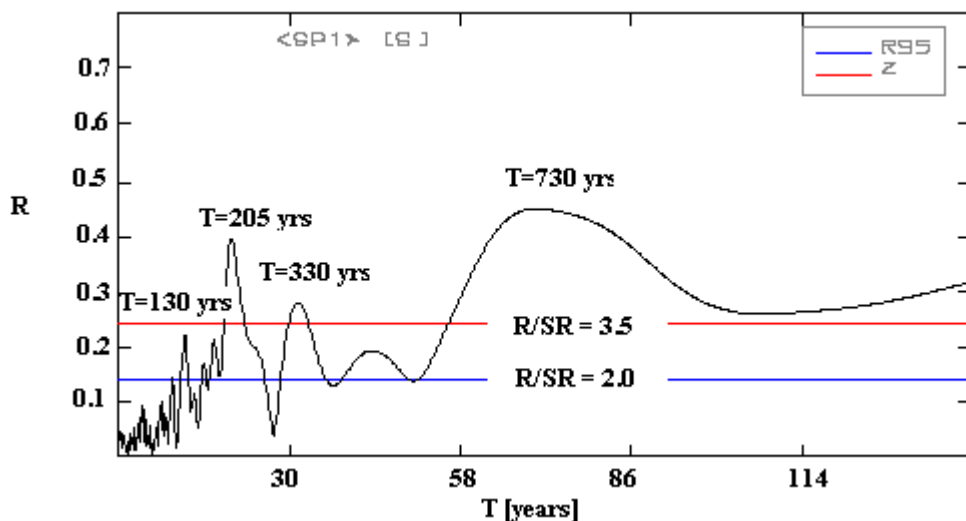


Фиг.19. T-R спектър на антарктическият берилиев ред. Червената и синята линии представят двете критични нива за статистическа достоверност на R (виж приложение I)

От T-R спектъра се вижда, че най-изявените цикли в антарктическите берилиеви данни са с продължителност 130 и 215 години (квизидвувекови), както

тренд, съответстващ на 850-годишно циклично колебание. Забелязва се също и значително по-слаб, но статистически достоверен 66-годишен цикъл.

Спектърът на колебанията на относителното съдържание на ^{14}C в годишните кръгове на дърветата (INTCAL98) за периода 1- 1900 г е показан на фиг.20. Най-силно е квазихилядолетно колебание с около 730-750 годишна продължителност, а на второ място е квазидвувековият цикъл ($T=204.5$ години). Както и в антарктическия берилиев ред и тук има добре изразен 130 годишен цикъл, но той е под “червения праг”, съответстващ на отношение $R/SR=3.5$ (виж приложение 1). От друга страна обаче квази-330 годишният цикъл, видим също и в антарктическия ред е със значително по-високо ниво на достоверност. Ще напомним, че цикъл с близка продължителност (350-360 г) е регистрирана и в реда на Шове.



Фиг.20. T-R спектър на радиовъглеродния ред на годишните пръстени на дърветата през последните ~2000 г.

КВАЗИДВУВЕКОВИЯТ СЛЪНЧЕВ ЦИКЪЛ

Локалните максимуми в радиовъглеродната редица през последните 2000 години съответствуват на свръхвековите минимуми на слънчевата активност в реда на Шове (фиг.21). През второто хилядолетие те кореспондират на минимумите на Оорт, Волф, Шпюрер, Маундер и Далтон. От друга страна същите минимуми са добре различни във всички останали редици, представящи инструментални или индиректни данни за слънчевата активност за времеви интервал ≥ 400 години, включително и редът на Хойт-Шатън (индексът Rh). Това дава основание да се твърди, че за активните явления на Слънцето е характерно присъствието на мощен квазидвувеков цикъл- както в петнообразуването, таки и в слънчевия вятър и еруптивната активност.

Очевидно двувековият цикъл е най-характерната отличителна черта на едромасщабния ход на слънчевата активност във времевата скала от няколко века до около 2000 години. Както вече беше посочено, той е регистриран най-напред от Шове още през 50-те години на 20- и век. Впоследствие неговото съществуване е потвърдено и в редиците на “космогенните” изотопи и най-напред в тези за ^{14}C (de Vries, 1958; Damon and Sonett, 1991; Дергачев и Чистяков, 1993).

През 2003 г. авторът съвместно с В. Кафтан (Komitov and Kaftan, 2003), разработвайки модели на динамиката на реда на Шове, установяват

приблизителните календарни моменти на минимумите на слънчевия двувековен цикъл. Последният е бил по време на цюрихския цикъл No 9 (1851 г), а следващият ще бъде около 2060 г. Последният максимум на същия е бил през 1956г и почти съвпада с най-мощният петнообразователен цикъл (цюрихски No 19) през последните 600 години.

По-прецизният анализ показва, че свръхвековите минимума като морфологични структури се оформят при суперпозиция от низходящите или околominiмумни фази на един или повече на брой векови или свръхвекови слънчеви цикли, но винаги с участието на двувековия цикъл.

Конкретно в радиовъглеродните редици квазидвувековият цикъл се нарича “вариация на де-Ври” (Дергачев, 1994)

Както се вижда от сравняването на фиг. 19 и 20 и в двете редици има достоверни цикли в диапазона между 300 и 400 години. Същото важи и за реда на Шове и “гренландския” берилиев ред (Komitov and Kaftan, 2004). Следователно в активните явления на Слънцето има и ~350 годишен цикъл.

Присъствието на 130-годишен цикъл във свръхвековия ход на слънчевата активност води до предположението, че най-вероятно той участва и в остатъчната дисперсия на температурните колебания спрямо регресионния модел (3). Както бе показано в предния параграф там се проявява 134-годишна цикличност. По такъв начин той дава принос в сумарното влияние на свързаните със Слънцето фактори за климатичните промени. Респективно това свива още повече горната граница на относителното влияние на другите възможни фактори, включително и на човешката дейност.

СЛЪНЦЕТО И КЛИМАТЪТ ПРЕЗ ПОСЛЕДНИТЕ 2000 ГОДИНИ: КОРЕЛАЦИОННИ ВРЪЗКИ

Още от грубото визуално сравнение на фиг.2а и реда на Шове или “антарктическият” ред се вижда, че има връзка в главните морфологични структури на кривата на температурните колебания според Борисенков (1976) и поведението на слънчевата активност през последните 1200 години, а именно: 1/ Хронологичното съответствие между серията свръхвекови слънчеви минимума и периодите на временно захлаждане на климата с около 0.3-1 градуса; 2/Периодът на относително високата слънчева активност около 8- 13-и век и Средновековния температурен максимум 750-1200 г.н.е.; 3/ Двата най-дълбоки слънчеви свръхвекови минимума на Шпюрер и Маундер съвпадат по време с “Малкия ледников период” (15-18-век) а слабото и временно затопляне през 16-и век има за аналог временно, но стръмно покачване на слънчевата активност (“Ренесансовият максимум”); 4/ “Модерният” слънчев свръхвековен максимум има за свой аналог съвременното “глобално затопляне”.

За по-прецизен количествен анализ бе избрана една от най-новите публикувани редици за температурните колебания- тази на Моберг и др. (Moberg et al., 2005). Като редици на слънчевата активност бяха използвани радиовъглеродния ред на годишните пръстени (INTCAL98) за последните 2000 години, непрекъснатата част на реда на Шове след 296 г.н.е. и “антарктическият” берилиев ред (850-1900г).

Както вече бе показано в предния параграф, най-вероятната причина за дългосрочните колебания на среднопланетарната температура са свързани с аналогични промени на общата слънчева електромагнитна радиация. Същите обаче корелират с петнообразователната активност по-добре, отколкото с параметрите на слънчевия вятър, потока на ГКЛ и съответно скоростите на образуване на космогенните радиоизотопи. Оттук следва да очакваме, че коефициентите на корелация между температурните и радиоизотопните данни за

последните 2000 години макар и значими, все пак ще са с по-ниско ниво на статистическа достоверност в сравнение с регресионния модел (3), отнасящ се за последните 400 години. Знакът на корелацията естествено трябва да бъде отрицателен.

За изследване на връзките между температурните колебания и космогенните радиоизотопи данните бяха изгладени по 50 години (съответно по 5 точки за ^{14}C , по 10 – за ^{10}Be и по 50- за средногодишните температурни данни). При радиовъглеродните данни най-добрият по абсолютна стойност /отрицателен/ коефициент на корелация се получава при фазово отместване /закъснение на ^{14}C данните/ от около 80-90 години поради наличието на значително “резидентно време”. В случая с берилиевите данни такъв ефект практически отсъства.

От анализа стана ясно, че най-добрата връзка с температурните колебания (редицата на Моберг и др., 2005) е линейна и при споменатото фазово отместване коефициентът на корелация достига $r = -0.53$. При големия брой данни (по 186 за всяка една от сравняваните редици) $r/sr \approx 10$, т. е. коефициентът на корелация надхвърля около 10 пъти грешката си, а достоверността на връзката е над 99%. Факторът (относителното съдържание на ^{14}C) формира около 39% от общата дисперсия, т.е. $F = 1.39$. Напомняме обаче, че радиовъглеродните данни са индикатор за параметрите на слънчевия вятър, а връзката с петнообразуването и съответно с общата слънчева светимост е индиректна. Това способствува за по-големия дял на остатъчната дисперсия на връзката “ $^{14}\text{C} \rightarrow$ температура”.

Коефициентът на корелация между температурните вариации и антарктическите берилиеви концентрации е $r = -0.5$. Отношението $r/sr = 9.5$, а представящият слънчевата активност фактор (концентрацията на ^{10}Be) формира около 34% от общата дисперсия. И в този случай важи твърдението, че концентрацията на космогенния изотоп е много груб индикатор на слънчевото петнообразуване и на общата слънчева светимост.

Така получените връзки биха могли евентуално да бъдат подобрени ако се премине към по-големи интервали на изглаждане на данните.

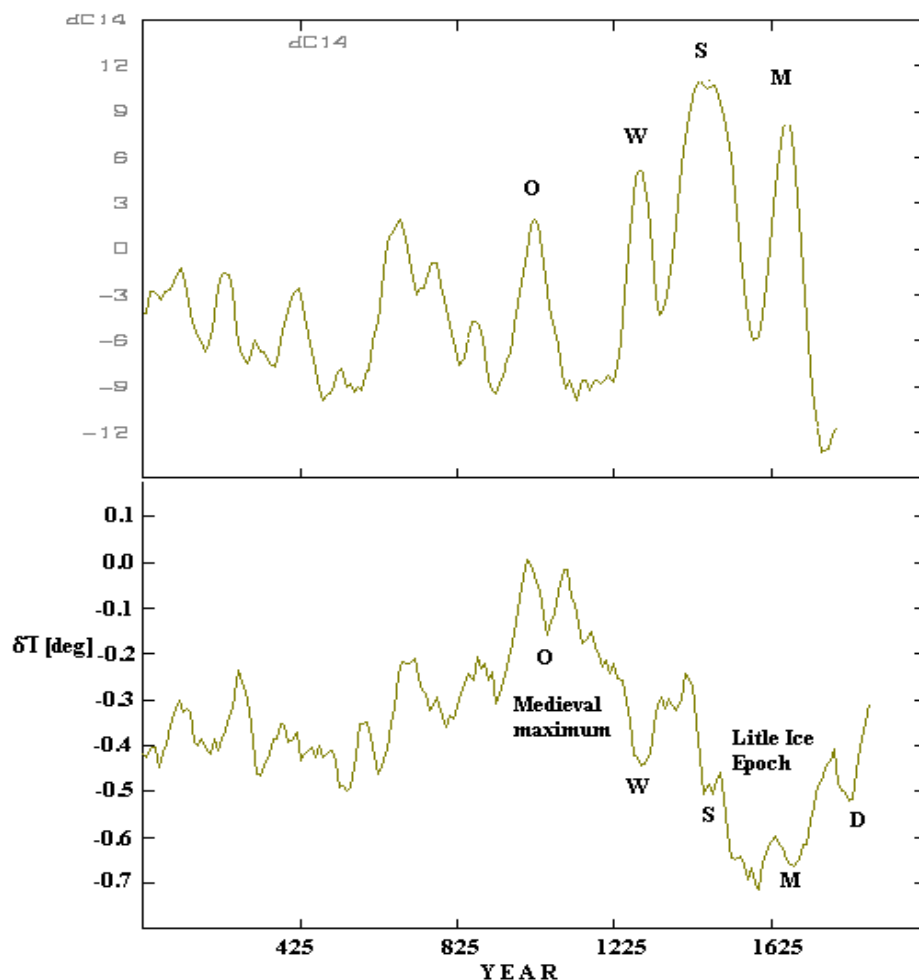
През последните години има разработени физически модели, посредством които въз основа на данните за космогенните радиоизотопи и по-специално “антарктическият” ^{10}Be се преизчислява магнитния поток на Слънцето и петнообразователната активност (Usoskin et al., 2002, 2004). Тези модели обясняват много добре поведението на климата през последните 1200 години ако се приеме за достоверен сценарият “Хокеев стик” (Mann and Jones, 2003). Както авторите сами отбелязват (Usoskin, 2004) най-големият дял за добрата корелация имат данните след 1850 г. Това се дължи на обстоятелството, че според предлагания от тях динамичен модел на слънчевата активност през последните 150 години при нея също се наблюдава явлението “Хокеев стик”, чиято най-висока част е “Модерният” свръхвекови слънчев максимум.

По-подробна дискусия за това доколко моделите от тип “Хокеев стик” адекватно представят динамиката на слънчевата активност и климата във времето ще се спрем по-надолу в следващия параграф.

Процедурата за привеждане в съпоставим вид на данните от реда на Шове и температурните колебания е по-сложна в сравнение с аналогичната при космогенните изотопи. Преди всичко се налага температурните данни да бъдат усреднени за всеки един от 153-те цикъла на Швабе-Волф, които участвуват в реда на Шове след 296г.н.е. След това се изчисляват коефициентите на корелация между двете редици като последователно се преминава към все по-голям брой точки, по които двете редици се изглаждат. Оказа се, че най-висок коефициент на корелация и най-добра достоверност се получават при изглаждане по 50 точки (~550 годишни пълзящи средни стойности) като коефициентът на корелация достига +0.69, а $F=1.91$. При това положение

факторът (изгладените мощности на 11-годишните цикли) дава около 46% от общата дисперсия на температурните колебания.

От представените тук резултати следва, че в рамките на последните 2000 години изгладените данни за температурните промени следват основните тенденции на слънчевата активност. Най-забележимите климатични събития през този период- Средновековният климатичен максимум (8-12-и век), Малкият ледников период (15-17-и) век и съвременното “глобално затопляне” през 20-и век имат своите аналози в свръхвековия ход на слънчевата активност: Средновековен свръхвекови максимум, минимум на Маундер и “Модерен” свръхвекови слънчев максимум.



Фиг.21. Изгладени 50-годишни средни стойности на относителните съдържания на ¹⁴C /горе/ и температурните колебания според Моберг и др.(2005) през последните 2000 години. Ниските нива на радиовъглерод съответствуват на високи нива на слънчевата активност.Личат добре минимумите свързани с двувековите цикли.

Следващият въпрос , който ще бъде разгледан е дали тези събития в поведението на слънчевата активност и климата са циклично повтарящи се или са уникални по своя характер.

2.2.4.3. През последните 10 000 години (Холоцен): Радиовъглеродът

Главният източник на данни за поведението на Слънцето през следледниковата епоха са радиовъглеродните данни от годишните пръстени на дърветата (*Stuiver et al., 1993, 1998; Reinmer et al., 2004*). Вариациите в относителната скорост на образуване на ^{14}C съгласно Стуивър и др (1998) е показана на фиг.5. Същата представлява селекция от пълната редица на тези данни, която е с дължина около 12000 години. Авторът е направил тази селекция от съображения за по-голяма сигурност на използваните за по-нататъшен анализ данни. За радиовъглеродните данни се счита за сигурно , че отразяват условията на проникване в атмосферата на ГКЛ , породени от промените в слънчевата активност и вероятно, до известна степен повлияни от дългосрочни вариации в интензитета на земното магнитно поле. Ролята на метеорологичния “шум” е съществено по-малка в сравнение с берилиевите редици.

ТРЕНДЪТ

Първата особеност, която се вижда в динамиката на радиовъглеродните данни на фиг.5 е наличието на общ свръххилядолетен тренд, който в най-грубо приближение има характер на полуълна. През първите две хилядолетия на изследвания период нейната фаза е близка до своя максимум, докато в съвременната епоха (последните 1000-1200 години) тя е близо до своя минимум. Следователно, с голяма доза увереност може да се счита , че по своята природа трендът е свързан с дългосрочен цикъл, който по своята продължителност е съпоставим надхвърля дължината на временния ред, където се проявява. За такива трендове по-нататък ще използваме понятията “хиперцикъл” или “тренд-хиперцикъл”.

Следващият въпрос е: Каква е природата на тази свръххилядолетна тенденция? Отговорът е търсен в следните посоки:

1/ Трендът-хиперцикъл е резултат от циклична промяна в интензитета на земното магнитно поле с период от около 23000 години. Тези промени модулират условията за проникване на ГКЛ в атмосферата , а оттам и скоростите за образуване на ^{14}C . Авторите, които “стъпват “ на тази хипотеза изваждат от данните хиперцикъл с подобен период с помощта на метода на най-малките квадрати и изследват остатъчните вариации с цел реконструкция на поведението на Слънцето.

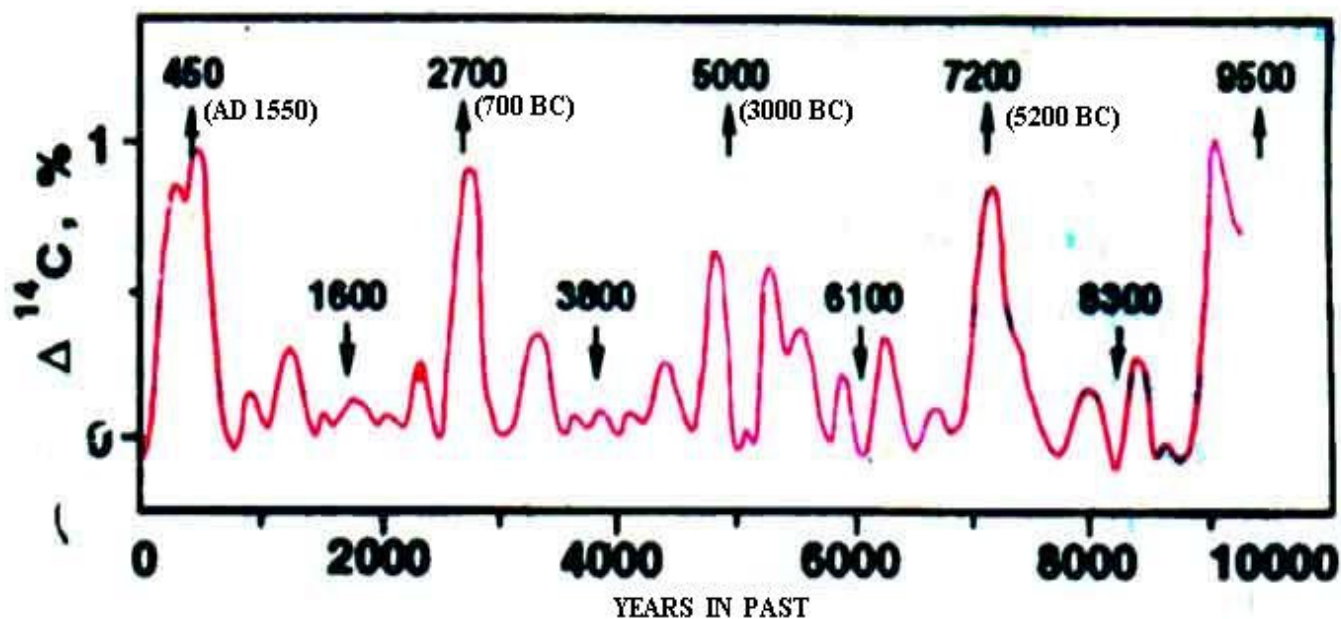
2/ Трендът е с геомагнитна природа, но не е резултат (само) от действието на горепосочения цикъл, а и от по-дълъг такъв (~39000 годишен) (*Kouznetsova, 2002*) .

3/ Трендът е свързан както с нивото на активните процеси на Слънцето, така и с вариации на геомагнитното поле . В този случай авторите на този етап не се ангажират с представяне на тренда като хиперцикъл с конкретна продължителност , а го разглеждат в полиномиално приближение или като числен сплайн.

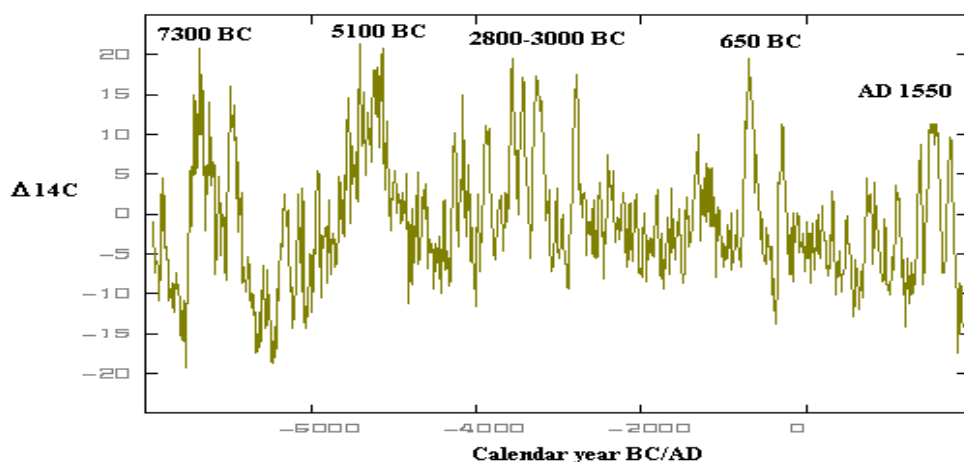
За/ Трендът е резултат от наслагането на няколко хиперцикъла в диапазона от няколко хиляди до няколко десетки хиляди години. Някои от тях биха могли да бъдат от слънчев , а други –от геомагнитен или комбиниран произход. На тази хипотеза заложи авторът. За резултатите и техния анализ ще бъде разказано в &3.

2200-2400 ГОДИШНИЯТ СЛЪНЧЕВ (ХАЛЩАДЦАЙТ) ЦИКЪЛ И ПРОМЕНЕТЕ НА КЛИМАТА В СЛЕДЛЕДНИКОВАТА ЕПОХА

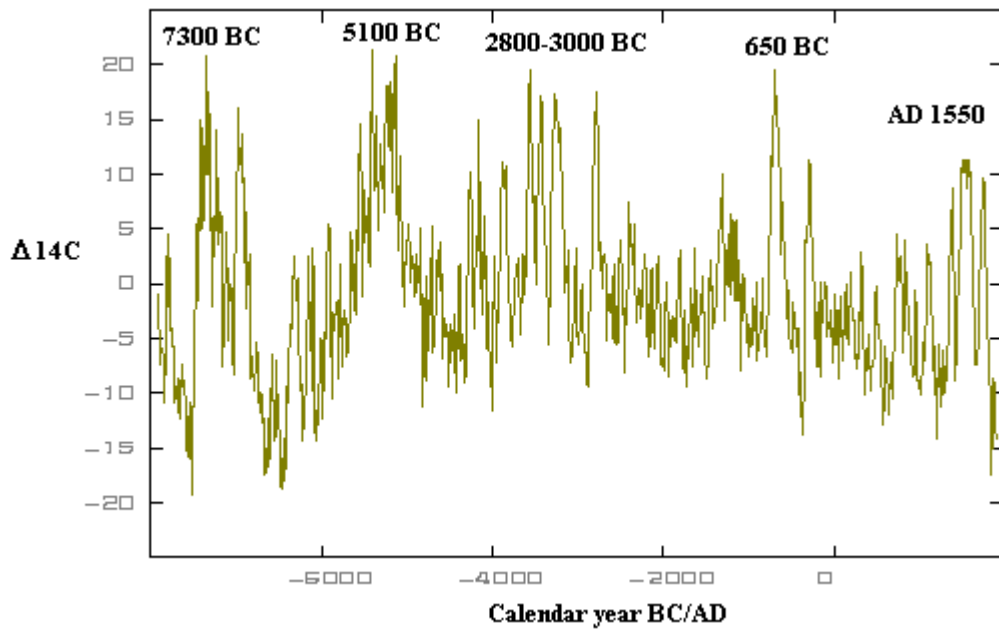
На фиг. 22а-в е показана редицата на остатъчните вариации след прилагане на различни процедури за отстраняване на свръххилядолетния тренд. Както се вижда, независимо от приетите хипотези за неговия произход и числени техники за неговото описание и отстраняване, различията между получените редици на остатъчните вариации не са съществени.



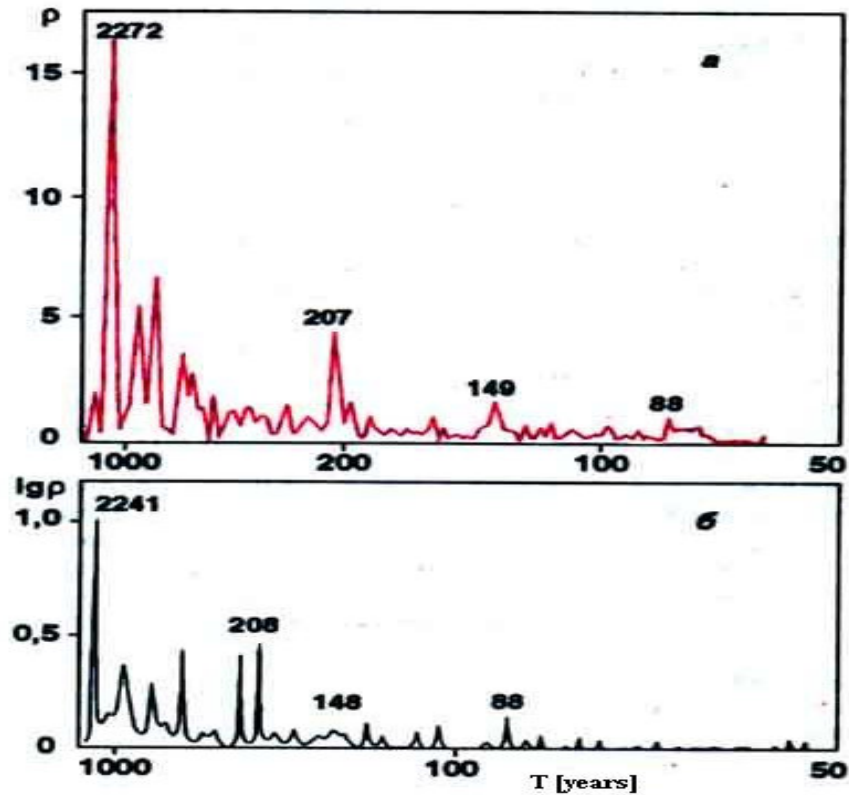
Фиг.22а Остатъчните вариации на радиовъглеродния ред според В. А.Дергачев (1994): Приложена е процедура на изглаждане чрез използване на гаусов филтър. Наименованието на абсцисата и календарните дати са добавени от автора.



Фиг.22б Остатъчните вариации на радиовъглеродния ред (INTCAL98)- без процедура на изглаждане-“официална” версия (Stuiver et al.,1998)



Фиг.22в Остатъчните вариации в радиовъглеродния ред (INTCAL98) след последователно отстраняване на всички нискочестотни колебания (хиперцикли), съдържащи се в свръххлядолетния тренд и изглаждане по 30 точки (300 години) (Komitov et al., 2004)

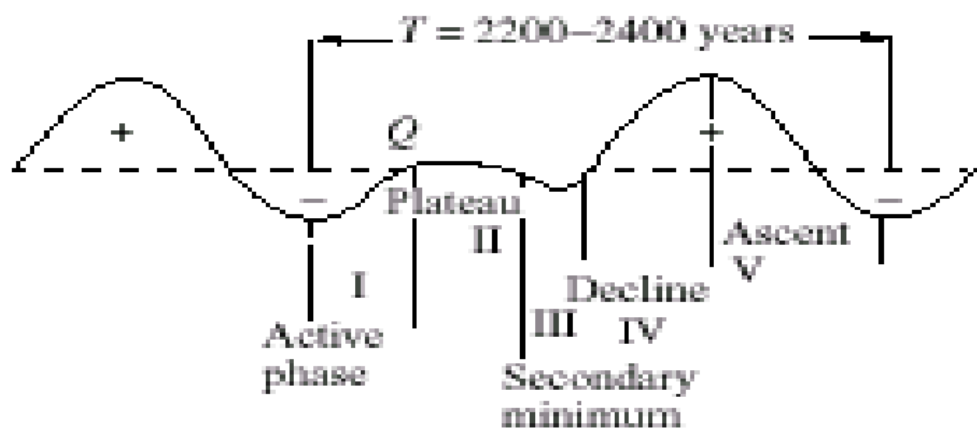


Фиг.23 Спектрална плътност на мощността на остатъчните вариации посредством дискретен Фурие анализ (горе) и метода на максималната ентропия (долу) (Дергачев, 1994). Най-мощен е 2200-2400 годишният цикъл.

Навсякъде на фиг.22а-в се вижда добре изразена 2200-2400 годишна цикличност в поведението на остатъчните вариации на ^{14}C . Тя се проявява като

серия от локални максимуми на относителното съдържание на същия през 16-17-и век от н.е. , 7-и, 28-30-и, 51-52-и и 72-73-и век пр.н.е. Тези максимуми съответствуват на дълбоки слънчеви минимума от “маундеров” тип. Следователно , уникалният в реда на Шове или инструменталните редици на петната Маундеров минимум се оказва регулярно явление в по-голямата времева скала- тази на Холоцена. Има доказателства, че макар и с по-малка амплитуда 2200-2400 годишният слънчев цикъл е устойчив и по време на Вюрмския ледников период (*Damon and Sonett, 1991*).

Финната структура на този квазидвухилядолетен слънчев цикъл е дадена най-напред от Дергачев и Чистяков (1993). По-нов и малко по-детайлен вариант е даден на фиг.24.



Фиг.24. Структура на 2200-2400 годишния слънчев цикъл. С “Q” приблизително е обозначена съвременната фаза (2000г.н.е.) (*Komitov and Kaftan, 2003*)

2200-2400 годишният слънчев цикъл всъщност е причината за възникването на климатичния цикъл на “малките ледникови епохи” (фиг.1) (&2.1). Моментите на последните по време на Холоцена са съответно през 1400-1700 г.н.е., 800-400 г. пр.н.е. , 3200-2800 г. пр.н.е., 5500-5000 г.пр.н.е. и ~ 7400г.пр.н.е., т.е. съвпадат с маундероподобните минимума на слънчевия цикъл. Климатичният ефект на 2200-2400 годишния слънчев цикъл е около 1.5- 2 °C колебание на среднопланетарната температура на приземния въздух. От казаното в &2.2.4.1 следва, че най-вероятната причина за това влияние са колебания на слънчевата светимост от около 0.3-0.5% с посочената продължителност.

От фиг.24 се вижда , че всяко едно квазидвухилядолетно слънчево колебание започва с начална активна фаза, продължаваща около 300-350 години след поредния маундероподобен минимум. Слънчевата петнообразователна активност бързо нараства, изразена във все по-мощни 11-годишни цикли на Швабе-Волф. Започва бързо затопляне на климата. Температурата нараства спрямо началното ниво (малкият ледников период) с около 1.2-1.5°C.

Започва втората фаза , която се характеризира със сравнително високо ниво на слънчева активност- “платото”. 11-годишните цикли са главно със средна или висока мощност. В течение на няколко столетия климатът остава сравнително топъл, но тенденцията към покачване на температурите спира

(климатичен оптимум). Мощността на 11-годишните слънчеви цикли се модулира от субвекови и квазивекови вариации, климатът-също. Двувеквите цикли през този период са слабо изразени.

Вторичният минимум е междинна фаза, продължаваща 300-400 години. Временно се засилва двувеквият цикъл, в околноминимумните части на който циклите на Швабе-Волф са слаби. Климатът застудява с около 0.5 градуса.

Главната активна фаза на 2200-2400 годишният цикъл започва към края на вторичния минимум. 11-годишните цикли увеличават амплитудата си. Климатът устойчиво се затопля за няколко века. Гренландският континентален ледник се разтопява в значителна степен и южната част от острова се превръща в “зелена страна”. Последната подобна епоха е била между 8-и и 13-и век(Средновековният температурен максимум).

Започва последната /низходяща/ фаза на 2200-2400 годишният Халщадцайт-цикъл, която продължава около 600-700 години. Двувеквите колебания се засилват, а вековете и субвековете – отслабват. Климатът застудява. Тази фаза завършва с нов маундероподобен слънчев минимум и малък ледников период.

2200-2400 –годишният слънчево-климатичен цикъл е изключително важен за развитието на човешкото общество. Свързаните с него промени в природната среда и особено във високите ширини на Северното полукукло и вътрешността на Евразия са катализаторът на серията от мощни миграционни вълни (“велики преселения”), които са критични моменти в общия исторически процес през Холоцена. Неговото действие е белязало също така и историческото развитие на народите от доколумбова Америка, Китай и живота и бита на племената и народите от Арктика (*Дергачев и Чистяков, 1993*). Темата е изключително интересна, но излиза извън обекта на настоящия анализ. (За повече подробности виж книгата “Циклите на Слънцето, климата и цивилизацията” (*Комитов, 2001*)).

АМПЛИТУДНА МОДУЛАЦИЯ НА 200-210 ГОДИШНИЯ ОТ 2200-2400 ГОДИШНИЯ (ХАЛЩАДЦАЙТ) СЛЪНЧЕВ ЦИКЪЛ

Първите доказателства за вариации на мощността на квазидвувеквия слънчев цикъл с период от около 2300 години са дадени още през 1991 година от Дамон и Сонет на базата на радиовъглеродни данни (*Damon and Sonett, 1991*). През 1999 година авторът установи ~ 2300 годишна модулация на 200-годишния цикъл в радиовъглеродния ред на годишните пръстени на дърветата (INTCAL93) както и индикация за подобно явление в реда на Шове (*Комитов, 1999*) с помощта на алгоритъма на мощностните S-параметри, свързан с T-R периодограмния анализ. През 2004 година при детайлен анализ на основата на “двумерна” T-R периодограмна процедура върху редицата INTCAL98 модулацията на 200-210 годишния цикъл с период 2200-2500 години бе потвърдена също и от Бонев и др (*Bonev et al., 2004*).

Картината на ~2300 годишната модулация на двувеквите цикли е практически една и съща и в трите цитирани работи. Двувеквите цикли отслабват върху възходящите клонове на 2200-2400 годишния цикъл и са най-слаби във фазата на “платото” и в епохата на главния максимум. Анализът на резултатите за радиовъглеродния ред (INTCAL98) (*Bonev et al., 2004*) и реда на Шове (*Комитов, 20076*) показва че в съвременната епоха ~200 годишният цикъл е все още мощен и запазва около 65-70% от мощността си спрямо тази през Маундеровия минимум. Този факт има голямо значение за поведението на Слънцето през 21-и век и очакваното във връзка с това отражение върху климата.

“ХОКЕЙНИЯТ СТИК” – СЛЪНЧЕВИЯТ И КЛИМАТИЧНИЯТ СЦЕНАРИЙ

Съвременният (“Модерен”) свръхвекови максимум (1934- 2000), както се вижда от фиг.8 и бе вече обсъдено в & 2.2.4.1, е периодът с най-висока слънчева активност в цялата епоха на инструменталните наблюдения. Нещо повече- той е такъв и в рамките на последните 2200 години в реда на Шове.

Околомаксимумната област на предишния 2200-2400 годишен цикъл (800-1200 г.н.е) се състои основно от петнообразователни цикли със средногодишни околомаксимумни числа на Волф от порядъка на ~120, а при най-мощните тази стойност е 140-145. Обикновено се групират по два или три високи цикъла и два –три такива , чиято мощност е между 60 и 100. Това определя едно сравнително високо, но не и екстремално високо ниво на активност за около 500 години

От тази гледна точка, “Модерният” свръхвекови максимум е една сравнително къса , но с драстичен скок на слънчевата активност епоха. Ако приемем, че тя е започнала с началото на слънчев цикъл с цюрихски номер 17, т.е. през 1934 година и продължава до края на цикъл №23 (2007-2009г?) , то нейната продължителност се очертава да бъде общо около 75 години. Основанията, че свръхвековият максимум приближава или вече е достигнал своя край ще бъдат дискутирани в &5.

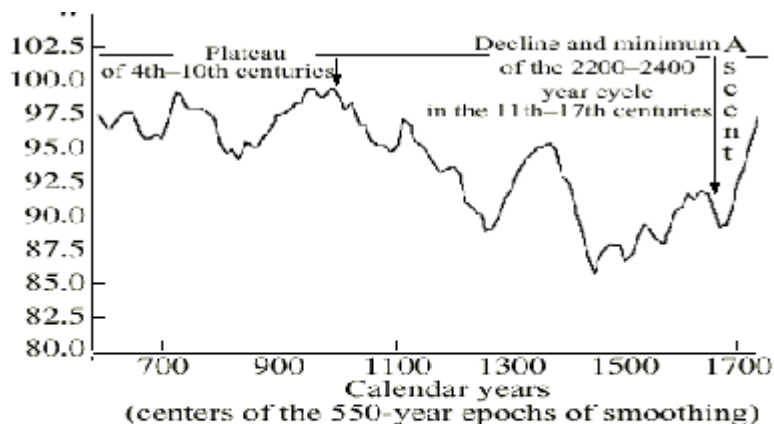
Твърдението , че Средновековният слънчев максимум е епоха на високи, но не и на екстремално високи 11-годишни петнообразователни цикли се демонстрира най-добре от фиг.25, където е показан изгладеният по 50 точки (~ 550 години) ред на Шове . Средните нива на слънчевата активност са очевидно много високи докъм края на 12-и век, но слаба тенденция към спад е видима още от 1000-та година. Следователно високата слънчева активност през 8-12-и век е реална дългосрочна тенденция в поведението на Слънцето, при която обаче отсъствуват много големи положителни флукутации (слънчеви цикли с мощност $W_{max}>150$).

За съжаление редът на Шове почти не съдържа данни за 11-годишните цикли между 500 и 220 г пр.н.е. когато е била началната активна фаза на предходния 2200-2400 –годишен цикъл. Поради това е трудно да се прецени доколко стремителното нарастване на слънчевата активност след 1700г и особено след 1934 г е характерно явление за тази фаза и дали не е свързано и с наслагване на някакъв друг фактор. Последният би могъл да бъде както проява на известна хаотичност в едромасщабния ход на слънчевите процеси, така и на някаква друга дългосрочна , евентуално и циклична тенденция, чиито свойства обаче засега остават неизвестни.

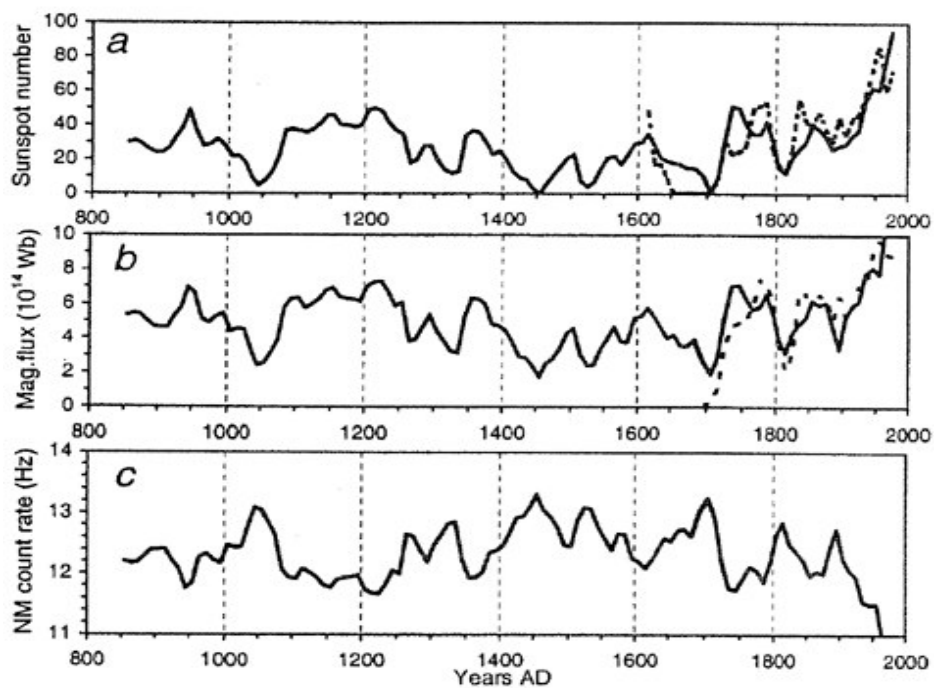
През последните години Усоскин и др. (2005) (*Usoskin et al., 2005*) и Соланки и др. (*Solanki et al., 2004*) правят опит на основата на физически модел и данни за ^{14}C (INTCAL98) , ^{10}Be (антарктическите) и петнообразуването през последните 400 години да реконструират петнообразователната активност, магнитния поток на Слънцето и потока на ГКЛ в различни времеви скали, включително една с дължина от 1000 г и друга обхващаща Холоцена (последните 11000 години следледникова епоха). Основните изводи от двете статии са много интересни и те биха могли да бъдат обобщени по следния начин:

1. Слънчевата активност през последните 1200 години е значително пониска в сравнение с последните ~100-150. Съгласно този модел слънчевата активност през Средновековието е по-скоро на средни нива ($R_h \sim 45-50$). Времеви ход на петнообразуването , магнитния поток на Слънцето и потока на ГКЛ наподобяват климатичния сценарий “Хокееен стик”(Usoskin et al.,2005)(фиг.26). Коефициентът на корелация с различните разновидности на климатичния “Хокееен стик” е много висок – около +0.7 до +0.8 в зависимост от избора на конкретната температурна редица от тази група .

2. Слънчевата активност в съвременната епоха е най-високата през последните ~8000 години (*Solanki et al., 2004*). В началото на Холоцена има само още две подобни събития. Между другото и двете много добре личат в радиовъглеродната редица (фиг.22б-в)



Фиг.25. Редът на Шове (непрекъснатата част след 296 г.н.е) Показани са съответните фази на 2200-2400 годишния Халищадцайт - цикъл (*Komitov and Kaftan, 2003*)



Фиг.26 Реконструкция на временните редове за последните 1200 години на числото на групите слънчеви петна R_h (горе), магнитния поток на Слънцето (по средата) и неутронната компонента на ГКЛ(долу)(*Usoskin et al., 2005*)

Както е известно, климатичните сценарии от тип “Хокеев стик” игнорират съществуването на Средновековен температурен максимум и Малък ледников период (фиг 2г). Създава се впечатление , че авторите на тази тип реконструкции се стремят да акцентират върху уникалния характер на климатичните промени през последните 150 години и фактически по този начин да защитят теорията за антропогенния източник на съвременното затопляне . Според много от критикуващите “Хокеевния стик” климатолози неговите автори използват по некоректен начин различните видове данни , върху които строят своите модели и най-вече дендрохронологичните(Legates, 2003; McIntryee, 2003-2007). (виж повече в &3 и 4).

Независимо от това как и с какви мотиви са възникнали климатичните сценарии от тип “Хокеев стик” е ясно , че дори и те не могат да “преодолеят” главният си конкурент – хелио-климатичната теория и то специално във варианта слънчев “Хокеев стик”.

От друга страна конвенционалният климатичен сценарий много добре се свързва с изводите за съществуване на 2200-2400 годишен слънчев и климатичен цикъл.

Както вече казахме, историческите писмени източници недвусмислено посочват периода 8-12-и век като много по-топъл от съвременната епоха, поне в Северното полукълбо. Тава ясно личи от историята на викингската колонизация на Гренландия, описана в множество документи. Всъщност залеждането на острова в приблизително този вид, в който то е днес започва около 1200-та година (Heierdal, 1983). В съобщенията на византийските историци за замръзване на река Дунав след 602-ра година има прекъсване от над 400 години, чак до 1035 г. След снежната зима в района на Константинопол през 717/18 г. по време на арабската обсада съобщенията за подобни събития прекъсват чак до 11-и век.(Златарски, 1933, 1971). Фиг.2в разкрива много топъл климат и в Китай по същото време (Yang Bao et al, 2002). От друга страна историческите документи (Heierdal, 1983)също много ясно сочат за големия климатичен прелом през 15-и век –така например през 1461 г когато датско -норвежкият крал издава указ за евакуация на живеещите в Гренландия скандинавски заселници поради катастрофалното застудяване на климата на острова.

Авторите на тези съобщения са живяли в епохи, които са достатъчно отдалечени от нашата съвременност. Те не са знаели, а и не биха могли да знаят за страстите и споровете около сегашното “глобално затопляне”. Ето защо техните сведения са обективни и безпристрастни доказателства за сериозни климатични промени в миналото, които категорично са станали без намесата на човешки фактор.

Как обаче стоят нещата със слънчевия “Хокеев стик”? Както вече казахме, редът на Шове също загатва за подобно явление, но не така добре изразено както в модела на фиг.26(горе). Според автора поради неотчитането на приноса на мощните слънчеви ерупции върху продукцията на космогенните изотопи , представените там модели приписват последната изцяло на ГКЛ. Това би довело до подценяване на нивото на слънчевата активност когато то е наистина високо. Конкретно в разглеждания случай вероятно има известно подценяване на Средновековния слънчев максимум.

Във всеки случай независимо от възможните грешки на всяка една от получените реконструкции, екстремално високото ниво на “Модерния” свръхвекови слънчев максимум в рамките на предходните 2000 години може да се счита за сигурен факт. От анализа на радиовъглеродните данни не се вижда толкова стремително нарастване на слънчевата активност по време на началните фази на предходните три 2200-2400 годишни цикли. Ето защо по отношение на

“Модерният” слънчев максимум може да се твърди, че той в основата си отразява началната фаза на сегашния квазидвухилядолетен цикъл, но съществен принос има и някакъв неизвестен засега допълнителен фактор.

Възможно е да се касае за случайна, относително къса (70-80 г) положителна флукутация, но може и да е ефект, породен от свръххилядолетна тенденция в поведението на Слънцето. Твърде е възможно да сме свидетели на навлизането във фаза, която е аналогична на преходната епоха Вюрм-Холоцен. Както се вижда на фиг.22б през този период свръхвековите колебания на слънчевата активност са много силни в сравнение със следващите 7500-8000 (“спокойната” фаза на Холоцена). По този начин “Модерният” свръхвеков слънчев максимум и неговото климатично следствие –съвременното “глобално затопляне” всъщност биха могли да са предвестници на нова дългосрочна тенденция към екстремално ниска слънчева активност и дълбок климатичен минимум, заемащ междинно положение между “малък” и “велик” (Вюрм, Рис) ледников период. От фиг.27 се вижда, че подобен сценарий е напълно възможен през следващите две хилядолетия.

Естествено тези разсъждения може и да се окажат вярни, но на този етап не са подкрепени от някакъв задълбочен анализ, а по-скоро са на базата на качествени визуални оценки върху представените на фиг.5, 22б и 27 данни. За да се даде по-сигурен отговор в тази насока е необходим детайлен анализ за природата на свръххилядолетния тренд на радиовъглеродните данни. Най-вече трябва да се отчетат по-точно приносите на Слънцето и геомагнитното поле в него. За оценка на климатичния принос е много важно също така и да се вземат предвид и ефектите, свързани с теорията на Миланкович (*Imbree and Imbree, 1979; Houghton, 2007*).

2.2.4.4. През последните 200 000 години

В следващите два параграфа съвсем накратко ще бъде направен преглед на известните към момента данни за климатичните промени през последните 200 000 години и възможния принос на слънчевите колебания в тях.

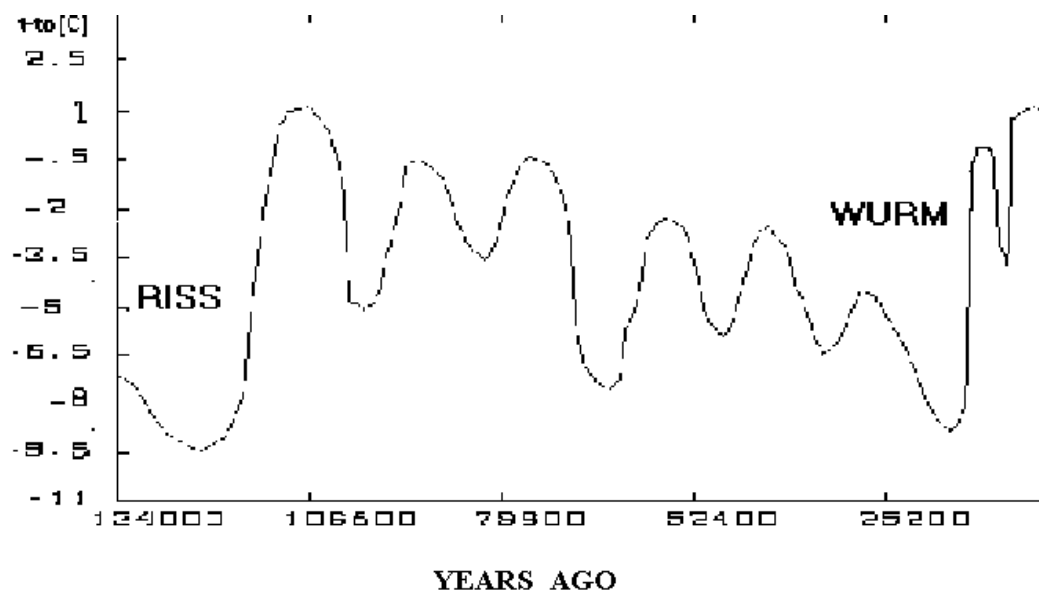
Най-отличителната черта на разглежданата времева скала са двата “велики ледникови периода” –Рис и Вюрм (*Борисенков, 1976; Imbree and Imbree 1979*). В техните най-дълбоки фази средната температура на приземния въздух е била с 8-9 градуса по-ниска от съвременната. Континентални ледници с дебелина до 2000 метра са покривали голяма част от днешния умерен пояс като приекваториалната им граница в Северното полукълбо се е спускала на юг до ~ 48-50 °N географска ширина, т. до районите на днешните градове Киев, Дрезден и Чикаго.

Динамиката на среднопланетарната температура на приземния въздух е показана на фиг.27. От нея се вижда, че освен двата дълбоки “велики” ледникови периода в тази времева скала се наблюдават и колебания със среден период ~25-30000 години и свързани с тях температурни вариации от порядъка на около 4°C.

Главният механизъм, чрез който палеоклиматолозите се стремят да обяснят температурните колебания е на основата на “астрономическата” теория на Миланкович. Съгласно последната промените в ориентацията на земната орбита в пространството (прецесията на голямата ѝ ос), промените в ексцентрицитета на същата, както и промени в наклона на земната ротационна ос са причината за наблюдаваните климатични вариации във времевата скала на Плейстоцена (последните ~600 000 години). Подробно описание на теорията на Миланкович е дадено в книгата “Тайната на ледниковите епохи” *(*Imbree and Imbree, 1979*). Сравняването с реалните данни показва, че чрез механизмите на Миланкович се обясняват около 60% от наблюдаваните климатични вариации

през Плейстоцена. Счита се по принцип, че посочената теория не може да обясни ~100 000 годишния цикъл на великите ледникови периоди.

В “остатъчните” 40% се крие потенциалния принос на слънчевите вариации. Частично техният принос се съдържа в тренда на радиовъглеродния ред .



Фиг.27. Последните ~135 000 години от климатичната история на Земята (Борисенков, 1976). За “нулево ниво” е избрана среднопланетарната температура през 1900-та година.

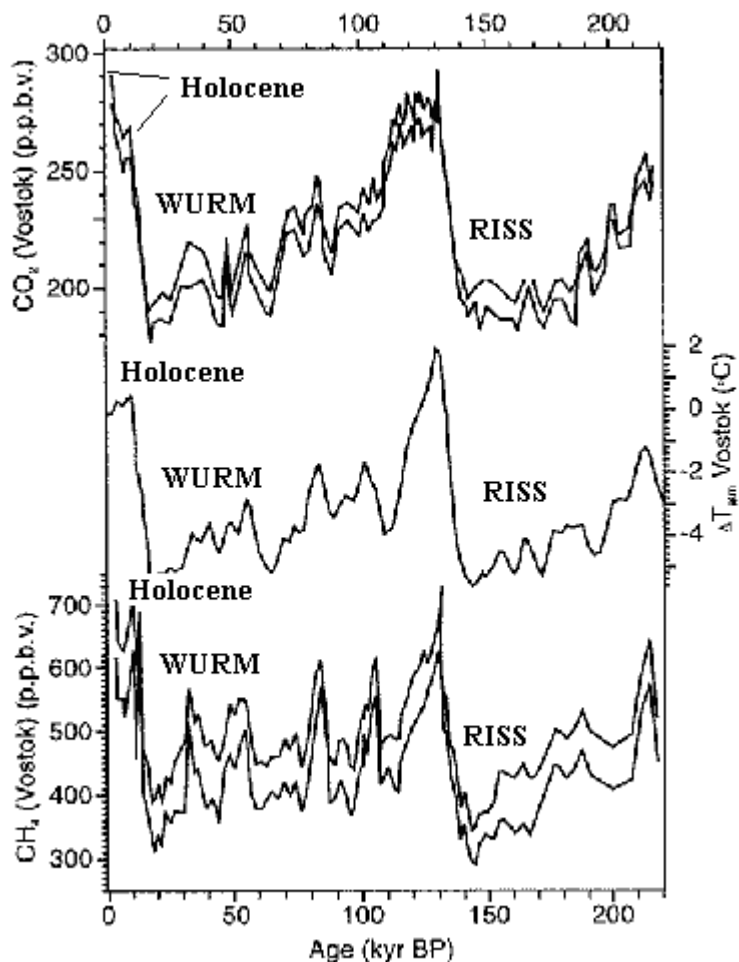
Причината за ~100 000 годишния цикъл на “великите ледникови периоди” обаче със сигурност не е свързана с този тренд, а представлява резултат от още по-дългосрочен по своето действие фактор.

Според Шарма (*Sharma, 2002*) този фактор е от слънчев произход. Това той го доказва на основата на анализ на данни за съдържанията на ^{10}Be в океанските седиментни скали , в които открива мощен цикъл с подобна продължителност. Този резултат се оспорва в едно ново изследване на Мюшелер и Беер (*Muscheler and Beer, 2006*) , които използват дълъг берилиев ред (~80 000 години), заснет от сондаж в Централна Гренландия. От друга страна обаче в полза на извода на Шарма са резултатите от радиовъглероден анализ на пещерни образци(Стойкова и др., 2001). Както се вижда, въпросът засега остава открит. Проблемът е свързан главно с трудното намиране на данни , които да са независими от останалите като източник на информация. За съжаление в тази времева скала няма писмени източници съобщаващи за слънчеви петна или атмосферни сияния, а радиовъглеродните редици на дърветата също не я покриват .

И все пак трябва да се има предвид, че резултатите на Шарма са получени на базата на анализ на проби от 33 различни точки на Световния океан , докато гренландските данни са само от една точка, а и редицата е значително по-къса. По тази причина резултатите и изводите на Шарма на този етап имат по-представителен характер.

КВАЗИ-100000 ГОДИШНА ЦИКЛИЧНОСТ НА КОНЦЕНТРАЦИИТЕ НА АТМОСФЕРНИТЕ CO₂ И CH₄ ПРЕЗ ПОСЛЕДНИТЕ ~220 000 ГОДИНИ (СТАНЦИЯ ВОСТОК, АНТАРКТИДА)

Привържениците на теорията за антропогенния парников ефект обикновено подминават факта, че главната отличителна особеност на динамиката на концентрациите в атмосферата на “парниковите” газове като CO₂ и CH₄ е цикличния характер на тяхните изменения (фиг.28).



Фиг.28 Времеви ход на концентрацията на CO₂ (горе), CH₄(долу) и температурата (по средата) по данни от анализ на ледени проби в района на станция “Восток”, Антарктида (Jouzel et al., 1993). Обозначенията на геоложките епохи вътре във фигурата са добавени от автора.

Наличието в тези данни на квази-100000 годишен цикъл наред с друг по-слаб и къс с период от около 25000 години е очевидно. Концентрациите и на двата газа като цяло корелират много тясно с температурата, която всъщност е водещият фактор за тях. Съвременната епоха (левият край на абсцисната ос) се характеризира с високи нива и на двата газа, което е свързано именно с високата температура през Холоцена спрямо Вюрмския ледников период.

Последното обаче е вярно като обща тенденция. Някои относително къси участъци от кривите на газовите концентрации са в антикорелация /т.е.

“огледални”/ по отношение на температурата. Това важи и за епохата на Холоцена (последните 8000 -10000 години). Специално за концентрацията на CO₂ през този период се вижда, че тя като цяло нараства без това да става с температурата /виж фиг.1/. Същата като обща тенденция е дори и в лек спад през последните 7000 години. (Краткосрочна тенденция като съвременното “глобално затопляне” не може да се прояви върху тези данни, тъй като те са с голям времеви прозорец на изглаждане, Б.а). Тъй като дискутираният времеви интервал е много голям (няколко хиляди години) в сравнение с индустриалната епоха (~200 години) въпросът за търсене на някакъв антропогенен ефект в тези редици просто няма смисъл.

2.2.4.5. През последните 5 милиона години

Според изнесените факти в статията на Дергачев и Чистяков (1993) анализът на съдържанието на космогенни радиоизотопи в образците лунен грунт, доставени на Земята от пилотиран кораб и автоматични сонди дава възможност за груба реконструкция за поведението на слънчевата активност във времеви мащаби до 5 милиона години назад във времето. Много грубата дискретизация по време на този тип данни се компенсира до известна степен от факта, че те са напълно свободни от влиянието на земното магнитно поле. (Лунната орбита се разполага почти изцяло извън границите на земната магнитосфера.)

На база на анализа на концентрациите на различни космогенни изотопи в скалните образци е установена индикация за съществуването на мощен квази-25000 годишен цикъл в падащия върху лунната повърхност поток от ГКЛ и респективно на Слънцето.

Стойността на потока на ГКЛ за по-отдалечените във времето епохи е оценена на база сравнение на неговите средни стойности към същите, но за по-близък интервал от време. Така например е установено, че потокът е средно по-висок през последните 1 мирион години в сравнение с последните 5 милиона. Последното означава, че през последните 1 милион години слънчевата активност е била относително по-ниска в сравнение с посочения предходен период.

В климатичен аспект ситуацията изглежда така: По-студеният климат през кватернера съответствува на по—ниски нива на слънчевата активност в сравнение с късния терциер. Известно е, че преходът към четвъртичната епоха (кватернера) е свързан със значително застудяване на климата и начало на серията от дълбоки циклични залеждания (велики ледникови периоди).

Този факт косвено доказва, че промените в активността и общата светимост на Слънцето играят ако не основна, най-малкото значителна роля в геоложката времева скала, наред с геодинамичните процеси – промените във вътрешния земен топлинен източник, дрейфът на континетите, планинообразуването и др.

В този параграф бяха разгледани установените към настоящия момент закономерности в динамиката на слънчевата активност и климата във времеви скали ≥ 50 години. Краткосрочните вариации, свързани с 11-годишния слънчев цикъл на Швабе-Волф и 20-22 годишния (хейловски) магнитен цикъл както и по-късите от тях бяха целенасочено пропуснати. Това беше направено не поради тяхното омаловажаване, а тъй като целта на обзора беше да се обърне по-голямо внимание именно на по-дългосрочните тенденции, свързани с проблема за широко обсъжданите съвременни промени в климата. Последните очевидно надхвърлят времевите мащаби и амплитудата на посочените два цикъла. Циклите на Швабе-Волф и Хейл обаче са от първостепенна важност когато трябва да се анализират и прогнозираат регионални и краткосрочни (в границите на две-три десетилетия) климатични вариации. Това ще бъде показано в &4.

2.3. За физическите механизми на слънчево-климатичните връзки

Търсенето на физическите причини за появяването на слънчево-климатичните връзки е много важно за изясняване на условията при които възникват, променят знака си или изчезват установените статистически зависимости между слънчевите и климатичните индекси. На съвременния етап изследванията се провеждат в следните основни насоки:

1. Климатични ефекти, свързани с вариациите на общото количество слънчева радиация (TSI-индекса)

2. Посредством колебанията на слънчевата ултравиолетова радиация и свързани с това модуляции на параметрите на озоновия слой, а оттам върху енергийния баланс на стратосферата и тропосферата

3. Чрез модуляция на потока на ГКЛ- влияние върху образуването на аерозолите, облачността и атмосферното електричество

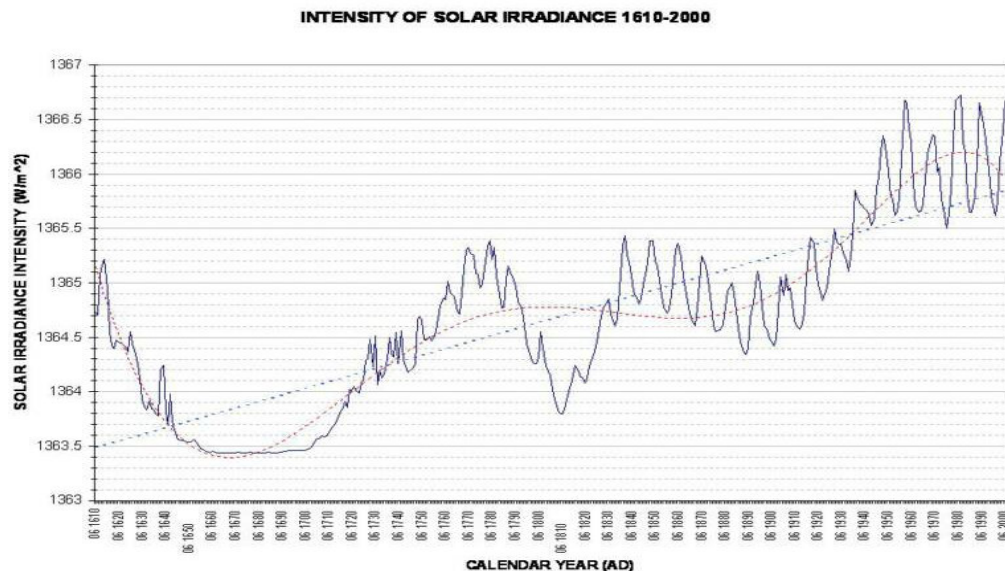
4. Влияние на мощните слънчеви изригвания върху циклогенезата и характера на атмосферния пренос. Освен това високоенергийните слънчеви протони могат да влияят и по начина, описан в т. 3

5. Влияние върху вулканичната активност – повечето автори, които са работили в тази насока обикновено разглеждат проблема в чисто статистически план. Авторът ще опише по-долу в текста една своя хипотеза, която би могла евентуално да послужи за физическо обяснение на наблюдаваните връзки.

6. Чрез секторната структура на междупланетното магнитно поле и произтичащи от това ефекти: микрофлуктуации в скоростта на околоосно въртене на Земята, оттам влияние върху параметрите на океанските течения и атмосферната циркулация.

2.3.1. Обща слънчева радиация (TSI)

Първите опити за реконструкция на динамиката на общата слънчева радиация от 1610 г насам са от средата на 90-те години. (Lean et al, 1995; Lean 2000,2004). Картината на тези изменения е показана на фиг.29.



Фиг.29. Изменение на индекса TSI за периода 1610-2000 г (Lean, 2004)

Както може да се види от фигурата нарастването на TSI-индекса [W/m^2] е около 0.25-0.3%, за последните 300 години след края на Маундеровия минимум. Нека да припомним, че вариациите на TSI в рамките на 11-годишния цикъл за периода 1978-2005 г са около 0.1%(фиг.13), т.е. 2.5 пъти по-малки . Факторът 2.5 в случая отчита съществуването на фон , свързан с особеностите на свръхвековия ход на общата слънчева радиация. Наличието на подобен променящ се в дългосрочен план фон се свързва много по-добре с динамиката на космогенните радиоизотопи , измерени на земната повърхност, както и с динамиката на климата. Съгласно (*Lean et al., 2002*) това може да стане в резултат на дългосрочен акумулативен ефект върху полярните магнитни полета и отворения магнитен поток на Слънцето. Причината за това е, че в хода на свръхвековото нарастване на слънчевата активност през последните 400 г общата тенденция е всеки следващ 11 годишен цикъл да е по-мошен от предходния. (Околополярните магнитни полета на Слънцето се изграждат от мигриращите към полюсите остатъчни магнитни полета на разрушените групи петна в хода на даден 11 годишен цикъл).

Общата възходяща тенденция временно се е обърнала в низходяща по времето на Далтоновия минимум в началото на 19-и век (фиг.29), след което отново е поела нагоре.

Вече бе показано в &2.2.4.1 че регресионния модел (3) и аналогичния на него, представен от де Ягер и Усоскин (*de Jaeger and Usoskin, 2006*) всъщност предполагат скрит свръхвеков тренд на слънчевата светимост, което добре се свързва с гореказаното за фона.

Предстои в най-близко бъдеще да се разбере, дали наблюдаваното през 2006 г спадане над индекса TSI под обичайните нива за последните 30 години (фиг.13), не е индикатор за началото на смяна посоката на този тренд във връзка с приближаващ свръхвеков слънчев минимум.

2.3.2. Слънчевата активност и пълните лунни затъмнения

Статистиката на пълните лунни затъмнения показва една много интересна връзка между техния вид и нивото на слънчевата активност . Така наречените “тъмни” затъмнения , когато Луната има ръждив или тъмнокафяв цвят се случват винаги около минимумите или една година след минимумите на 11-годишните слънчеви цикли . Обратно, “светлите“ затъмнения (светлочервеникав или оранжев цвят на лунния диск)настъпват по всяко друго време (*Куликовский, 1971*)(фиг.30).



Фиг.30 Вляво: Последователни фази на пълно “тъмно” лунно затъмнение на 17 септември 1997г (снимка Ксяо Цзин); вдясно- пълно лунно затъмнение на на 20 януари 2000 г (снимка Питър Пейс) .

По време на пълно лунно затъмнение лунната повърхност отразява разсеяната в земната атмосфера слънчева светлина и зависи от нейните оптически свойства в момента. По-слабата осветеност и тъмнокафяво-червеникавия цвят на Луната се наблюдава в случаите , когато абсорбцията и

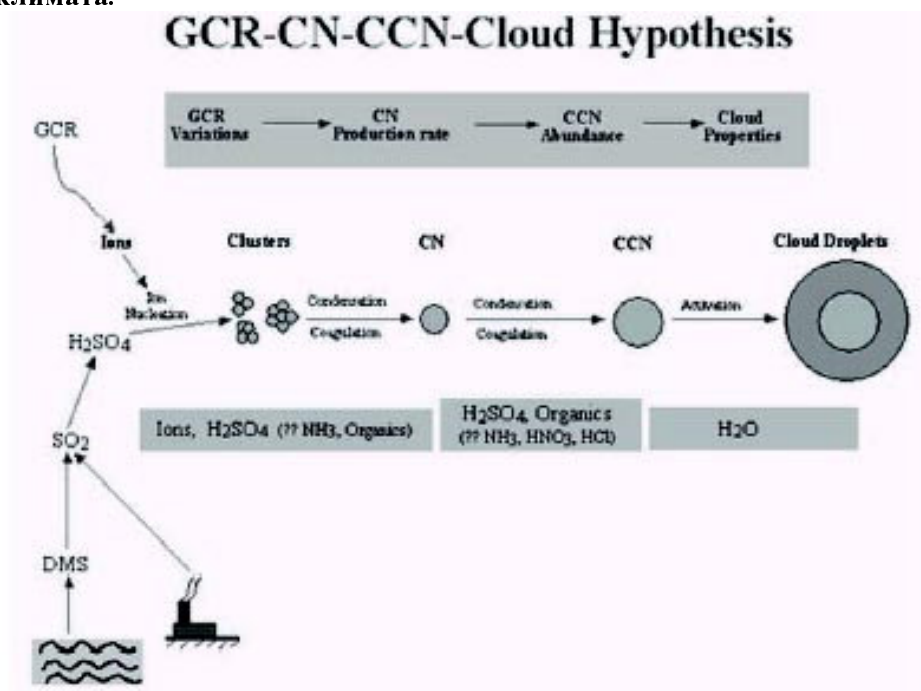
разсейването на лъчите от виолетовата , синята и зелената област е по-силно, т.е. когато земната атмосфера е по-богата на прах или аерозоли (или и на двете). Установената връзка с фазата на петнообразователния слънчев цикъл показва, че негазовата (аерозолна и прахова) компонента на земната атмосфера нарастват по време на неговите минимума.

В следващите раздели ще разгледаме възможните причини за това явление.

2.3.3. Галактическите космически лъчи , аерозолите и облачността

За пръв път хипотезата, че модулираните от слънчевия вятър галактични космически лъчи , прониквайки дълбоко в ниските слоеве на атмосферата могат да влияят на важни за метеорологичните и климатични процеси компоненти каквито са аерозолите и облачността е изказана още през 70-те години на 20-и век (*Dickinson , 1975*). На този автор е направила впечатление тясната връзка между потока на ГКЛ и общата облачна покривка над Земята.

В средата и края на 90-те години, както и в началото на това десетилетие споменатото явление привлече вниманието на много изследователи (*Svensmark and Friis-Christensen, 1997; Yu, 2002* и др.). Интересът бе засилен от факта, че динамиката на облачната покривка, изразена в промяна на нейната площ, географско разпределение, структура и оптически свойства са важен фактор за климата.



Фиг.31 Мозуляция на скоростта на образуване на кондензационни ядра, аерозоли и облаци под действието на ГКЛ (Yu, 2002)

Числените модели на Ю (Yu, 2002) показват, че увеличаването на потока на ГКЛ по време на слънчеви минимума води до увеличаване на ниската (под 3 км над повърхността) и намаляване на високата облачност. В основата на процеса стои йонизацията на въздуха от ГКЛ в тропосферата . Увеличената йонизация особено в присъствието на компоненти като H₂SO₄ и въглеродороди интензифицира образуването на кондензационни ядра, аерозоли и облачност.

Увеличената облачност от своя страна води до нарастване както на албедото така и абсорбцията от страна на атмосферата. По такъв начин усиленият поток на ГКЛ подхранва облачността и създава условия за по-трайна облачна покривка и валежна обстановка.

Ефектът на модулация на йонизационните скорости от слънчевия цикъл е 2-4 пъти по-силен на високи , отколкото на ниски ширини. Вариация от порядъка на 1-2 % на общата облачна покривка в рамките на 11-годишния цикъл може да окаже много чувствителни промени върху климатичните условия.

Дали ефектите ще водят до охлаждане или затопляне зависи от условията на инсолация (височината на Слънцето над хоризонта) и условията на образуване на облачност. По принцип по-слабата инсолация води до застудяване.

Принципната схема на разглеждания механизъм е показана на фиг.31.

2.3.4. ГКЛ и електрическите заряди и токове в атмосферата

В серия от работи около 2000 –та година Тинсли (*Tinsley et al, 1998; 2000; Tinsley ,2000*) разглежда ролята на различни видове корпускулярно космическо лъчение за генериране на електрически заряди в облаците , върху електрическия потенциал между йоносферата и земната повърхност и др. С помощта на различни числени симулации и качествен физически анализ е показано, че ролята на електрическите заряди върху процесите на образуване на ледени зърна в облачните структури е много важен. В зависимост от температурата на въздуха и дебелината на облачния слой е възможно да се получи ефект на затопляне или охлаждане на атмосферата.

По принцип тези процеси водят до усилване на меридионалния пренос, интензификация на циклогенезата и увеличаване на амплитудата на планетарните вълни. В много циклони се наблюдава увеличаване на индекса на завихреност VAI (ефект на Уилкокс) както и промяна траекторията на атмосферните фронтове (ефект на Браун). Последният е много силен в района на Северния Атлантически океан , където студените въздушни маси от север срещат относително топлия Гълфстрийм.

Освен това в част от тази тези модели се разглежда и ролята на Форбуш –затихванията на потока на ГКЛ, свързани с мощни процеси на Слънцето като короналните масови изригвания (CME-Coronal Mass Ejections). Влиянието е силно върху нискоенергетичната част на ГКЛ (протони с енергии <5 GeV). Ефектите върху ниската атмосфера се оказват значителни и могат да повлияят върху стойностите на метеорологичните параметри върху райони с размери до няколко хиляди километра върху земната повърхност. Те са няколкократно по-силни на високи географски ширини , отколкото в тропичните области.

В друга група изследвания (*Tinsley, 1994; Kirkland , 1996; Li et al., 1997*) анализират случаи на намаляване на индекса на завихреност (VAI-Vorticity Atmospheric Index) свързани с вариации на потоците релативистки електрони при преминаване на Земята през секторни граници на междупланетното магнитно поле. Показано е , че тези промени са свързани с влияние потока на релативистките електрони върху електрическите полета в тропосферата .

Друг ефект, свързан с пресичането на секторни граници е регистрираното намаляване на температурата на ниво 500 милибара през зимния сезон.

Тъй като тези явления са свързани с процесите в облаците (електрически заряди и ледените зърна) ролята на някои вулканични компоненти като H_2SO_4 е много важна. Същото касае и механизма, описан в & 2.3.3.

2.3.5. Слънцето и вулканизмът

За пръв път допускане, че вулканичната активност се влияе от слънчевата прави А. Чижевски в началото на 30-те години на 20-и век (*Чижевский, 1934, 1973*).

В следващата таблица е даден списък на всички по-мощни вулканични изригвания от екваториално-тропическия пояс на Земята за периода 1500-2000 година. Данните са взети от статията на Фишер и др. (2007)(*Fisher et al., 2007*). Данните за екстремумите на 11-годишните цикли на Швабе-Волф са взети според Шове (*Schove, 1983*) за периода до 1948г и актуални данни от базата на Националния център за геофизични данни на САЩ за периода от 1948 до 2000 г.

Табл.1 Най-мощните вулканични изригвания в екваториално-тропичния пояс (1500-2000г) и най-близките до тях екстремуми на 11-годишните петнообразователни цикли на Швабе-Волф (“M” – за максимум; “m” – за минимум)

Вулкан	Година	VEI (мощностен индекс)	Слънчев екстремум	Отклонение [години]
Kelut	1586	5?	1587.5(m)	-1
Ruiz	1595	4	1593.8 (M)	+2
Huaynap	1600	6	1598.8(m)	+1
Parker	1641	5?	1639.3(M)	+2
Garnkonora	1673	5?	1673.5(M)	0
Unknown	1809	?	1810.6 (m)	-1
Tambora	1815	7	1816.4 (M)	-1
Galunggung	1822	5	1823.3(m)	-1
Babuyan	1831	4	1829.9(M)	+2
Cosiguina	1835	5	1833.9(m)	+1.5?
Krakatau	1883	6	1883 (M)	0
Santa Maria	1902	6	1901.7(m)	+1
Agung	1963	5	1964.5(m)	-1
El Chichon	1982	5	1979.9(M)	+2
Pinatubo	1991	6	1989.9(M)	+1.5

Дадените в таблицата ерупции се считат за представителни по отношение на вулканичната активност, тъй като данните за тях се използват в редица други публикации, в които се прави оценка на климатичните промени в контекста на вулканизма (напр. *Briefa et al., 1998*).

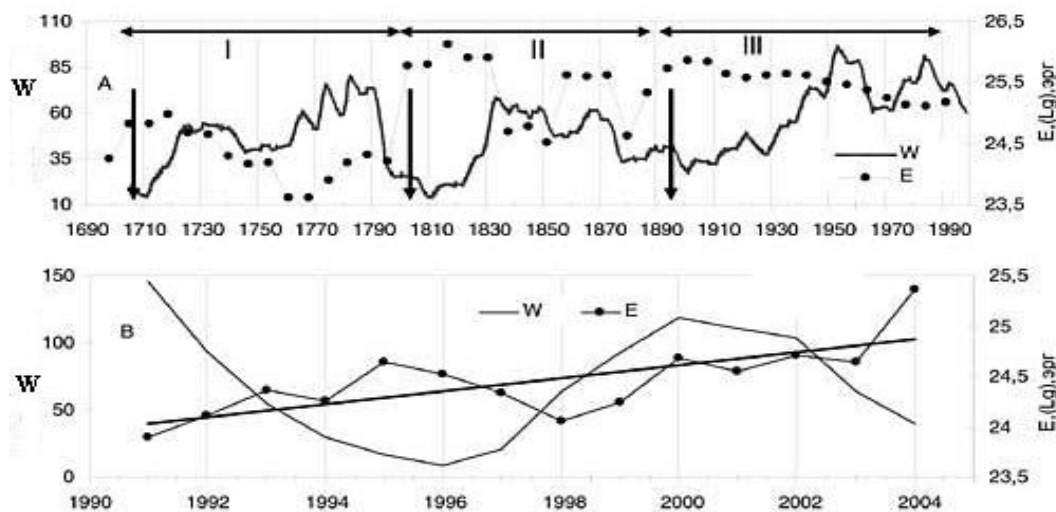
Предпоследната колона съдържа данните за екстремумите на 11-годишните слънчеви цикли, които са най-близки до момента на съответното вулканично изригване, като е обозначен и вида на екстремума. В последната колона са дадени разликите във времето между моментите на вулканичната ерупция и най-близкия слънчев екстремум. Разликите са отрицателни числа ако ерупцията изпреварва слънчевия екстремум и положителни ако настъпва след него. При разглеждането на тази таблица следните факти правят впечатление:

1. Всички силни, климатично значими вулканични ерупции през последните ~600 години са “привързани” към екстремумите на 11-годишните слънчеви цикли. в нито един от включените 15 случая разликата не е по-голяма от 2 години. Няма нито един случай при средни нива на слънчева активност.
2. Броят на вулканичните изригвания “привързани” към слънчевите максимуми е 8 срещу 7 –за случаите на случаите около слънчевите минимуми, т.е. почти равен. За краткост по –нататък ще обозначаваме изригванията около слънчевите максимуми като “M-ерупции”, а около слънчевите минимуми като “m-ерупции”.

3. В 6 от общо 8 случая на М-ерупции се наблюдава закъснение на явлението по отношение на слънчевия максимум с около 1.5-2 години, в един случай няма отклонение и в един ерупцията е изпреварила слънчевия максимум с 1 година.
4. В 4 от общо 7 m-ерупции явлението изпреварва слънчевия минимум с една година, в 3 случая закъснява с една година и в един случай закъснението е около 1.5 години.
5. Не се забелязват никакви изразени тенденции по отношение мощността на вулканичните изригвания.
6. По време на Далтоновия минимум (1796-1834) се наблюдава много активна вулканична дейност – общо 1/3 от всички случаи в границите само на 40 години. Ако към тях се добави изригването на Cosiguna през 1835 година, то случаите стават 6 от общо 15 в таблица 1. От друга страна през целия 18-и век не е отбелязано нито едно силно вулканично изригване.

Съвсем ясно изразеното преобладаване на закъснение от 2 години за М ерупциите е много важен и интересен факт. Това е “стандартното” закъснение на максимума на еруптивната активност на Слънцето по отношение този на петнообразуването. Това насочва към идеята, че ако между вулканичните явления и слънчевата активност съществува реална връзка то тя е свързана именно с високоенергетичната корпускулярна радиация и, вероятно, се реализира чрез въздействието на същата върху земното магнитно поле.

В този аспект е полезно и интересно да се направи справка за установени връзки на слънчевата активност с други тектонични явления – например със земетресенията. Както беше вече казано, такива връзки е използвал Шове при съставянето на своя ред. През втората половина на 20-и век има голям брой изследвания по въпроса. Тук ще се спрем само на две от най-новите такива. В едното от основано на данни за най-силните земетресения на полуостров Камчатка (магнитуд >7.5) и се отнася за периода 1734- 2005 година (Серафимова, 2005). Резултатите от проведения анализ сочат, че земетресенията се групират и около минимумите и около максимумите на 11 –годишните слънчеви цикли. Този извод е напълно в посоката на нашата констатация за вулканизма.



Фиг.32. Горe: Свръхвекови ход на общото количество сеизмична енергия в 7-годишни интервали за периода 1690-2002 г (точките). С плътна линия са показани изгладените стойности на Волфовото число година; долу: средогодишни стойности за периода 1990-2004 г-кривата с точките е сеизмичната енергия (Рогожин и Шестопалов, 2007).

Второто изследване е съвсем ново – от 2007 година (Рогожин и Шестопалов, 2007). В него се изследва свръхвековия ход на общата сеизмична активност на Земята и слънчевата активност за периода 1690-2002г(фиг.33)

Според авторите (а и както се вижда от фигурата) има добре изразена връзка със свръхвековия ход на слънчевата активност. Високите нива на сеизмичност по време на минимума на Далтон и последния слънчев векови минимум в началото на 20-и век са много добре забележими.

От всичко казано дотук следва, че значима връзка между слънчевата и вулканичната активност по-скоро съществува, отколкото отсъства. Ето защо едно по-широко статистическо изследване, основаващо се на повече данни е абсолютно необходимо.

Би било интересно да се помисли за физическите основи на една такава корелация. На пръв поглед изглежда, че е невъзможно тя да бъде открита. Според автора обаче има някои физически основания свързани с вътрешния строеж на Земята и нейното магнитно поле, които (евентуално) биха могли да дадат насока за принципно обяснение на връзката между слънчевата активност и земните тектонични явления.

Смущенията в земното магнитно поле, свързани с активните процеси на Слънцето биха могли по принцип да индуцират допълнителни токове във вътрешността на Земята. Резултатът е допълнителен “динамо-ефект”, Последните от своя страна могат да предизвикват микрофлуктуации в скоростта на околоосното въртене, които променят в различни посоки продължителността на земното денонощие с малки части от секундата. Те обаче пораждаат инерчни сили, към които е най-чувствителна литосферата, заради нейната блокова структура. Преодолявайки силите на сцепление между блоковете в зоните на техния контакт тези сили могат да играят ролята на тригерен механизъм, освобождаващ натрупаната потенциална енергия там, където тя е достигнала критични стойности. Ето защо крайният резултат би могъл да е едно или повече на брой силни земетресения и евентуално активизиране на вулканичната активност.

Освен силните слънчеви изригвания, свързани с големите групи петна, първопричина за подобни явления биха могли да бъдат също и резки промени в потока на ГКЛ (Форбуш затихванията), явления свързани с преминаване на Земята през секторна граница на междупланетното магнитно поле и др. При условията на слънчев минимум някои от тези ефекти са много силни защото предизвикват много силни и резки промени на фона на общо взето спокойна геомагнитна обстановка. С това бихме могли да си обясним и наличието на втори пик на тектонични явления около минимумите на 11 –годишните слънчеви цикли.

Окончателното доказване на зависимост на вулканичната от слънчевата активност ще изиграе важна роля за развитие на представите за причинно-следствените връзки в климатологията. От само себе си се подразбира, че това би създавало големи трудности за всички противници на слънчево-климатичната теория и най-вече на “глобалните еколози”. От друга страна обаче задължително трябва да се има предвид, че поради голямата времеконстанта на реакцията на климата от мощните вулканични изригвания проявлението на причинно-следствените връзки би било силно “размазано” във времето, а действието им с

тенденция към постепенно затихване да се наблюдава в течение на няколко години.

2.3.6. Комбиниран ефект по време на слънчевите минимума

От представените дотук факти в този параграф става ясно, че периодите на ниска слънчева активност, независимо дали става дума за минимум на 11-годишен цикъл на Швабе-Волф или за векови или свръхвекови слънчев минимум играят особена роля в реализацията на слънчевото въздействие върху климата. Това са фази в които няколко обусловени от Слънцето фактори действуват в една посока, общият климатичният ефект от които е застудяване особено на високи и средни ширини.

1. Намалява общото количество слънчева радиация (индекса TSI) с около 0.1% в минимумите на 11-годишните цикли на Швабе-Волф и с около 0.2-0.5% при вековите и свръхвекови минимума през последните 400 години.
2. Увеличаване на потока на ГКЛ- стимулира се образуването на аерозоли и облаци, активизиране на циклогенезата, увеличаване на облачната покривка с 1-2 %, нарастване на албедото и намаляване на ефективната инсолация, усилване на меридионалния пренос
3. Активизиране на вулканичната дейност, увеличени емисии на SO₂, повишено образуване на H₂SO₄. На свой ред това води до по-ефективно образуване на аерозоли и оттук допълнително усилване на механизма, описан в т. 2.

Крайният резултат от подобно натрупване на еднопосочни въздействия може да бъде ефект на застудяване, много по-силно изразен отколкото би следвало само на базата на вариациите на TSI. Характерът на връзката със слънчевите петнообразователни индекси по този начин се очертава да бъде силно нелинеен и тясно центриран около момент, близък до съответния слънчев минимум. Не е задължително този времеви прозорец да съвпада точно с момента на минимума на петнообразуването, а да съответствува на най-добрата синхронизация за комбиниран ефект от т. 1, 2 и евентуално 3.

Едно от следствията на този комбиниран ефект на слънчевия минимум, е настъпването на 1 или 2 най-студени в рамките на 10-12 годишен период зими именно около минимумите на 11-годишните цикли. Времеви прозорци за подобни събития са центрирани около слънчевия петнообразователен минимум, а ширината им около 3 години. Явлението е характерно за високите и средни ширини. Както ще бъде показано на база данните за България ефектът е много силен във вътрешноконтиненталните Западни котловинни полета и почти отсъства по черноморския бряг.

Подобно явление би могло да настъпи, макар и в по-лека форма и около или 1-2 години след слънчевите 11-годишни максимуми. Тогава стойностите на TSI са високи, а потокът на ГКЛ е слаб. За сметка на това обаче е интензивна слънчевата еруптивна активност, а заедно с нея и потоците на достигащите до Земята протони с енергии в диапазона 1 MeV-1000 MeV, чието действие до голяма степен наподобява това на ГКЛ. Като се има предвид и предполагаемото очакване за по-висока вулканична M- активност би могло да се обясни защо доста често студени зими се наблюдават и около максимумите на 11-годишните цикли. По такъв начин в хода на зимните температури на средни ширини може да възникне освен 11, също и 5-6 годишна цикличност. За отбелязване е, че в рамките на целия изследван от автора период между 1899 и 1994 година няма нито една студена зима при средни нива на слънчева активност.

Повишеното образуване на аерозоли в атмосферата под действието на ГКЛ около слънчевите минимума е най-вероятната причина за наблюдаваните “тъмни” лунни затъмнения през този период. Ако същият съвпада и с усилване на вулканичната активност явлението ще бъде още по-силно изразено, освен поради повечето образувани аерозоли също и от повишените концентрации на прах в атмосферата.

Според “конвенционалните” климатолози вариациите на TSI могат да обяснят само около 20-25% от нарастването на температурите през 19–20-и век. Останалите 75% те приписват на увеличените емисии на CO₂, свързани с човешката дейност (Tompson, 1997). Според други автори, привърженици на антропогенната теория за климата този процент е по-малък, но все пак е около или повече от 50%. В случая се забравя (може би защото е удобно), че слънчевата активност е много комплексен климатичен фактор, който освен TSI вариации включва и процеси от друго естество (слънчеви космически лъчи, модулиран от слънчевия вятър поток на ГКЛ, промени в структурата на междупланетното магнитно поле и др.). Всеки един от тях влияе по специфичен начин не само пряко върху атмосферата, но също и посредством въздействие върху други компоненти на земната околна среда, напр. вулканизма. В резултат на това реалното слънчево интегрално влияние върху климата е не само много по-голямо, но е и силно нелинейно. В тази насока е много полезен и ефективен подход, при който влиянието на Слънцето се описва като набор от различни фактори (чисто слънчеви и геомагнитни). Последните се включват в статистически модели от многофакторен тип. Такива модели ще бъдат представени в &4.

2.3.7. Слънчевото корпускулярно излъчване и климатът

В заключение към този раздел заслужава да бъде спомената една група физически модели, които бяха развивани през първите 20 години на космическата ера, а именно през 60-те и 70-те години на 20-и век. В тях акцент се поставя върху възможността високо енергетичната корпускулярна радиация (протони с енергия над 1MeV) при навлизането си в атмосферата по траектории с големи лоренцови радиуси около магнитните силови линии (до няколко десетки километра) да достигат до височините на тропопаузата. В резултат на насочените си движения протоните увличат газовите частици и водят до тяхното преразпределение на налягането в зоната на този процес. Резултатът е генерирането на двойка циклон-антициклон, привързани един към друг. Същите са с тенденция и да се разграждат при условия на ниска еруптивна слънчева активност, и обратно хоризонталните градиенти на налягането, т.е. баричните контрасти между тях растат при нарастване на еруптивната активност на Слънцето и респективно на корпускулярната радиация в атмосферата на Земята.

Представителни за тази група модели са изследванията на Мустел и др.(1971, 1980). През последните 20 години интересът към тях обаче изглежда да е съществено намалял или по-скоро изглежда, че са забравени. Според автора обаче, в тези модели има ценни идеи, които следва да бъдат доразработени и използвани. Подробна информация за моделите на Мустел има в обзора на Витински и др.(1976).

В заключение само ще отбележим, че най-високоенергетичните слънчеви корпускули притежават същите свойства по отношение на тропосферата както и ГКЛ.

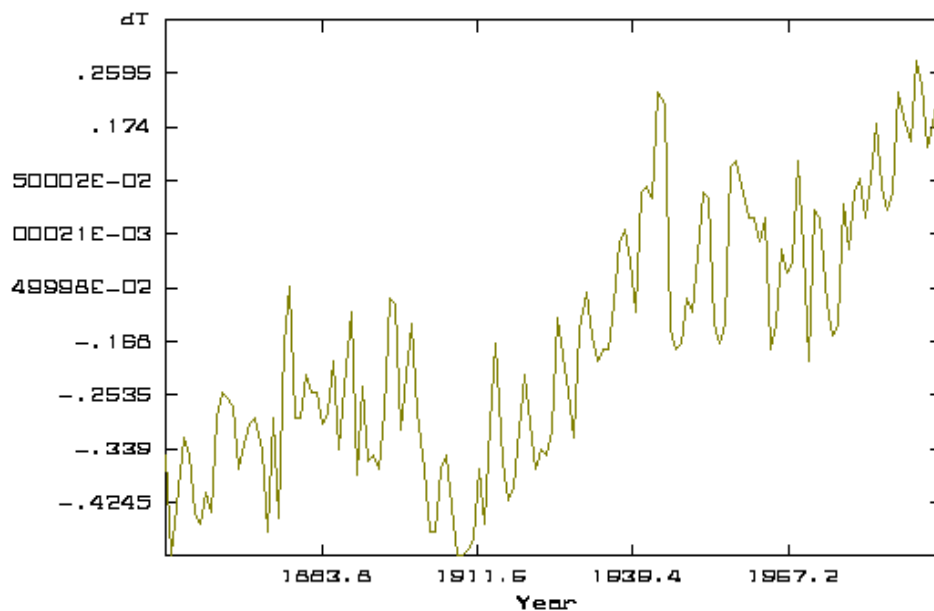
3. Корпускулярното излъчване на Слънцето и климатът на Земята- някои допълнителни аспекти

В настоящата глава са включени резултати и анализи на автора по различни аспекти на динамиката на слънчевата активност, геомагнетизма и климата. Общото за тях е, че те като цяло или не са изучени достатъчно или не им е обръщано достатъчно внимание от изследователите в посочените области. По тази причина те винаги са стояли повече или по-малко встрани от въпросите, свързани със слънчево-климатичните връзки. Както обаче ще бъде показано, оказва се, че много неясноти по темата биха могли да намерят своето правилно разбиране и тълкуване на базата на обсъжданите в тази глава резултати.

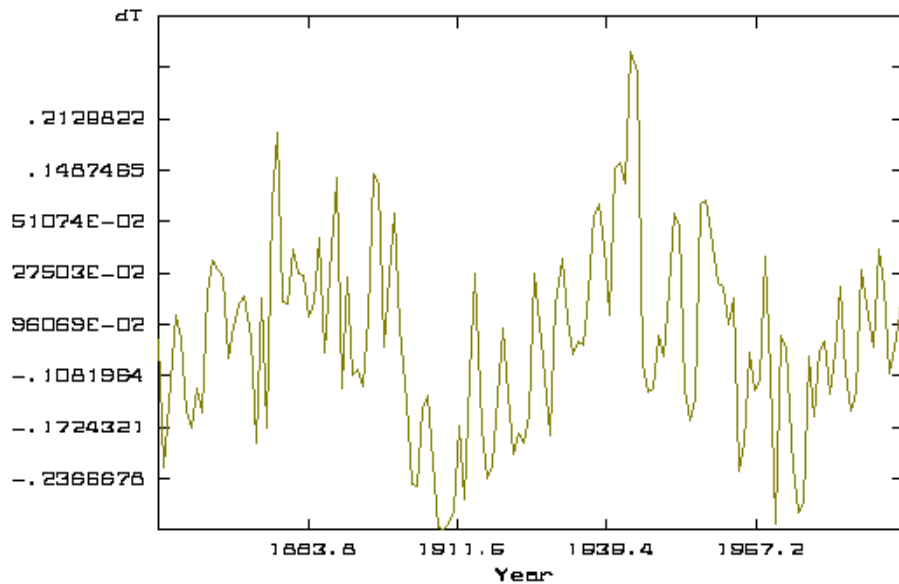
3.1 Субвековите (60-70 годишни) колебания на температурата на Световния океан

В този параграф ще бъдат представени резултатите от анализа на временния ред на средните температури на Световния океан за периода 1856-1994 година (Parker et al., 1995). Същите са публикувани в базата данни на Националния център за геофизични данни на САЩ. Средногодишните отклонения спрямо усреднената стойност за периода 1961-1990г са показани на фиг.33.

Общото средно повишение на температурата в рамките на тези 138 години е около 0.7 °C. Вижда се обаче, че то е неравномерно. Графиката на времевия ред има два локални максимума около 1880 и 1940-42г, както и два локални минимума около 1910 и 1975 г. Това подсказва, че освен по-кратките колебания върху общия възходящ тренд има наложен и някакъв доста силен цикъл с продължителност от няколко десетилетия.



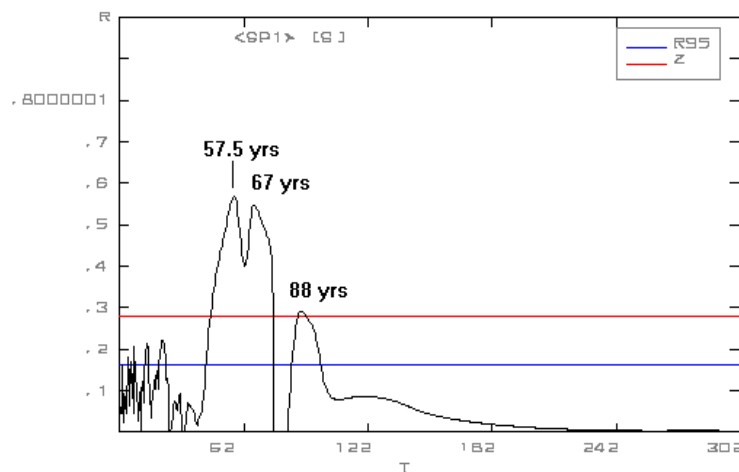
Фиг.33 Средна температура на Световния океан (1856-1994г)(Parker et al.,1995)



Фиг.34. Остатъчни вариации след изваждане на общия тренд от фиг.33

Бяха проведени различни процедури на изваждане на общия тренд. Измежду всички изпробвани варианти най-оптимално се оказа представянето на същия като пълен алгебричен полином от втора степен. Редицата на остатъчните вариации е показана на фиг.34.

На фиг.35 е показан T-R спектъра на остатъчните вариации на океанските температурни колебания. Най-силни са две билзки по продължителност и значимост колебания (“дублет”) от 58 и 67 години (средно 62.5 години). На второ място има цикъл, който е по-слабо изразен, но също статистически значим и е равен на ~ 88 години. Последният може да се свърже с квазивековия слънчев цикъл на Глайсберг.



Фиг.35 T-R спектър на остатъчните океански температурни колебания (след изваждане на тренда)

На базата на независим анализ Вълев (1998) установява ~70 годишен цикъл в усреднените средногодишни температури за Северното полукълбо в

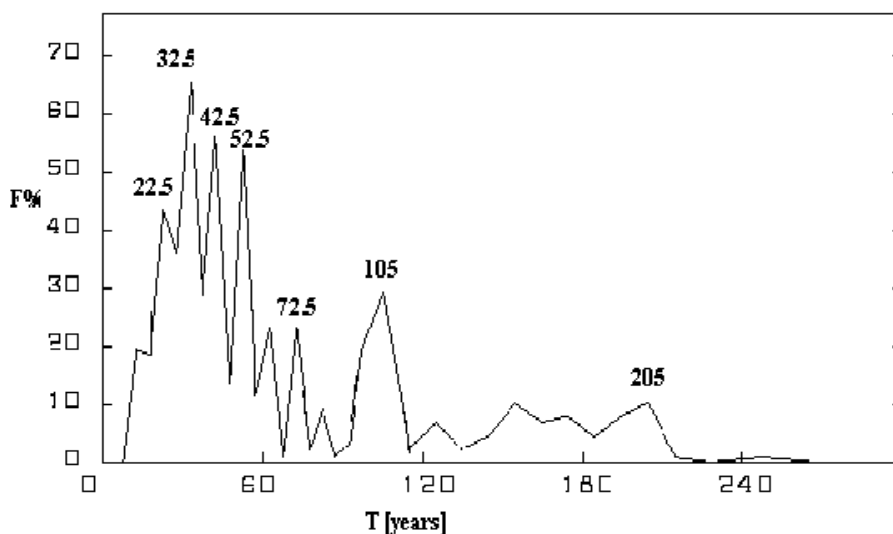
периода 1856-1995 година. В неговия анализ възходящият температурен тренд е апроксимиран с линейна функция. От друга страна Томпсон (*Thompson, 1997*) отбелязва за присъствие на силен квази 62-годишен цикъл в атмосферните концентрации на CO₂ по измерени данни след 1955г (като хиперцикъл?, *Б.а*)

Тези факти сочат за присъствието на силен климатичен субвекови цикъл в редиците от инструментални температурни данни. Както може да се види на фиг. 34 неговата амплитуда е около 0.3°C , т.е. общо около 40-45% спрямо тренда за периода след 1856 г (“глобалното затопляне”). Такъв силен 60-70 годишен субвекови цикъл обаче отсъства в редиците на слънчевите инструментални петнообразователни индекси през последните ~400 години. На какво тогава се дължи той?

3.2. Квази 60-70 и 30-35-годишни цикли в годишните пръстени на дърветата

Допълнително доказателство за съществуването на силен климатичен 60-70 годишен цикъл даде едно предварително статистическо проучване , проведено от Комитов и др.(2003)(*Komitov et al., 2003*) на дълги редици данни за годишните пръстени на дърветата. От публикуваните в Международната база данни за годишните пръстени на дърветата (*ITRDB- International Tree Rings Data Base*) бяха избрани 85 най-дълги редици от различни части на света, отнасящи се за периода 12-и –20-и век.

Селектираните редици бяха изследвани с помощта на T-R периодограмен анализ за наличието в тях на циклични вариации. На базата на получените резултати беше проведен допълнително изследване за относителното присъствие на цикли с различна продължителност. Честотното разпределение на циклите бе изследвано като същите бяха зададени по диапазони с ширина от 5 години в зависимост от тяхната продължителност. Резултатите са показани на фиг.36.



Фиг. 36. Честотно разпределение (в проценти) на наблюдаваните статистически значими цикли в 85 дълги (над 500 години) редици за ширините на годишните кръгове на дърветата (*Komitov et al., 2003*)

Традиционно се счита, че наблюдаваните в климата или слънчевата активност цикли директно и еднозначно се запечатват и в ширините на

дървесните . Фигура 36 обаче показва, че това далеч не е така. На практика се оказва, че има два диапазона на концентрация на статистически значими цикли. Основният е между 20 и 75 години (субвекови диапазон), вторият е изолиран, но добре обособен пик при период $T=105$ години. Абсолютният пик на това разпределение попада в диапазона 30-35 години, т.е средна стойност $T=32.5$ години. Цикъл с такава продължителност не е типичен нито за слънчевата активност , нито за климата.

Този факт, който на пръв поглед би трябвало да ни смуги и обърка обаче е лесно обясним. Ако даден цикъл от чисто климатичен или слънчево-климатичен произход е с голяма амплитуда то би могло да се счита, че неговите екстремални нива са неблагоприятни за годишния вегетационен цикъл на съответния вид – например при единия екстремум температурите са много високи, а валежите много ниски, а в другия случай- обратно. Следователно тези години съответствуват на минимален растеж на дървото , а това означава и на най-малките наблюдавани ширини на годишните пръстени. Подобни събития би следвало да се очакват два пъти в рамките на даден климатичен цикъл, а това означава, че съответната осцилация в ширините на пръстенете ще бъде наполовина по-къса.

При други обстоятелства даден цикъл би могъл да възпроизвежда действителната дължина на климатичния цикъл. Това са случаите когато единият от екстремумите на климатичния цикъл е близо до най-благоприятни /респективно най-неблагоприятни/ вегетационни условия за дървесния екземпляр, а другият не е .

Следователно, присъствието на даден цикъл в редицата на годишните пръстени може да означава, че свързаният с него климатичен цикъл или е равен на него или е два пъти по-дълъг. Най-сигурният начин да се разбере точната картина е да се направи калибровка по данните /температури и валежи/ от някоя близка климатична станция, ако такава има в близост.

Ето защо считаме, че абсолютният максимум в честотното разпределение при $T=32.5$ години в случая е свързан по-скоро с реално съществуващ два пъти по-дълъг , т.е. ~ 65 годишен климатичен цикъл. Пикът при $T=105$ години има аналог и в климата и в слънчевата активност. Същото обаче важи дори с по-голяма сила за два пъти по-дългия 200-210 годишен цикъл. Поради споменатите съображения той също би могъл да се проявява и чрез 105- годишен цикъл в ширините на годишните пръстени.

С анализа на представените тук резултати, целта беше да покажем, че по всяка вероятност големият брой случаи на 30-35 годишна цикличност в ширините годишните пръстени на дървесни образци от различни области на Земята са по-скоро индикация за присъствието на два пъти по-дълъг (60-70 г) климатичен цикъл. От друга страна обаче те показват, че с тези данни трябва да се борави внимателно и заключенията да се правят предпазливо. Еднозначната интерпретация винаги задължително изисква калибровка по инструментални климатични наблюдения от поне един близък пункт.

Калибровката с данните от климатичната станция(и) трябва да се правят за всеки конкретен екземпляр поотделно. Последното условие е задължително тъй като вегетацията при промените в климата зависи както от растителния вид, така също и от почвените условия в околността на дървесния екземпляр, геоморфоложките условия и по специално дали теренът позволява натрупването на подпочвени запаси вода, естествената осветеност на мястото, присъствието на друга растителност наоколо и др.

3.3 Квази 65-годишни цикли в данните за ^{10}Be

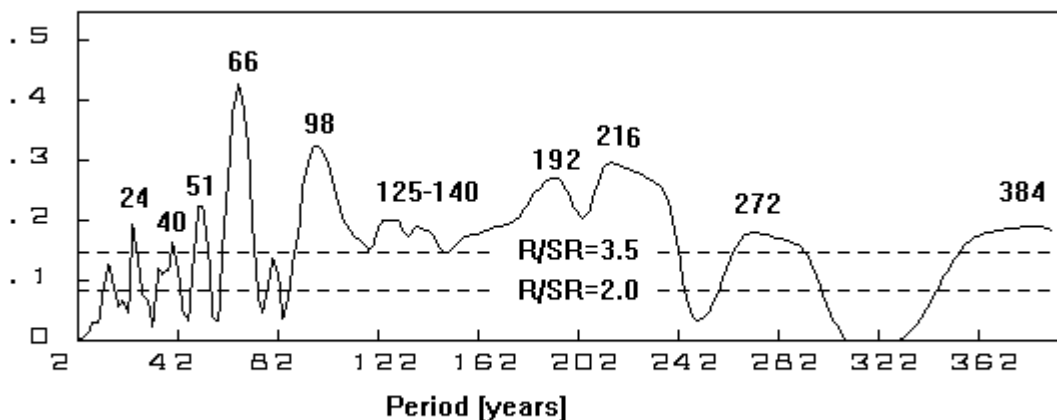
През 2003 г Комитов и др. анализирайки с помощта на T-R периодограмен анализ данните от “гренландския” берилиев констатираха наличие в него на някои нехарактерни за петнообразователната слънчева активност цикли (фиг.36). Сред тях особено силно изпъква осцилация с продължителност около 66 години. Неговата достоверност надхвърля 99.9%.

От фиг. 19 се вижда, че 66-годишен цикъл се наблюдава и в “антарктическият” берилиев ред, но със значително по-ниско ниво на достоверност- малко над 95%

В &3.1. беше показано, че цикъл с продължителност 60 - 70 години се наблюдава в температурните редици, описващо явлението “глобално затопляне” през последните ~150 години. От представеното в &3.2. се видя, че същият цикъл или резонансно кратно на него 30-33 годишно колебание се наблюдават в по-голямата част от публикуваните редици за ширини на годишните пръстени на дърветата. Ето защо следва въпросът дали въпросният цикъл се явява резултат от модулацията на ГКЛ от слънчевия вятър или е климатично обусловен? Последното би могло да произтича от силно зависещите от метеорологичните условия процеси на пренос на ^{10}Be атомите от стратосферата към повърхността.

Отговорът на въпроса е от изключителна важност тъй като представя някои тенденции в климата в нова светлина редица особености на динамиката на климата, които някои изследователи използват като довод срещу слънчево-климатичните връзки.

Предварителни аргументи относно възможното присъствие на квази 50-70 годишни колебания в активните процеси на Слънцето бяха посочени в &2.2.4. Там бе споменато, че в реда на Шове са открити индикации за цикли с продължителност около 54 и 66-67 години. Допълнителни доказателства в тази насока биха били много ценни както за по-доброто разбиране на някои страни на слънчевата активност, така също и на слънчево-земните връзки.



Фиг.37 “Гренландският” берилиев ред (1423-1985г): T-R спектър-стъпката на сканиране е 1 година. Най-високият пик на коефициента на корелация R съответствува на период , равен на 66 години (Komitov et al., 2003).

За целта трябва да бъде доказано наличието на силен квази-60 годишен цикъл в явление, чиято тясна връзка със слънчевата активност е извън всякакво съмнение.

3.4. Сиянията на средни ширини и 60-65 годишна цикличност в честотата на тяхното появяване

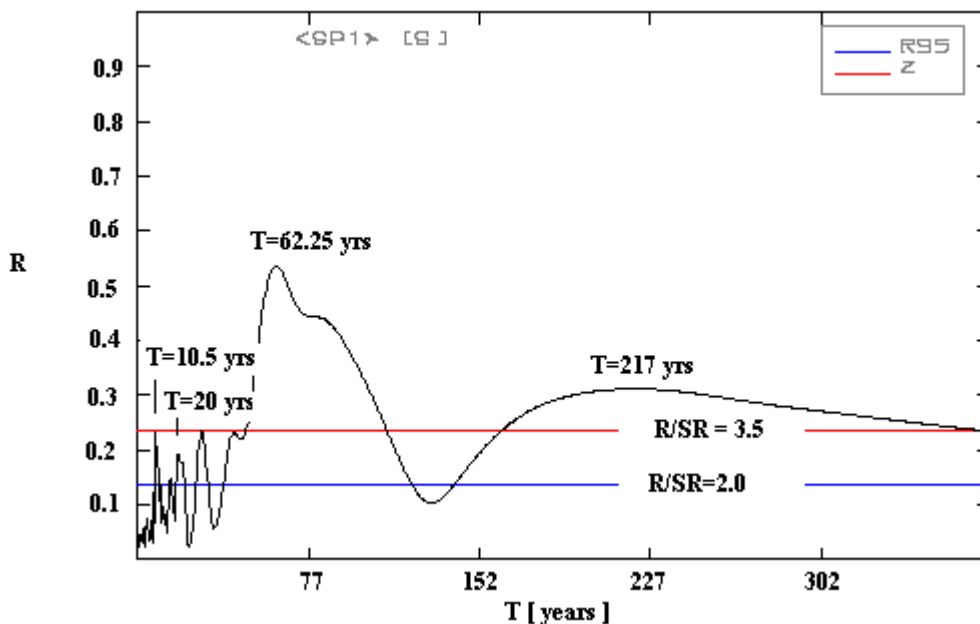
В &2.2.4.2 беше посочено, че съобщенията за наблюдавани сияния на средни ширини е един от косвените източници на информация за слънчевата активност в доинструменталната епоха. Същите обаче са и ценен източник на информация за еруптивната активност на Слънцето и геомагнитните явления през 18-и и 19-и век, когато отразяването им в писмени документи е вече очевидно регулярен процес. В периода преди 1500-та година съобщенията са нерегулярни и инцидентни, докато през 16-и и 17-и век е възможно малкият брой сведения да се дължи както на ниската слънчева активност така и на все още нерегулярния характер на наблюденията.

Отчитайки всичко това авторът съсредоточи своя анализ върху последните 200 години от публикувания списък за сиянията на средни ширини, т.е. периода от 1700 до 1900-та година.

Най-впечатляващият и изненадващ резултат от проведените анализ бе установяването на много мощен 62.5 годишен и средно мощен 215-217 годишни цикли, докато осцилациите с 10-11 и 20-22 годишна продължителност макар и статистически достоверни са много слаби (фиг. 38).

Авторът изследва специално поведението на 62 –годишната осцилация през 18-и и 19-и век, както и екстраполацията ѝ през 20-и век. Оказа се, че нейните екстремуми до много голяма степен съответствуват на моментите, в които тенденцията на отклоненията на температурните колебания спрямо регресионния модел (3) (“число на групите слънчеви петна – температурни колебания“) се променя, т.е. на локалните екстремуми на отклоненията ΔT .

Конкретно за 20-и век екстраполираните екстремуми на 62-годишния цикъл на сиянията на средни ширини са през 1910/11 г (максимум), 1940/42г (минимум) и 1973/74 (максимум). Едно сравнение с фиг.33 и 34 показва, че това са моментите на екстремумите на квази 60- годишния климатичен цикъл, която дава най-голям вторичен ефект върху общата климатична тенденция през последните ~150 години. Същият се изразява в циклично задържане и връщане назад или ускоряване на “глобалното затопляне”.



Фиг.38 T-R спектър на редицата за годишния брой наблюдавани сияния на средни ширини за периода 1700-1900 г.(Komitov, 2007a)

Екстраполираните максимуми на “авроралния” 62-годишен цикъл през 1910/11 и 1973/74 г. съвпадат с преход от относително застудяване към затопляне на климата, докато минимумът около 1940 година е начало на относително застудяване, продължило до началото на 70-те години.

Вън от всякакво съмнение е , че сиянията на средни ширини (ССШ) се дължат на мощни еруптивни процеси, протичащи на Слънцето. Генерирането им е възможно като резултат от проникването в атмосферата на Земята на протони и електрони с много висока енергия ($> 1\text{MeV}$), които не могат да бъдат напълно спряни от земното магнитно поле . Като първоизточници на ССШ се считат най-големите групи слънчеви петна и (вероятно частично свързани с тяхната активност) короналните масови изхвърляния (*CME-Coronal mass ejections* (фиг.39))(Howard, 2005).

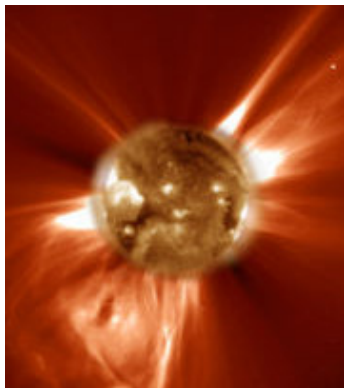
Това , което е необходимо в случая изрично да се подчертае е, че по-всяка вероятност само част от посочените явления предизвикват ССШ. За петнообразователните индекси R_i и R_h е характерна квази-11-годишната цикличност, докато от казаното дотук следва, че за слънчевите източници на ССШ е много по-типичен квази 60-годишен такъв. Тъй като при изчисляването на петнообразователните индекси не се държи сметка за различните свойства на групите петна , то реално и няма слънчев индекс, нивото на който да се свързва адекватно с честотата на ССШ-явленията. Иначе казано, към момента липсва подходящ индекс, който да описва обусловените от Слънцето субвекови климатични колебания.

Косвено доказателство, че съществува специфична група слънчеви явления (най-вероятно и специфичен клас групи петна), свързани със 60-годишна цикличност е наличието на слаби следи от статистически достоверни цикли в Цюрихския ред и особено в редицата на числото на групите слънчеви петна в диапазона между 50 и 70 години (Komitov and Kaftan, 2003). Това може да означава, че присъствието на такива групи петна е ненапълно замаскирано в интегралните петнообразователни индекси R_i и R_h .

Идентифицирането на тези обекти и обособяването им в отделен клас , наблюдателен индекс и времева редица според автора ще е много важен момент

за създаването на по-пълен и адекватен модел на влиянието на Слънцето върху климата.

В предишния параграф вече бе коментирано, че усилването на потока ГКЛ като цяло стимулира образуването на аерозоли и облаци, увеличава завихреността и интензифицира меридионалния пренос и валежите на умерени и високи ширини, а преобладаващата температурна тенденция е застудяване. По принцип обаче по подобен начин могат да въздействуват и високоенергетичните слънчеви корпускуларни частици, предизвикващи ССШ-явленията. Това обяснява и обратната корелация между честотите на средноширотните сияния и среднопланетарната температура на приземния въздух. Не бива да се изключват и някои други странични ефекти, например тези, произтичащи от моделите на Мустел и др(1971,1980).



Фиг.39. Коронално масово изхвърляне в ултравиолетова светлина (от Уикипедия)

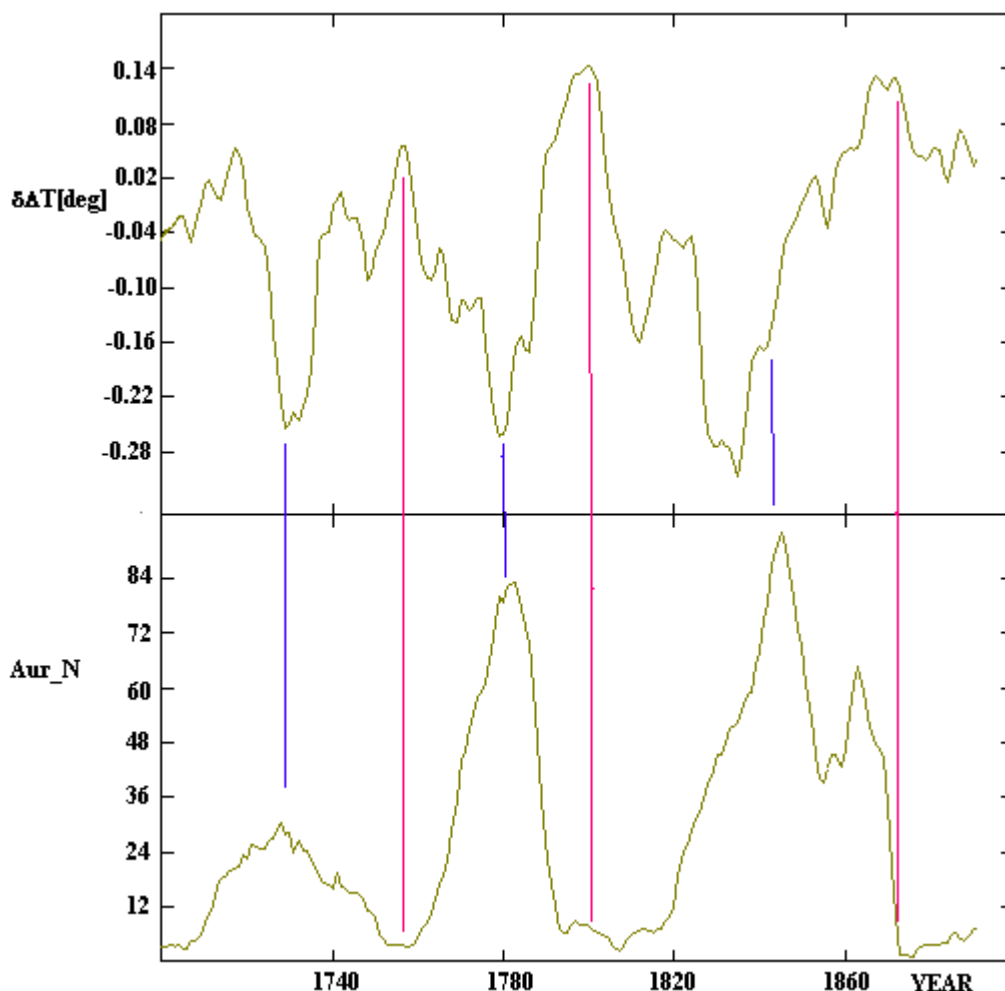
Теоретично би могло да се предположи, че квази 60-годишният цикъл в ССШ явленията има геомагнитен произход. Шансът за това обаче е изключително малък. Първо, основният цикъл в геомагнитните явления е 10-11-годишният, докато тук се касае за явление, при което квази 60-годишните вариации са много по-силни от 10-11 годишните. Второ, наличието на макар и слаби, но достоверни следи в петнообразователните индекси косвено “издава” слънчевия произход на субвековите колебания на ССШ.

3.5. Сиянията на средни ширини и остатъчните отклонения спрямо връзката “ $Rh \rightarrow \delta T$ ” (регресионният модел (3))

Установяването на синхронност между екстремумите на остатъчните температурни вариации спрямо температурния тренд на Световния океан (фиг34.) и тези на 62-годишния цикъл на ССШ логично води до това да се потърси връзка между динамиката на случаите на тези явления и остатъчните температурни вариации спрямо регресионния модел (3). Видът и параметрите на подобна връзка биха били индикатор за ролята на слънчевата високоенергетична корпускуларна радиация върху климата.

Анализът е направен на база периода 1700-1900 г както и в &3.3. На фиг.40 е показано сравнение между динамиката на остатъчните вариации на отклоненията спрямо регресионния модел (3) и изгладените 11-годишни стойности на честотите на ССШ. (Напомниме, че моделът (3) е получен за

изгладени по 11 години стойности на Rh и данните от температурния ред на Моберг и др.).



Фиг.40 Горe: Остатъчните вариации на температурните данни спрямо регресионния модел “ $Rh \rightarrow \Delta T$ ”(регресионното уравнение (3));Долу: изгладени по 11 години стойности на годишния брой на наблюдаваните сияния на средни ширини (Aur_N). Съвпадащите по време екстремуми са обозначени с прави линии между тях.

Както се вижда от фигурата главните максимуми на годишния брой на ССШ (Aur_N) съвпадат с най-големите отрицателни отклонения на температурите спрямо модела и обратно, максималните положителни отклонения съответствуват на минимумите на сиянията. Известно отклонение от тази тенденция има през 50-те години на 19-и век, когато максимумът на ССШ закъснява с около един 11-годишен слънчев цикъл. Интересно е за отбелязване, че за този случай в поведението на остатъчните температурни вариации има инфлексия точно в годината на максимум на сиянията. В края на 19-и век антикорелацията между двете величини напълно се възстановява.

Коефициентът на линейна корелация между остатъчните температурни вариации ΔT и Aur_N за изследвания период е равен на -0.437 и е около 7.5 пъти по-голям от грешката си. От друга страна аналогичният коефициент на корелация между Rh и Aur_N е равен на $+0.56$, което от една страна е очаквано и сочи за обвързаност на сиянията с петнообразуването. От друга страна обаче,

посочената стойност показва, че тази връзка не е тясна, т.е. има доста голяма относителна независимост между двете величини.

След като бяха изпробвани различни видове еднофакторни нелинейни връзки между Aur_N и δT се оказа, че най-добрата измежду тях е логаритмичната и по точно:

$$\delta T = 7.82 - 4.51 * \ln(Aur_N) \quad (6)$$

Коефициентът на корелация в този случай е -0.455 , който надхвърля грешката си 7.96 пъти.

За да се разбере доколко процесите свързани със ССШ имат принос към промените на температурите δT , който да е независим от числото на групите слънчеви петна бе проведен множествен корелационно-регресионен анализ върху данните от 18-и и 19-и век.

При посочените по-горе условия за изглаждане на данните (съответстващи и на тези, за които е получен моделът (3)) за периода 1700-1900 година бяха получени следните връзки:

1. *Еднофакторен модел* – изменението на температурите зависи само от петнообразователния индекс Rh . В този случай

$$\delta T = - 0.599 + 0.004655 * Rh \quad (7a)$$

Коефициентът на корелация за тази връзка е $+0.52$, а F -параметърът е 1.37. В сравнение с $+0.78$, колкото е коефициентът на корелация за модела(3)(периодът 1610-1979г) тази връзка макар и достоверна е доста по-слаба. Това означава, че включването на 17-и век (Маундеровият минимум) и 20-и век (“Модерният” свръхвекови максимум) много съществено подобрява връзката “ $Rh - > \delta T$ ”. Изводът не е неочакван, тъй като посочените две епохи съответствуват на двата главни свръхвекови екстремума през последните ~400 години.

2. *Двуфакторен модел* – изменението на температурите зависи от петнообразователния индекс Rh , но и от интензитета на високоенергетичната слънчева корпускуларна радиация, представена от индекса Aur_N (годишният брой на наблюдаваните ССШ-явления). Съответното регресионно уравнение има вида:

$$\delta T = - 0.545 + 0.00645 * Rh - 0.04193 * \ln(Aur_N) \quad (7b)$$

Коефициентът на множествена корелация за този модел е $R=0.603$, а съответният коефициент на Сндекор –Фишер е $F = 1.56$, т.е с около 14% по-висок в сравнение с еднофакторния модел. Резултатът показва, че вторият фактор има съществен самостоятелен принос за промените на температурите.

Критичното ниво на F параметъра за 99% досотверност и в двата случая е около 1.26. Следователно и двете намерени връзки са с прогностична значимост.

Коментираният в този параграф резултати са много важни за разбирането на природата на слънчево-климатичните връзки. Те показват, че слънчевата активност трябва да се разглежда като многокомпонентен фактор, влияещ върху климата. Би могло да се съжалева, че данните за ССШ-явленията през 17-и век не са съвсем надеждни, докато за 20-и век те не са систематизирани и допълнени към каталога в базата данни на Националния център за геофизични данни.

Ако това беше така, регресионния модел (3) щеше да бъде заменен с много по-добър такъв, описващ връзката “Слънце-климат”.

3.6. *Необходима ли е хипотеза за допълнителен фактор, влияещ върху климата след 1975 година?*

Двуфакторният модел (76) отчита едновременното влияние на два типа слънчеви активни процеси върху температурните промени в преиода 1700-1900 година. Единият е общата светимост, представена чрез изгладените стойности на числото на групите слънчеви петна Rh . Другият е високоенергетичното слънчево корпускулярно излъчване, свързано с мощните еруптивни процеси. То е представено, чрез косвения индекс Aur_N .

От вида на формулата (76) , а и от по-предните резултати се вижда, че двата индекса влияят в противоположни посоки. Този факт показва, че въздействието на слънчевата активност върху климата съвсем не винаги е еднопосочно, както обикновено се приема в повечето съвременни анализи. Различни видове слънчеви явления са свързани с различни по интензивност и енергетичен спектър електромагнитни и корпускулярни лъчения. Последните действуват по специфичен начин върху земната атмосфера. В зависимост от това какви са характерните прояви на слънчевата активност в дадената епоха могат да се наблюдава права или обратна корелация със слънчевото петнообразуване в субвекови мащаб. Субвековите възходящи или низходящи тенденции обаче са наложени върху свръхвековия ход на слънчевата светимост. Последният се апроксимира добре с дългосрочния ход в поведението на петнообразувателния индекс Rh и за последните 400 години се описва с регресионния модел (3).

От фиг.40 се вижда, че усилването на най-високоенергетичната слънчева корпускулярна радиация , апроксимирана чрез годишния брой на ССШ-явленията води до най-големи отрицателни отклонения спрямо модела (3), т.е. до застудяване на климата в субвекови мащаби. Екстраполацията на квази-60-годишната компонета на ССШ-редицата за 20-и век показва екстремуми около същите календарни години, в които се обръщат субвековите тенденции на затопляне и охлаждане на Световния океан. И в този случай локалните температурни минимуми съвпадат с екстраполираните максимуми на ССШ – явленията. Последният такъв е около 1973/75 година.

Следващият (екстраполиран) минимум на квази 62-годишния цикъл на ССШ- явленията би трябвало да бъде около 2006/2007 г,т.е близо до настоящия момент , който освен това съвпада или е съвсем близо до края на настоящия слънчев петнообразувателен цикъл No 23. Периодът от 1975 до 2007 г според установената връзка би трябвало да се характеризира с намаляване на еруптивната активност на Слънцето и субвеково покачване на температурите. Този извод е много интересен и заслужава да бъде обсъден по-задълбочено.

Тъй като засега няма систематизирани данни за ССШ за 20-и век разсъжденията за времевия ход на слънчевата еруптивна активност след 1975 година ще направим на база индекса на Клечек $FlrI$ (фиг.12). От нея се вижда тенденция на много леко понижаване на $FlrI$ от 21-и към 22-ри цюрихски цикли. Спадът от цикъл 22-и към 23-и обаче е драстичен (с около ~55-60%), което е нормално да се е отразило и на потока на високоенергетичната слънчева корпускулярна радиация. Климатичното следствие от този факт , в светлината на всичко казано дотук, е отслабена циклогенеза , силен зонален пренос и затопляне на климата като цяло по време на цикъл No 23, което и на практика бе наблюдавано. Относително високата еруптивна активност през 2001-2004 година съвпадна с временното активизиране на атмосферните процеси, което се изрази в обилните валежи през топлото полугодие и относително по-хладните и дъждовни

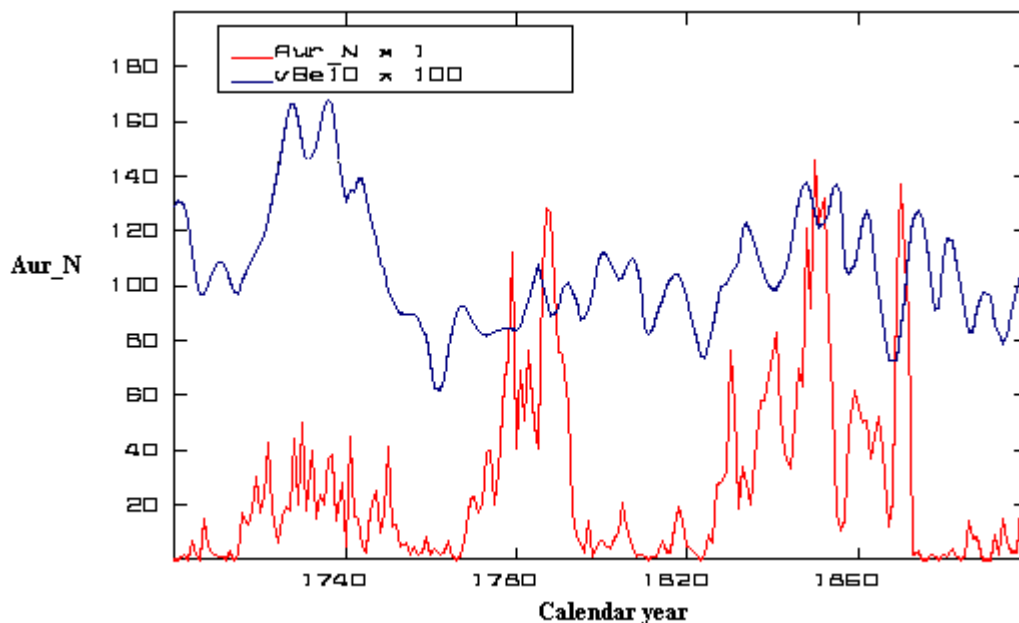
лета през 2002-2005 година , особено над Централна и Източна Европа , в сравнение с предходния много горещ и сух период 1998-2001 г.

От друга страна свръхвековият тренд на светимостта (фиг.29) показва тенденция към насищане около 1985-1990 година. Ето защо може да се предположи, че на фона ефекта от спадането на еруптивната активност през последните 30 години поне до 1985/1990г увеличението на светимостта също е дало малък допълнителен принос към затоплянето. След 1995 година ефектът на затопляне е резултат от дефицита на високоенергетична слънчева корпускулярна радиация.

Ето защо според автора за обяснение на климатичните промени след 1975 година не е необходимо да се въвежда предположение за някакъв допълнителен източник за затопляне на климата , който да не е действувал през последните 400, 2000 или дори 10 000 години.

3.7 “Гренландският“ берилиев ред и сиянията на средни ширини

Тъй като квази 60-годишните колебания се оказаха свойство както на редиците на космогенния берилий така и на броя на сиянията на средни ширини , то беше интересно да се сравни динамиката на двете явления в периода 1700-1900та година. За илюстрация е приложена фиг.41.

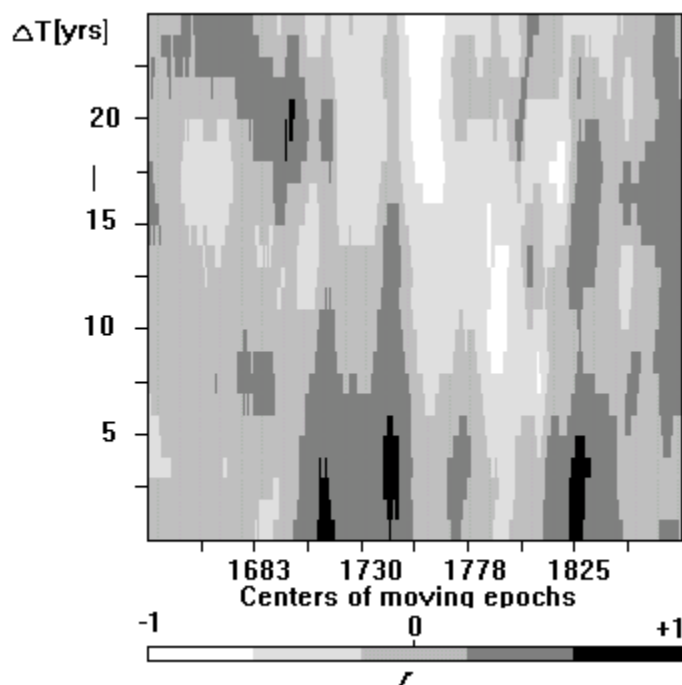


Фиг.41 “Гренландският” берилиев ред (синята линия) и годишния брой на сиянията на средни ширини (червената линия) през периода 1700-1900 година.

Сравнението показва много интересна, но противоречива картина. От една страна се вижда, че има периоди, в които динамиката на двата параметъра върви в много добър синхрон в мащаб от едно до няколко десетилетия. Особено добре изразено е това в началото на 18-и век когато концентрацията на ^{10}Be нараства в доста тясна корелация с увеличаването на годишния брой на ССШ (Aur_N). И двете имат субвекови максимум около 1720-1725 година. Синхронна тенденция към субвеково покачване и спад двете редици показват и в средата на 19-и век.

Макар и по-трудно забележимо, но подобно явление има и в средата на 18-и век. Два слаби, но добре очертани пика по време на минимума на Далтон имат аналози и в берилиевия ред. В края на 19-и век двете редици са в добре изразена антикорелация.

Като обобщена визуализация на връзката между Aur_N и концентрациите на ^{10}Be (1610-1900 г) в гренландските ледени проби може да послужи фиг.42. Тя представя резултатите от линеен крос-корелационен анализ (виж и приложение 2) за епохи с дължина от по 50 години и със стъпка на отместване между две съседни, равно на една година. Календарните години-центрове на епохите са представени по абсцисната ос, докато по ординатната ос е представено отместването /закъснението/ на берилиевата редица по отношение на ССШ.



Фиг.42 Еволюция на линейната крос-корелационна връзка между годишния брой на ССШ и концентрацията на ^{10}Be в гренландската редица. Съответните стойности на коефициента на корелация за отделните епохи и отместване между двете редици са представени чрез нарастваща градация на сивия цвят от -1 до $+1$.

От друга страна обаче от фиг.41 се вижда, че по-малките екстремуми от “втори порядък” /т.е. в рамките на един и същи цикъл на Швабе Волф/ в двете редици са предимно в антикорелация. Това би могло да се тълкува като следствие от действието на Форбуш-ефекта, тъй като високата еруптивна активност на Слънцето корелира с петнообразователната активност и с параметрите на слънчевия вятър в рамките на 11-годишния цикъл. Като цяло обаче от представената картина на фиг.42 се вижда, че устойчива и статистически достоверна антикорелация между ССШ и ^{10}Be има само в края на 17-и век (“центърът” на Маундеровия минимум) и през втората половина на 18-и век, непосредствено преди Далтоновия минимум. В същото време в края и на двата посочени свръхвекови слънчеви минимума положителната корелация е много силна.

На какво обаче се дължи много добрата положителна корелация между берилиевите данни и сиянията на средни ширини в субвекови мащаб за отделни

епохи? Как би могла последната да се свърже с квази 60—годишните осцилации и в двете редици?

От една страна е възможно причината да е свързана с факта, че явленията ССШ са свързани с високоенергетичните слънчеви корпускули, които също могат да генерират “космогенни” радиоизотопи, включително и ^{10}Be (*von Schroder, 1999*). В този случай излиза, че квази 60-годишните цикли в берилиевия ред и в редицата на ССШ просто са директно свързани със съответния цикъл на еруптивна активност /на фотосферата или короната/ и това обяснява добрия синхрон между тях.

От друга страна обаче остава открита възможността този субвекови цикъл да е директно произтичащ от своя климатичен аналог. Причината би могла да бъде много силната обвързаност на преноса на ^{10}Be от стратосферата към повърхността с метеорологичните процеси.

Третият случай, при който 60-70-годишния берилиев цикъл е комбиниран ефект и от еруптивните процеси на Слънцето и от климатичните процеси е също възможен. Според автора дори това е и най-вероятната картина. Тя обаче трябва да бъде отхвърлена или доказана на базата на допълнителен анализ.

Отново трябва да се напомни, че квази-60 -годишният цикъл е много силен в гренландските берилиеви данни, но се проявява слабо в антарктическите. По принцип се приема, че “антарктическият” ред е с по-малко шум от метеорологичен или друг характер и по автентично представя връзката между слънчевата активност и потока ГКЛ (*Bard et al., 1997*)

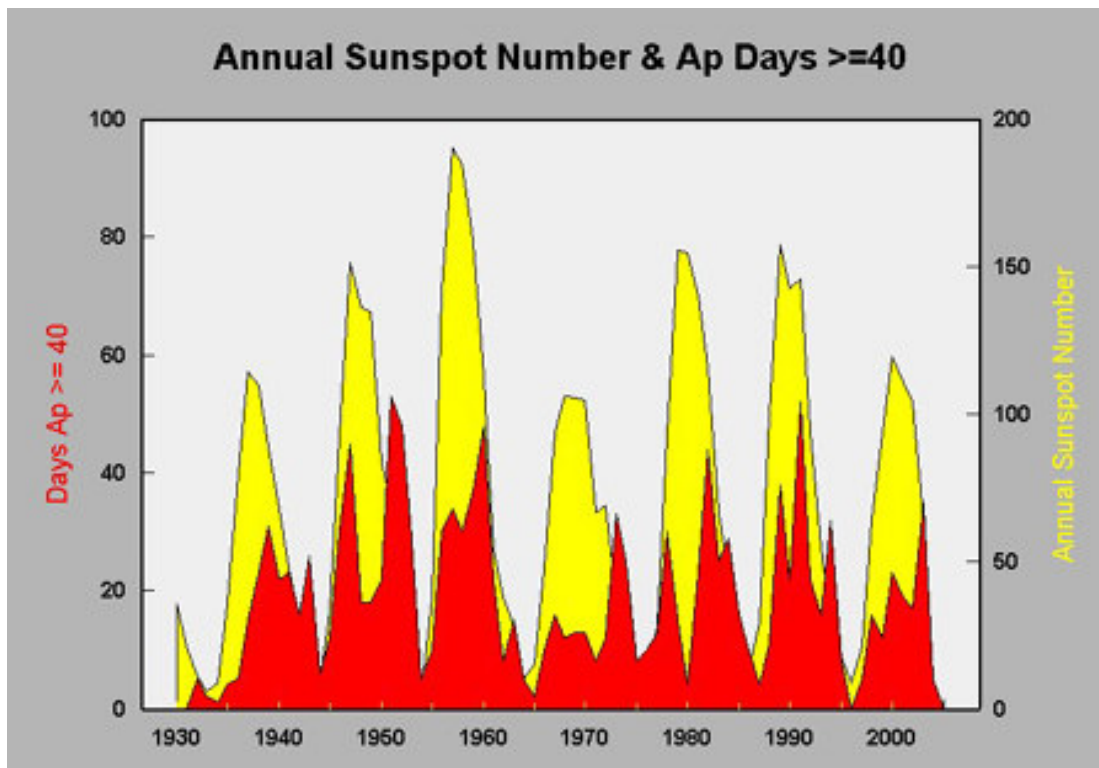
От казаното дотук в този параграф може да се направи следното обобщение: Основната следа, която доказва, че квази 60-65-годишните вариации на климата са от слънчев произход е тяхното мощно присъствие в данните за сиянията на средни ширини. Със сигурност последните са обусловени от протичащи на Слънцето процеси и по никакъв начин не са повлияни от климатичните условия тъй като са явления във високата атмосферата на Земята. Що се касае до 60-70-годишният цикъл в редиците на ^{10}Be , по всяка вероятност това е едно съвсем смесено явление. То е предизвикано частично от влизащите в стратосферата високоенергетични слънчеви корпускули (главно протони), модуляции в потока на слънчевия вятър (вкл. и т.нар. “Форбуш-затихвания”) и частично от ефект, свързан с възникващи в климата под действието на Слънцето колебания с посочената продължителност.

3.8. Годишният брой на дните с геомагнитни бури (1930-2006г) - климатични аспекти

Данните за сиянията на средни ширини са ситематизирани до 1900-та година и, поне засега това не е направено за 20-и век. Ето защо бе необходимо за част от анализите на връзките “Слънце-климат” да се потърси друг индикатор за геофизичните прояви на еруптивната активност на Слънцето за последните ~100 години.

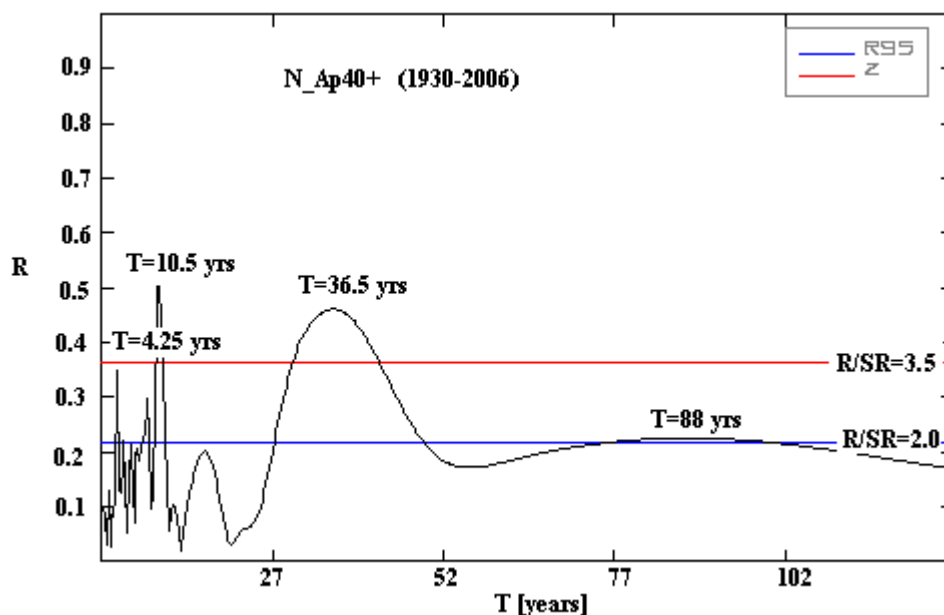
За целта бяха изпълнени различни статистически процедури върху публикувани редици от данни с цел откриването на геомагнитен индекс с достатъчно дълга редица, който едновременно с това и да корелира добре с климатичните процеси.

След анализ на различни редици авторът стигна до извода, че най-добри връзки с климатичните параметри показва редицата данни за годишния брой на дните с геомагнитни бури, т.е. тези за които планетарният индекс A_p е по-голям или равен на 40. Те са ситематизирани и публикувани от Националния институт за геофизични данни на САЩ за периода 1930-2006г. Показани са на фиг.43.



Фиг.43. Годишният брой на дните с геомагнитни бури (в червено) и числото на Волф R_i (в жълто) за периода 1930-2006 г.

С помощта на T-R периодограмен анализ беше изследван временния ред на годишния брой на геомагнитно активните дни (ще го обозначаваме по-нататък като N_{Ap40+}). Резултатите са показани на фиг.44.



Фиг.44 T-R спектър на редицата на индекса N_{Ap40+} (годишният брой на дните с геомагнитни бури) за периода 1930-2006 г.

Както би могло и да се очаква, най-мощен е квази-10-11 годишният цикъл, което следва от връзката на геомагнетизма с петнообразувателния цикъл на

Швабе-Волф. Неговата продължителност в рамките на изследвания 76-годишен период на наблюдения е 10.5 години.

На второ място по значимост обаче се оказва едно колебание, което е с продължителност от около 36.5 години. Неговата мощност е почти съизмерима с тази на 10-11 годишния цикъл. От климатична гледна точка това е много интересен резултат, тъй като подобна осцилация се наблюдава в различни пунктове на Земята, особено в хидроложките параметри под названието “Брюхнеров цикъл” (Логинов, 1973). Констатацията е много важна, тъй като тя прехвърля мост към едно климатично явление, което поне досега никога не е било свързано със Слънцето. Причината за това е ясна – изявен 36-37 годишен цикъл не е характерен за динамиката на нито един от основните слънчеви индекси. Има само слаба следа от 38-годишен такъв в реда на Хойт-Шатън. По какъв начин тази осцилация се появява в геомегнитните явления и чрез тях в климата е въпрос, който предстои да бъде изясняван в бъдеще. Твърде вероятно е това да е свързано с по-слабо изучени процеси в слънчевата корона

По подобен начин стоят нещата и с доста добре проявения 4.25 годишен цикъл. Както ще бъде показано в §5, същият се проявява в редиците на валежите в България. Особено силен е бил той през топлото полугодие / май-октомври / в началото на 20-и век докъм 30-те години (Komitov, 1986b).

4. Слънчевата активност и климатът: Сценарии за 21-и век

4.1 Общи бележки

От направения в предните две глави анализ става ясно, че изводът на рекламираната в медиите група от ~3000 учени за доминиращото влияние на човешкия фактор върху съвременните климатични промени (антропогенен парников ефект) е принципно погрешен. Същият е изведен най-напред върху едностранчиво, фрагментарно и (може би) тенденциозно тълкуване на инструменталните данни от последните ~150 години. Авторите на тази теория на базата на некоректно използване на палеоклиматични, основно дендрохронологични данни и игнорирайки напълно историческите писмени източници лансират идеята, че “глобалното затопляне” е феномен, който се е проявил след средата на 19-и век, на фона на почти постоянните климатични условия през последните ~2000 години (сценарият “Хокеев стик”). Несъстоятелността на подобни твърдения е съвсем очевидна, а критиките за тенденциозно изопачаване на климатичната история на Земята (Legates, 2003) за съжаление, изглеждат вярни.

Анализирайки поведението на Слънцето и климата в различни епохи, авторът привел многобройни доказателства за това, че всъщност климатичните промени не само в историческата и праисторическата времева скала, но дори и в рамките на относително близкото геоложко минало (последните ~5 милиона години) са обусловени основно от вариации на слънчевата светимост и други компоненти на слънчевата активност. Всички най-важни климатични събития в историческата и праисторическата епоха са свързани с локални екстремуми на слънчевата активност. Съвременното затопляне на климата е явление, започнало не преди 150 години, както твърдят “глобалните” еколози, а още от началото на 18-и век непосредствено след последния минимум на квазидвухилядолетния (2200-2400 годишен) слънчев цикъл (т.нар. минимум на Маундер).

Тази възходяща климатична тенденция е свързана с началната активна фаза на споменатото свръххилядолетно слънчево колебание. Върху нея е наложен някакъв ефект от още по-дългосрочен характер, тъй като толкова стръмно и силно свръхвеково покачване на слънчевата активност не е имало от последните ~8000 години. Ето защо бихме могли да говорим за забележим ефект на слънчев “Хокеев стик”, който се изразява в изключително високите нива на слънчевата активност между 1934-1996/2000 година в сравнение с предходните 2000 и дори 8000 години.

Така, че климатичният “Хокеев стик”, ако така бихме могли да наречем доста рязкото покачване на температурите на приземния въздух е следствие от много по-силното аналогично явление на Слънцето. “Глобалното затопляне” на климата ще се прекрати в момента, в който свръхвековата тенденция за повишаване на слънчевата светимост се преустанови и смени своя знак.

Този добре изразен ексцес на слънчева активност по време на Съвременния свръхвекови слънчев максимум в ни най-малка степен не омаловажава всички предходни прояви на свръхвековия ход на слънчевата активност в последните две хилядолетия. Явления като свръхвековите минимуми в 3-и , 5-7-и, 11-и , 13-и ,15-и 19-и век и особено Маундеровия минимум през 17-и век, както и Средновековния слънчев максимум са оказали много сериозни следи върху най-новата климатична история на Земята и до-голяма степен са дали отпечатък и върху основните социални процеси .

Периодичните продължителни засушавания в Централна Азия и застудявания (в Северна Европа и Централна Азия) , високите части на Андите и планините от “Покрива на света” , разрастването и топенето на Гренландския континентален ледник са свързани с климатичното влияние на свръхвековите и свръххилядолетните вариации на слънчевата активност. Те са се оказали регулатор на демографски и мащабни миграционни процеси от типа “велики преселения”, морски колонизации и др., които са изиграли ролята на разделителни линии в човешката история, поставящи началото на нови технологични, икономически и културни тенденции (Комитов, 2001а).

На практика “глобалните еколози” обръщат причинно-следствената връзка “природа-човек” с главата надолу. Всъщност периодите на затопляне на климата по време на началните активни фази на 2200-2400 годишните Халщадцайт- цикли са тези , които са белязани с най-интензивен икономически, научен и културен растеж. Предпоставка за това са подобряващите се агроклиматични условия , което се оказва от ключово значение за формиране на значителни материални излишъци и възможността за инвестиции във всички насоки на материалната и духовна сфера. Така , че големият прогрес на западното общество от средата на 19-и век насам е следствие от затоплянето на климата , а не причина за него. (Комитов, 2001а). Външният фактор за това е свръхвековият ръст на слънчевата светимост. Същият е рязко засилен именно след Далтоновия минимум.

Ето защо прогнозирането на динамиката на слънчевата активност за по-малък или по-голям времеви интервал напред е базата за предсказване на реалните промени на климата и техните следствия върху развитието на човешкото общество. По надолу ще бъдат представени някои от основните сценарии за поведението на слънчевата активност, както и произтичащите от тях промени в климата.

4.2 Слънчевата активност през 21-и век: Приблжава ли нов свръхвекови минимум?

Към настоящата дата (6 ноември 2007 г) са публикувани много голям брой прогнози за хода на слънчевата активност през 21-и век. Хронологично първите

от тях , за които може да се счита, че са актуални към този момент са от средата на 90-те години (Fyodorov et al., 1995).

Изследванията в тази област биха могли да се класифицират по най-различен начин в зависимост от това дали се основават на физически или статистически модели , от вида на използваната информация , какви методи за анализ на данните са използвани и т.н. В светлината на получените резултати, които ще бъдат обсъдени тук е целесъобразно прогнозите да бъдат разделени на две групи.

В първата група попадат тези от тях , според които високите нива на слънчевата активност ще се запазят и през 21-и век и дори биха могли и още да нарастнат. Общото за всички тях е, че се основават на теоретични модели или на статистически такива, които ползват слънчеви и геомагнитни данни от сравнително къси извадки от инструментални данни. Дължините на последните обикновено обхващат по няколко 11-годишни слънчеви петнообразователни цикли, за които обаче има богат набор от разнородни инструментални измервания.

Във втората група са прогнози, които се базират преди всичко на дълги редици от косвени данни (“космогенни ” радиоизотопи, редът на Шове) или най-дългите инструментални редици за слънчевото петнообразуване (редът на Хойт-Шатън и Цюрихският ред). Всички те предсказват свръхвекови слънчев минимум през 21-и век. Сред тях има и прогнози, които са основани на модела за “слънчевото динамо” (SODA-моделиране)(Shatten and Tobiska, 2003).

4.2.1 Сценарии без свръхвекови минимум

Както бе казано, има една значителна група прогностични модели, които използват като фактологична база инструменталните наблюдения на слънчевата активност и геомагнетизма, но преди всичко от последните няколко цикъла. В тях не се разглеждат изобщо свръхвековите или вековите ефекти в хода на слънчевите явления. Обикновено прогнозите се отнасят за един или два 11-годишни цикъла напред . Примери за подобни прогнози за вече отминаващия слънчев цикъл No 23 са обсъждани през 90-те години. Такива са разработени и за слънчевите цикли No24 и 25 (Dikpati et al., 2006; Hataway and Wilson , 2006; Du, 2005 и др.) .

Според прогнозите по тези модели цикъл No 23 трябваше да бъде много мощен като изгладеното околномаксимумно средногодишно Волфово число W_{max} трябваше да бъде между 130 и 190. Действителността обаче беше друга . Цикъл No 23 се оказа в петнообразуването с около 25-30% по-ниска мощност от средно очакваната, т.е $W_{max} \approx 120$. Още по-ниски се оказаха индекса на еруптивната активност , общия магнитен поток, потокът на сантиметровото радиоизлъчване и др .

Само около 6% от всички направени прогнози за цикъл No 23 предсказваха по-ниска мощност от тази на предходния 22-и. Сред тях е и тази на автора (Komitov, 1997).

Неуспехът на посочените прогнози по отношение на цикъл No 23 се дължи на неотчитането на закономерностите, свързани със свръхвековия ход на слънчевата активност. Според автора, а и според наблюдателните данни до този момент, невярни ще се окажат и всички прогнози за мощен 24-ти цикъл.

Повече за очакваната мощност на следващия петнообразователен цикъл на Швабе-Волф ще бъде дадено в края на тази глава.

4.2.2. Сценарии със свръхвекови минимум

В този параграф ще бъде направен преглед на някои от различните прогностични модели, при които вековите и свръхвековите вариации на

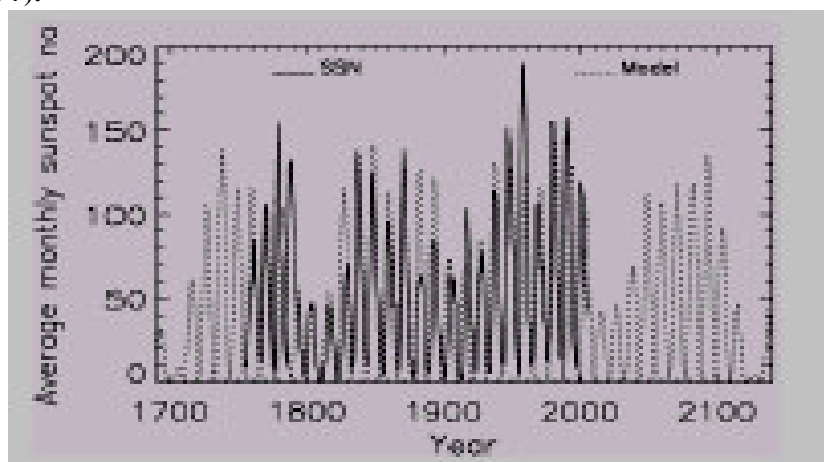
слънчевата активност са отчетени. При всички тях се проявява един и същ прогностичен качествен резултат – намаляване на амплитудите на 11-годишните цикли през настоящото столетие като резултат от свръхвекова низходяща тенденция. По-надолу ще бъдат дискутирани някои от тези модели. Част от тях са получени от автора /самостоятелно или в съавторство/. Останалите са резултати от работата на други изследователи. Последователно ще бъдат представени прогнози, получени на основата на различни инструментални или косвени редици от данни за слънчевата активност.

ЦЮРИХСКИЯТ РЕД (1749-2006г)

Цюрихският ред е най-старата инструментална редица от данни за петнообразователната активност. Към настоящия момент обхваща интервал от 258 години. Разположен е изцяло върху началния възходящ клон (“активната фаза”) на настоящия 2200-2400 годишен цикъл като по този начин включва само един свръхвекови минимум (на Далтон) и един обикновен векови минимум (на Глайсберт, в началото на 20-и век). Той е най-късата измежду всички използвани за анализ на свръхвековия ход на слънчевата активност редици от данни. Би могло да се каже, че резултатите получени на нейна основа не са достатъчно надеждни. Другата причина, поради която Цюрихският ред все повече се избягва като база за анализ и прогнозиране на дългосрочното поведение на Слънцето е, че индексът Волфово число е по-малко представителен от физическа гледна точка в сравнение например с числото на групите слънчеви петна *Rh*.

Анализът на тази Цюрихския ред с различни методи за изследване на цикли обикновено не разкрива квазидвувеклови цикъл (170-220 години). С помощта на T-R периодограмен анализ освен 11-годишният цикъл на Швабе-Волф се детектират статистически достоверни осцилации с продължителност около 104 и 290 години. Последната в случая се явява като тренд- хиперцикъл. Със значително по-ниско ниво на достоверност, но все пак непренебрежим е цикъл с продължителност от около 63.5 години.

Екстраполацията на динамичните модели, построени на базата на Цюрихския ред и резултатите от T-R периодограмния анализ прогнозира свръхвекови минимум на слънчевата активност в интервала 2000-2030 година и дългосрочен (векови) максимум в средата на 21-и век, който е близък до този в средата на 18-и век. Пример за такъв модел се съдържа в работата на Бонев (Bonev, 1997).



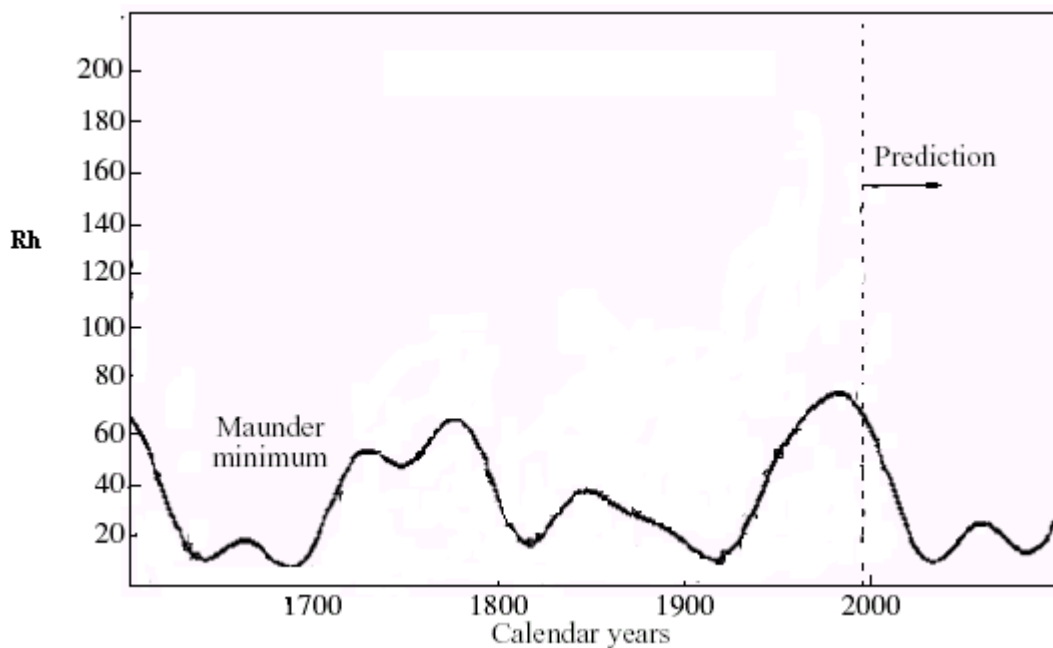
Фиг.45 Сценарият на Кливерд и др. (Cliverd et al., 2006). Участъкът с тъмна линия представя реалните данни по Цюрихския ред. Светлата линия представя модела.

На фиг. 45 е показан сценарият по една нова дългосрочна екстраполация на Цюрихския ред (Cliverd et al., 2006). Показана е и екстраполация назад за периода 1700-1749 година, който удовлетворително съответствува на по-старите реконструкции на Волфовото число за периода преди 1749 година. Свръхвековият възходящ тренд между 1700-2000 година практически не личи. Това обаче е недостатък на самия Цюрихски ред, който по принцип дава завишени нива на петнообразователната активност през 18-и век в сравнение с реалните (Hoyt and Shatten, 1998). Аналогична на показаната на фиг.45 е и прогнозата на Бадалян и др. (Badalyan et al., 2000).

РЕДЪТ НА ХОЙТ- ШАТЪН (1610-1995)

Прогноза върху реда на R_h (средногодишното число на групите слънчеви петна) е дадена от Комитов и Кафтан (2003). Тя е направена на основата на Т- R периодограмния анализ, като са използвани само ниските честоти, т.е циклите с продължителност по-голяма от 30 години. Целта е да се анализират средно- и дългосрочните тенденции в поведението на слънчевата активност, т.е. тези , които са по-дълги от 11-годишния цикъл на Швабе-Волф . Моделът за периода 1610-1995 година и неговата екстраполация до 2100 година са показани на фиг. 46.

В този модел са включени статистически достоверни цикли с продължителност 39, 54, 62, 118 и 192 години. За разлика от Цюрихския ред квазидвувеквият (192 г) цикъл не само че присъствува в редицата на R_h , но дори е втори по значение след 10-11-годишния цикъл на Швабе-Волф.



Фиг.46. Регресионен модел на нискочестотните вариации на реда на Хойт-Шатън (1610-1995г) и неговата екстраполация до 2100 година. (Комитов and Кафтан, 2003)

Както се вижда от фигурата още след 1990 година започва низходяща тенденция , която достига локален минимум около 2025-2030 година. Следва слабо покачване докъм 2045 година и нов локален минимум около 2060-та година.

Общото средно ниво на нискочестотната е почти същото както през Маундеровия минимум.

Този извод обаче не е съвсем реалистичен, тъй като в модела не са включени циклични тенденции, които са по-дълги от двувековия цикъл. По специално в представения модел не участват квазихилядолетният 1100-1200 годишен цикъл на Копецки и най-вече свръххилядолетният 2200-2400 годишен цикъл. Както ще видим по-нататък именно заради тях “подложката” върху която се разполага прогнозираният свръхвекови минимум ще бъде по-висока и явлението ще прилича по-скоро на Далтоновия, отколкото на Маундеровия минимум.

РЕДЪТ НА ШОВЕ (296- 2000 г)

Непрекъснатата част на реда на Шове след 296 г.н.е. е с дължина 1700 години. Това позволява в него да се разкрият добре не само циклите с квазивекова и квазидвувекова продължителност, но също така и още по-дългосрочни тенденции. В рамките на този период се включва около 1.5 пъти квазихилядолетният цикъл на Копецки и около 70% от една осцилация на 2200-2400 годишния цикъл. Ето защо макар и с доста по-ниска времева разделителна способност редът на Шове се оказва по мнението на автора много по-сигурна база за дългосрочни слънчеви прогнози в сравнение с инструменталните редици.

След като през 1997 г авторът направи прогноза за нарушение на G-O (правилото на Гневишев- Ол) (Komitov, 1997) за двойката петнообразователни цикли No 22-23 с помощта на дискриминантен анализ, той предположи, че е твърде възможно това събитие да се окаже предвестник на дългосрочна низходяща тенденция в поведението на слънчевата активност. През 2000/2001 година бе проведено ново разширено проучване за обстоятелствата, при които възникват нарушенията на G-O според данните за мощностите на 11—годишните цикли в реда на Шове (Komitov and Bonev, 2001). Беше установено, че тези нарушения настъпват непосредствено преди началото или по време на свръхвековите минимума на слънчевата активност.

Анализът, който авторите направиха в посочената статия ги доведе до следните два извода:

1. Нарушението на G-O за двойката цикли на Швабе-Волф с цюрихски номера 22 и 23 е предвестник на умерено дълбок свръхвекови слънчев минимум през 21-и век.
2. Същото явление е предвестник на края на началната активна фаза на настоящия 2200-2400 годишен цикъл и старта на неговата относително спокойна “платовидна” фаза. Ето защо новият свръхвекови минимум по своята дълбочина ще наподобява минимума на Далтон (1796-1834), но по своите “генетични” показатели ще е по-скоро сроден на свръхвековите слънчеви минимума преди 1000-та година от н.е.

В своя нова работа (Komitov, 2007b) авторът разви изследването доказвайки, че дължината на циклите на Швабе-Волф (L) в реда на Шове варира с ~205 годишна цикличност. Епохите на свръхвековите минимума се характеризират с по-продължителни цикли на Швабе-Волф ($T > 11$ г), докато по-късите цикли са по-типични за свръхвековите максимуми. Така например за времето на “Модерния” свръхвекови максимум (цикли No 17- 22) средната продължителност е $L \approx 10.5$ години, докато по времето на Далтоновия минимум (цикли No 5-7) същата е 11. 9 години. Най-драстичен е, може би, случаят с предхождащият споменатия минимум цикъл No 4, чиято продължителност е 13.6 години! Следователно, нарастването на параметъра L също може да се разглежда като допълнителен индикатор за приближаващ свръхвекови минимум, но при наличие и на други признаци в тази насока (например нарушение на G-O).

Изглежда при отминаващия вече цикъл No 23 това условие е вече налице. До този момент (м. ноември 2007) той все още продължава. Като се има предвид, че неговото начало се определя за м. май 1996 г, то се очертава продължителността му при всички случаи да бъде $L \geq 11.4$ години, дори и в пределния случай ако по изгладените 13- месечни стойности на Волфовото число да се окаже, че началото на цикъл No 24 е през месец август 2007 г. Вероятността обаче цикъл No 24 да започне през 2007 година е вече много малка, а много по реална става възможността това да се случи през 2008 г. Повече подробности по този въпрос ще бъдат дадени в §4.3

В паралелното изследване с помощта на два различни метода, проведено от Комитов и Кафтан (*Komitov and Kaftan, 2003*) бяха построени динамични модели на реда на Шове. Предварително данните бяха изгладени по пет точки. Като първа стъпка бяха установени статистически достоверните цикли в редицата с помощта на T-R периодограмния анализ и метода на В. Кафтан (*Kaftan, 1994, 2002*). На следващият етап получените цикли бяха включени със съответните им параметри в два различни динамични модела, които бяха екстраполирани и в 21-и век.

Предварително обаче бяха проведени тестове, при които беше изследвана само за една по-ранна част от извадката (до 1500 –та година). Получените модели бяха използвани за екстраполация на редицата за следващите 300 години (1500-1800г), които всъщност са известни. Целта бе да се провери доколко надеждни са екстраполационните процедури. Резултатите се оказаха много добри. Същите са описани в статията.

С помощта на T-R периодограмния анализ бяха установени статистически достоверни цикли с продължителност 9, 11, 18.5, 32 и 122 цикъла на Швабе-Волф, т.е. ~100, 122, 205, 353 и 1220 години за цялата непрекъсната част на реда на Шове (296 – 2000г). Построеният въз основа на тях модел е с коефициент на корелация $R=0.78$ към данните (фиг.47). С най-голямо тегло участва квазидвувековият (~205г) цикъл. Дори ако моделът се изгради само с негово участие, коефициентът на корелация е 0.59. Неговата екстраполация през 21-и век показва свръхвекови минимум, чиято най-дълбока фаза е около 2070-та година. Основната причина за неговото настъпване е минимумът на 205-годишния цикъл, който следва да се очаква през 2061 година.

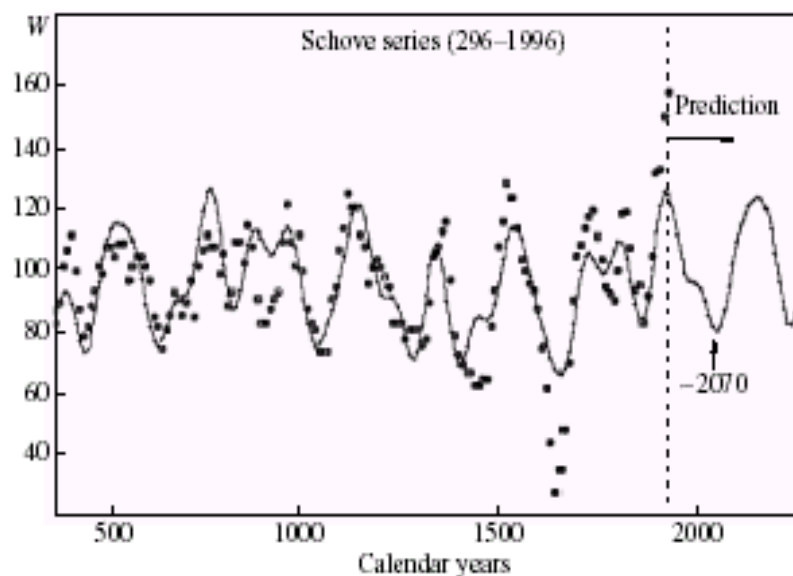
По прецизният анализ на този модел показва, че изключителната мощност на “Модерния” свръхвекови максимум се дължи на натрупването на няколко векови и свръхвекови колебания през 20-и век, а именно – на квази 350-годишния цикъл около 1920 година, на квазидвувековия – през 1956/57г и на ~1100-1200 годишния цикъл на Копецки –около 1990-2030 година (фиг.49). Освен това и трите посочени максимума се разполагат върху възходящия клон на 2200-2400 годишния слънчев цикъл. Крайният резултат от всичко това е най-голямото нарастване на слънчевата активност за последните 8000 години- слънчевият “Хокеев стик” през 19–20-и век, чиято кулуминационна фаза е между 1934-1996 година.

Резултатите получени по метода на В. Кафтан са почти напълно идентични с тези, получени чрез T-R периодограмен анализ (фиг. 48).

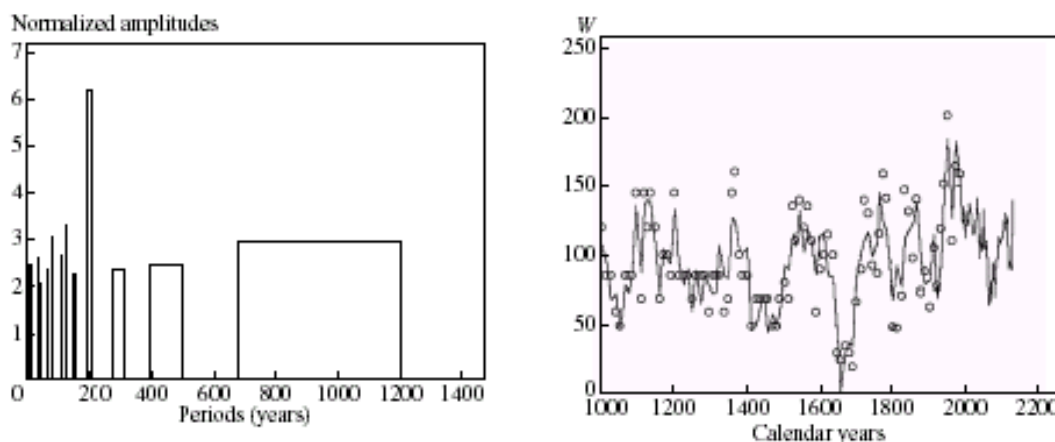
Интересно е да се отбележи, че ако от двата модела се изключи цикъла на Копецки (~1100-1200 г) и по двата свръхвековия минимум през 21-и век се получава с дълбочина, почти равна на минимума на Маундер. Околомаксимумната фаза на квазихилядолетния цикъл обаче повдига “подложката” на свръхвековия минимум, трансформирайки го по дълбочина приблизително между минимумите на Волф или Оорт от една страна и Далтон –от друга.

Тъй като непрекъснатата част на реда на Шове е с дължина 1700 години, то не е възможно съвсем коректно да бъде отчетено влиянието на 2200-2400 годишния цикъл. Тъй като началната активна фаза на същия в голяма степен

съвпада с възходящия клон на цикъла на Копецки, то може да се каже, че неотчитането на “чистия ефект” от Халщадцайт-цикъла за периода 1700-2000 –та година не внася съществена грешка в сценария за 21-и век. От друга страна обаче 2200-2400 годишния цикъл модулира мощността на квази-200 годишния цикъл и това е един допълнителен момент, който ще дискутираме в &4.4



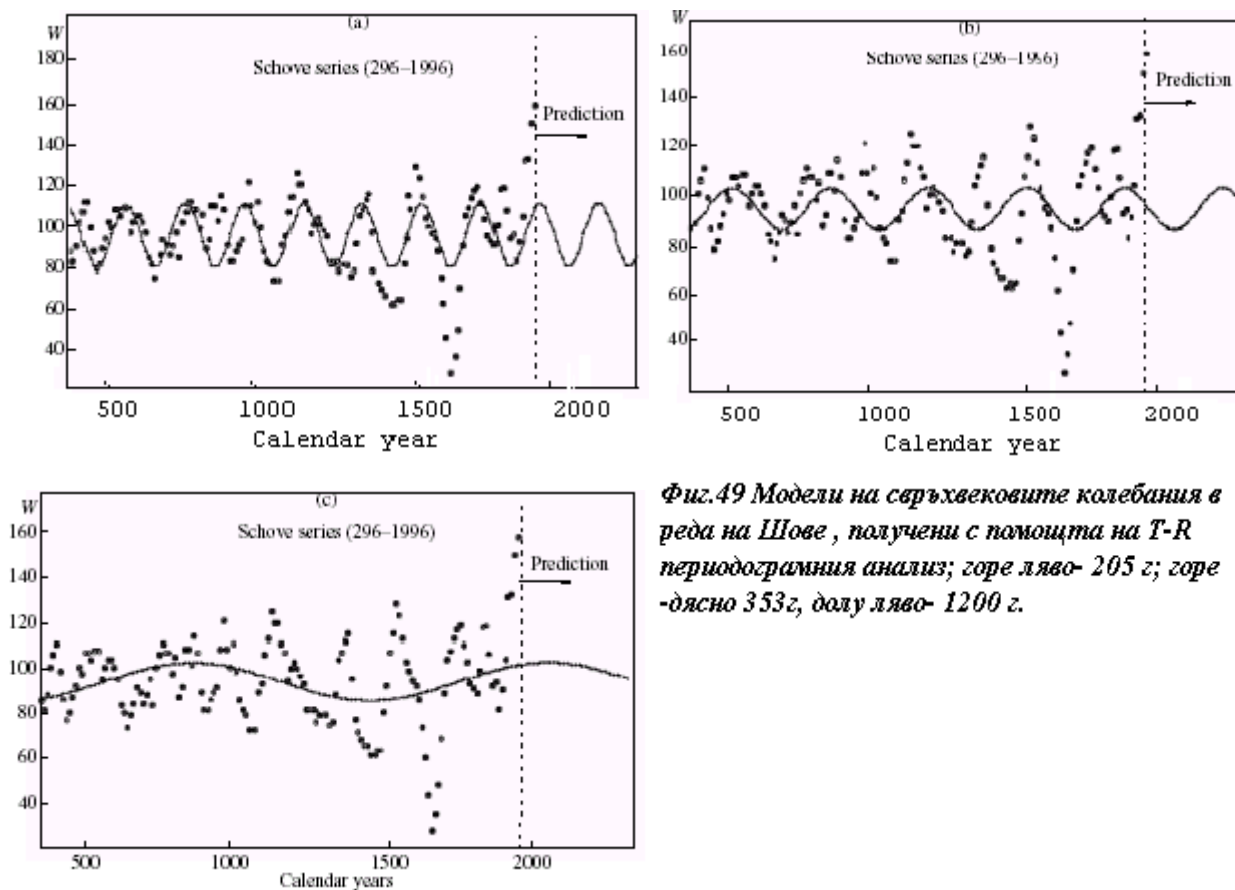
Фиг. 47 Модел на реда на Шове (296-1996г) получен въз основа на резултатите от T-R периодограмен анализ (Komitov and Kaftan, 2003)



Фиг.48. Вляво: Спектър на колебанията в реда на Шове (1000-1996 г), получен по метода на В. Кафтан. Ширината на правоъгълниците обозначава доверителен интервал; Вдясно: Модел на реда на Шове, получен въз основа на показания спектър (Komitov and Kaftan, 2003)

На фиг.49 (горе ляво) е показано поведението на квазидвувековия цикъл, който е най-мощната циклична тенденция в реда на Шове. След 1000-та година неговите минимума са през нечетните календарни столетия. Те са съответно през годините: 1033, 1237, 1442, 1646 и 1851. Максимумите са съответно през 1135, 1340, 1545, 1751 и 1956 година. Последната дата почти съвпада с околорексимумната фаза на цюрихския цикъл No 19, който е най-мощният през последните 600, а вероятно и през последните 2000 години. От друга страна 1851 година доста добре

съвпада с едно събитие, описано от Ривин (1993), за което този автор счита, че представлява “увертюрата” към Модерния свръхвекови слънчев максимум.



Фиг.49 Модели на свръхвековите колебания в реда на Шове, получени с помощта на T-R периодограмния анализ; горе ляво- 205 г; горе-дясно 353г, долу ляво- 1200 г.

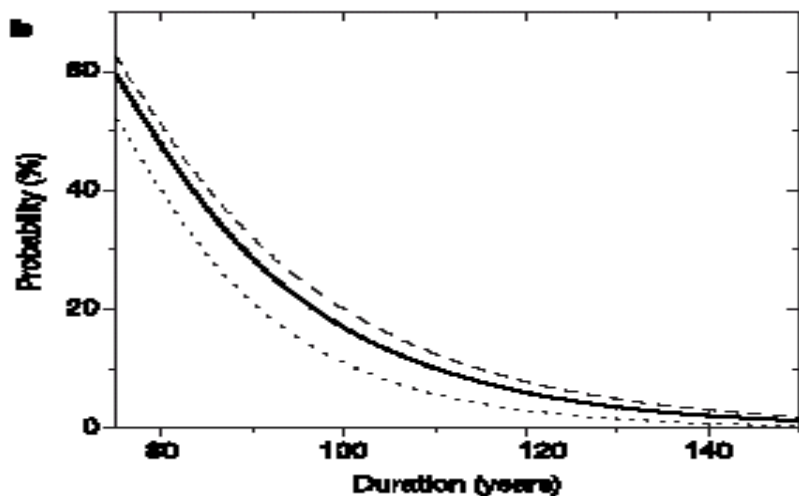
КОСМОГЕННИЯТ БЕРИЛИЙ

Авторът съвместно с В. Кафтан разработиха през 2004-а година динамични модели на “гренландския” и “антарктическият” ¹⁰Ве редици по подобие на представените за реда на Шове (Komitov and Kaftan, 2004). Екстраполациите на всеки един от получените модели показва нарастване на продукцията на “космогенен” ¹⁰Ве през 21-и век. Това може да се интерпретира като настъпване на свръхвекови минимум. Моделът на “гренландския” ред, получен с помощта на T-R периодограмен анализ е показан на фиг.6.

РАДИОВЪГЛЕРОДНИЯТ РЕД (INTCAL 98)

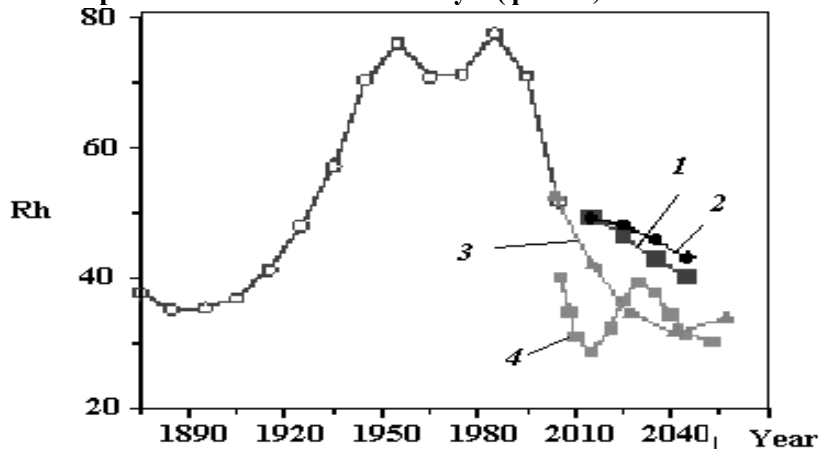
В обсъжданата вече в &2 работа на Соланки и др. (Solanki et al., 2004) е направена статистика относно продължителността на периодите на високи нива на слънчевата активност (свръхвекови максимуми) през Холоцена на основата на радиовъглеродния ред на годишните пръстени на дърветата (INTCAL 98). Авторите са изчислили вероятността даден епизод на висока слънчева активност, при които числото на групите слънчеви петна остава $Rh > 50$ като средна стойност в течение на 10 години, да надхвърли определена продължителност. Резултатите са показани на фиг.50.

Ако се приеме, че съвременната епоха на висока слънчева активност е започнала около 1940 година, то от фигурата може да се види, че вероятността за нейното продължение до 2010 година е около 60%. Същата е само 8% за да продължи тя до 2050 година и по-малко от 1% за да се запазят условията на висока слънчева активност до 2100-та година. Следователно, от тази картина става ясно, че настъпването на свръхекови минимум през първата половина на 21-и век е много по-вероятното събитие, отколкото това да не се случи. Изравняването на вероятностите за двете алтернативни събития е около 2015 г.



Фиг.50 Вероятността, с която епизод на висока слънчева активност може да надхвърли определена продължителност (Solanki et al., 2004)

През 2005 г Огурцов (Ogurtsov, 2005) публикува реконструкция на числото на групите слънчеви петна на R_h за последните ~10500 години, включително от 8505 г.пр.н.е. Същата е направена на основата на радиовъглеродния ред INTCAL 98. За калибровка е използвана редицата на Хойт-Шатън за периода 1610-1945 г. На основата на получения модел са направени изводи за динамиката на индекса R_h , включително до средата на 21-и век. Прогнозата на автора е, за съществено понижение на средното ниво на петнообразователната активност през периода 2005-2045 година спрямо предходните няколко десетилетия. По същество това е прогноза за свръхекови слънчев минимум (фиг.51).



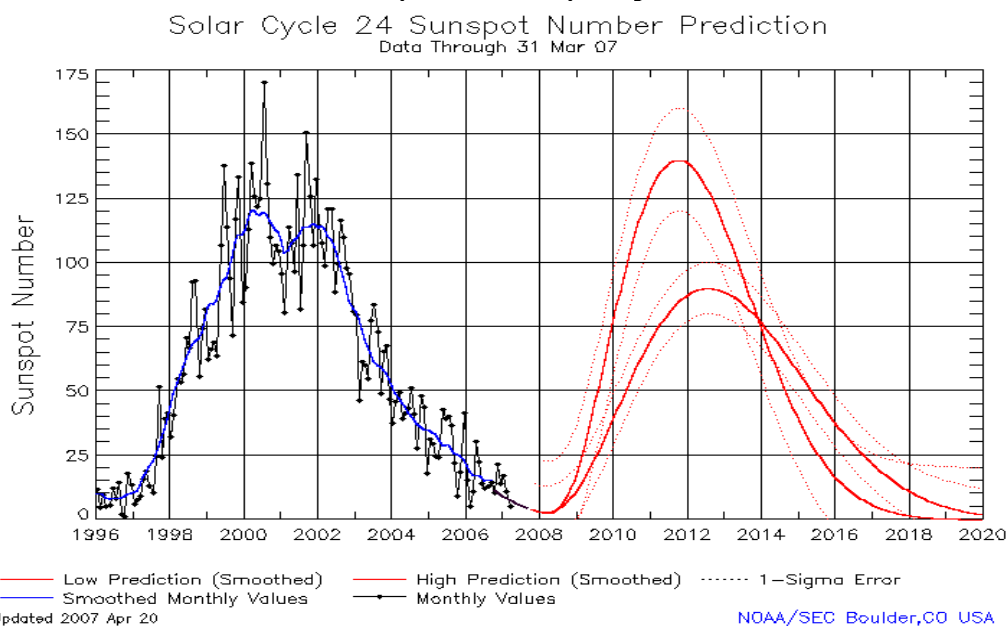
Фиг.51 Изгладени 25-годишни стойности на R_h (линия с празни кръгчета-актуални данни; 1, 2 – два варианта прогноза по Ogurtsov, 2005; 3- Милетски, 2003; Наговицин и Огурцов, 2003). Фигурата е модифицирана версия от Ogurtsov, 2005

Една друга група модели, която е качествено различна от описаните дотук, също предлага сценарии за много ниска слънчева активност през 21-и век. Тя е свързана с така наречените “динамо-прекурсор” –методи. В основата им е заложено определянето на т.наречения SODA-индекс (*Solar Dynamo Amplitude*-амплитуда на слънчевото динамо). С помощта на SODA-моделите се проследяват еволюцията на магнитните области на Слънцето и на тази основа правят реконструкции на динамиката на магнитното поле в миналото и прогнози за бъдещето. Прилагането на този метод с цел прогнозиране на активността на слънчевия петнообразователен цикъл No 24 довел до изненадващия за изследователите извод, че предстои епоха на рязко понижение на нивото на слънчевата активност. Авторите К. Шатън и К. Тобиска (*Shatten and Tobiska, 2003*) дори допускат и възможността да настъпи явление, подобно на Маундеровия минимум. Според автора обаче е много малко вероятен подобен “краен” сценарий.

4.2.3 Цикъл No 24- мощен или слаб?

От представеното в предния параграф следва, че за повечето от сценариите за едромасщабния ход на слънчевата активност през 21-и век параметрите на предстоящия цикъл на Швабе-Волф с цюрихски номер 24 са от много голяма важност. Ето защо прогнозите за същия, и особено за неговата мощност, представляват до голяма степен критичен момент за очакванията относно поведението на Слънцето през следващите няколко десетилетия.

На фиг.52 е представена обобщена картина на основните прогнози за динамиката на цикъл No 24 , които са в основата на неговия “прогнозен панел” на Центъра за прогнозиране на космическото време в гр. Болдър, Колорадо . Той е официално възприет от NOAA (Националното управление за океаните и атмосферата на САЩ) и NASA като възможен диапазон на макрохарактеристики на последния (моменти на минимум и максимум, продължителност и мощност).



Фиг. 52 “Прогнозният панел” за слънчевия петнообразователен цикъл No 24- червените линии (<http://www.swpc.noaa.gov/SolarCycle/SC24/index.html>). Левият максимум (синята линия) представя отминаващия цикъл No 23.

Фактически този прогнозен панел съдържа две ясно разделени групи прогнози -“висока” (мощен цикъл, $120 \leq W_{max} \leq 160$, максимум в края на 2011 г) и “ниска” (слаб цикъл, $80 \leq W_{max} \leq 100$, максимум през 2012 г). Би могло да се покаже, че те в значителна степен са свързани с това дали съответните автори очакват или не очакват свръхвекови слънчев минимум. Тук е добре да се напомни , че в “прогнозния панел” за цикъл No 23 силно преобладаваше “високата” група.

Пълен обзор на всички основни , представени до първото тримесечие на 2007 г прогнози е даден от Песнел (*Pesnell, 2007*).

През м. юли 2007 авторът установи двуфакторна регресионна връзка между околномаксимумните мощности на циклите в четно-нечетните двойки в реда на Шове от една страна и следващия четен цикъл от друга (*Komitov, 2007b*). Въз основа на същата за околномаксимумното средногодишно число на Волф на слънчев цикъл No 24 бе намерена стойност $W_{max} = 92 \pm 27$. Тази прогноза може да се отнесе към “ниската” група .

Според фиг.52 очакваното начало на цикъл No 24 е през м.март 2008 година. По-старите прогнози бяха за 2006 и 2007 година. В случай, че стартът на новия цикъл се забави след края на м. март 2008, то най-вероятно, Центърът за прогнозиране на космическото време ще изключи от панела цялата “висока” група.

4.3. Климатът през 21-и век: Прогнози, свързани със Слънцето

4.3.1. Слънчевият свръхвекови минимум и “глобалното застудяване” през 21-и век

Представените в предния параграф прогнози за свръхвекови слънчев минимум през първата половина на 21-и век закономерно водят до преположението, че това явление ще има климатични последици. Различните видове информация за климата през последните ~2000 години ясно показват освен многото други тенденции също и цикличност от порядъка на ~200 години. Явлението е обусловено от квазидвувекови слънчев цикъл, чийто следващ минимум ще настъпи в средата на 21-и век (около 2060-та година). Същият е главната причина за редуващите се през около 200 години свръхвекови слънчеви минимума. Тяхната дълбочина обаче е различна поради допълнителни фактори . На първо място това са фазите , в които другите квазивекови и свръхвекови слънчеви колебания “срещат “ низходящите клонове на двувековия цикъл . От друга страна трябва винаги да се държи сметка за амплитудната модулация на ~200 годишния цикъл от страна на Халщадтцайт (2200-2400 г) –колебанията. На този въпрос ще бъде специално посветен последния параграф на тази глава.

През 2000-2001 година авторът, използвайки дигитализирани данни от сканирано изображение на изгладените температурни данни за последните 1200 години в статията на Борисенков(1976) (фиг. 2а) построил регресионен модел, включващ цикли с продължителност ~100, 210, 360 и 1200 години. Неговата екстраполация за 21-22-и век разкри локален температурен минимум около 2070-а година , съответстващ на понижение от около 0.6-0.7 °С, спрямо стойността в средата на 20-и век (1940г) (*Комитов, 2001*).

През следващите няколко години редица автори, основавайки се на хелио-климатичната теория направиха прогнози за настъпването на свръхвекови климатичен минимум през 21-и век (*Abdussamatov, 2004; Archibald 2005*) .

В работата на Абдусаматов акцентът е върху слънчевия квазидвувекови цикъл и неговото климатично действие. Във връзка с това всички слънчеви свръхвекови минимума се разглеждат като “маундероподобни”, т.е не се прави

разлика между тях от гледна точка на взаимодействие с други дългосрочни циклични тенденции . Амплитудната модулация от страна на 2200-2400 годишната осцилация също не е коментирана. Ето защо климатичната прогноза в този случай допуска доста суров сценарий за 21-и век, включително и “малък ледников преиод” , както по време на Маундеровия минимум.

В работата на Арчибалд се анализират климатичните последици, свързани с очакваните ниски мощности на слънчевите 11-годишни цикли с цюрихски номера 24 и 25. Оценка на застудяването на климата се прави на базата на данни за пет станции в САЩ, които са извън зоната на силната урбанизация и навътре в континента. Очакваното застудяване според този автор е от порядъка на около 1.5°C спрямо втората половина на 20-и век. Проблемът по наше мнение е, че , очаквани локални климатични тенденции не могат да се приписват автоматично на цяло полукълбо или на цялата планета. Както ще бъде показано в &4.3.3 независимо от проявата на общопланетарни ефекти , свързани със слънчевата активност, амплитудата на климатичната реакция в различни райони на Земята е различна.

4.3.2. Четири слънчево-климатични сценария (2005-2030 г)

В този параграф са представени общо 4 на брой слънчево-климатични сценарии. Те са основани на два вида климатични (температурни) данни, както и на два различни сценария за поведението на слънчевата активност по време на следващите два петнообразователни цикъла с цюрихски номера 24 и 25.

Двата вида климатични данни са съответно редицата на Моберг и др. след 1610-та година и средните температури на Световния океан за периода 1856-1994 година , представени на фиг. 33 (*Parker et al.*, 1995).

Екстраполациите на двете редици са направени както за случай , при който не се предвижда свръхвекови слънчев минимум (*Du*, 2005), така и ако се приеме, че свръхвекови минимум ще настъпи заедно с началото на цикъл No24 (*Badalyan et al.*, 2005). В прогнозата на Дю се предвижда мощен 24-ти цикъл с $W_{max}=150$ и умерено мощен 25-и ($W_{max}=102$). В сценария на Бадалян и др. след цикъл No23 настъпва Далтоно-подобен слънчев свръхвекови минимум и околномаксимумните мощности на цикли No 24 и 25 е $W_{max} \approx 45$.

Използването на тези две прогнози за поведението на Слънцето е най-подходящо в случая, тъй като на тяхната база лесно може да бъдат получени приблизителните средногодишните стойности на числото на Волф. Прогнозите , направени по реда на Шове или космогенните изотопи са получени за периоди на изглаждане , по-големи от 11 години (*Komitov and Kaftan*, 2003; *Ogurtsov*, 2005) . От друга страна прогнозите по инструменталните данни се отнасят обикновено само за цикъл No 24.

Редицата на Хойт-Шатън (числото на групите слънчеви петна Rh) засега е конструирана само за 1995 година. Тяхното преизчисляване до 2030-та година съобразно двете посочени прогнози за хода слънчевата активност беше направено като най-напред бяха приблизително оценени средногодишните стойности на Волфовото число според двата сценария за периода 2007-2030 година. Същите данни за отминаващия цикъл No 23, т.е. между 1996 и 2006 година са вече известни и включени в основните бази данни за Слънцето.

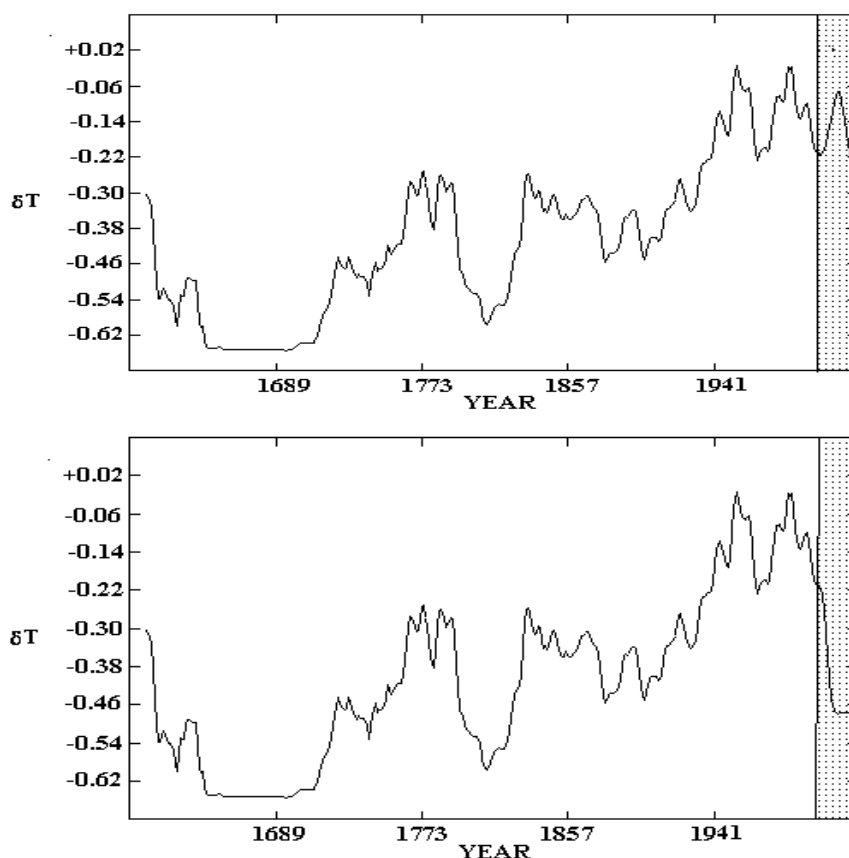
На следващия етап беше установена най-добрата регресионна връзка между средногодишните стойности на международното Волфово число Ri и числото на групите слънчеви петна. Тя се оказа от степенен вид : $Rh = 1.11 * Ri^{0.997}$ с коефициент на корелация 0.994. Нелинейният ефект обаче е забележим само при $Ri > 150$. Ето защо за практическа цел в нашия случай е достатъчно добро и линейното приближение: $Rh = 0.954 * Ri + 2.8$ ($r = + 0.992$) .

Последната беше използвана за изчисляване на индекса Rh за периода 1996-2030 година. Получените по този начин данни бяха изгладени по 11 години за да бъдат приведени във вид за ползуване с регресионния модел (3) и аналогичния за него, изведен за температурата на Световния океан (виж по-надолу).

Числените екстраполации са направени на базата на “чиста” връзка “ $\delta T > Rh$ ” в зависимост от двата сценария за поведението на Слънцето. За съжаление на този етап няма данни, които да позволят включване като втори фактор на индекс, тясно свързан с високоенергетичната слънчева корпускулярна радиация и квази 50-70 годишните колебания на климата. Такъв индекс биха могли да бъдат авроралните явления на средни ширини (ССШ). Както обаче вече нееднократно посочихме, засега систематизираните публикувани данни за тях не включват 20-и век. Ето защо за очаквания ефект от слънчевите корпускули върху климата тук се дават допълнителни корекции-оценки спрямо получените прогнози, направени само на базата на Rh .

СЕВЕРНОТО ПОЛУКЪЛБО

Въз основа изгладените екстраполирани данни за числото на групите слънчеви петна по сценария на Дю (без свръхвекови минимум) и Бадалян и др.(далтоно-подобен свръхвекови минимум) бяха изчислени екстраполираните стойности на температурните вариации в Северното полукълбо по реда на Моберг и др.(2005) до 2030-а година. Резултатите са показани на фиг. 53 .



Фиг.53 Слънчево-климатични сценарии до 2030 година за Северното полукълбо въз основа на температурните данни на Моберг и др. (2005) и прогнозни данни за слънчевите цикли No 24 и 25 според Дю (горе) и Бадалян и др. (долу). Използувана е регресионната връзка (3). Прогнозният период след 2006 г е застрихован.

Според сценария по Дю (фиг.52 -горе) средната температура в Северното полукълбо практически няма да се промени по стойност до 2030 година и като

цяло ще запази нивата си от последните 30 години. Известно допълнително затопляне от около 0.1°C, свързано с очаквано мощния цикъл No 24 се очертава в периода 2006-2020 г. Следва обаче доста бърз спад през последните ~ 10 години от изследвания период от около 0.2°C спрямо локалния максимум през второто десетилетие на 21-и век, т.е. захлаждане от 0.1°C спрямо 2005-2006 г.

Съгласно втория слънчев сценарий (фиг.53-долу) периодът до 2030 година ще бъде свързан с преход към относително дълбок климатичен минимум. Същият до голяма степен ще представлява завръщане към условията от втората половина на 19-и век. Съгласно тази екстраполация през 20-те години на 21-и век средната температура на Северното полукълбо ще се понижи с около 0.26°C спрямо условията около 2005-2006 г.

Авторът счита сценария за слънчево-климатичен минимум за по-вероятен.

СВЕТОВНИЯТ ОКЕАН

Оказа се, че редицата на изгладените по 11 години стойности на температурни вариации на Световния океан на Паркър и др.(1995)(*Parker et al., 1995*) е в много по-тясна връзка с изгладеното число на групите слънчеви петна Rh , в сравнение с реда на Моберг и др. Аналогичната на регресионната формула (3) връзка е от линеен вид. Тя е :

$$\Delta t = 0.081 * Rh - 0.612 \quad (8)$$

Коефициентът на корелация е +0.877, а съответният параметър на Снедекор- Фишер е $F = 4.31$. От последната стойност следва, че остатъчната дисперсия на тази връзка е около 1.5 пъти по-малка в сравнение със съответната стойност на регресионното уравнение (3).

Тази значително по-тясна корелация показва, че температурата на Световния океан е много “по-чист” индикатор на връзката “Слънце- климат” в дългосрочен план в сравнение с редицата на Моберг и др., която се отнася за относително по-континенталното Северно полукълбо. В предните глави 2 и 3 обаче бе показано, че всъщност значителна част от остатъчните вариации са от слънчев произход, и както по всичко изглежда, са обусловени от процеси, свързани с изхвърляне на високоенергетични протони и електрони. Това се отнася и за двете разглеждани тук температурни редици.

Двата температурни модела, изчислени с помощта на (8) по прогнозите за слънчевата активност на Дю и Бадалян и др. са функционално подобни на показаните на фиг.53. Това произтича от линейния вид и на двете връзки (3) и (8). Очакваните понижения на температурите на Световния океан по двата сценария е, както и в случая с данните на Моберг и др. са около 0.1 °C (високи слънчеви цикли No 24 и 25) и 0.26- 0.27°C при далтоно-подобен минимум.

КОРПУСКУЛЯРНАТА АКТИВНОСТ НА СЛЪНЦЕТО . РЕГИОНАЛНИТЕ ЕФЕКТИ

Представените по-горе климатични сценарии за близкото бъдеще разглеждат само един-единствен слънчев фактор- промените на общото количество слънчева електромагнитна радиация (слънчевата светимост). Припомняме само, че намерената регресионни връзки (3) и (8) включват в себе си не само влиянието доказани вече промени на индекса TSI (Total Solar Irradiance) на базата на спътникови измервания от последните ~30 г, но също и на значителна “фонова” компонента. Проведените поне до този момент статистически анализи не показват никакъв забележим самостоятелен принос в този фон да имат

дългосрочните вариации в потока на ГКЛ (*de Jager and Usoskin, 2006*, виж също и анализа на автора , изпълнен в настоящата работа) .

Съществен фактор, който би могъл сериозно да повлияе на представените по-горе сценарии е слънчевата високоенергетична корпускулярна радиация. От предишните раздели стана ясно, че авроралните явления на средни ширини корелират много добре с остатъчните температурни вариации по данните за Северното полукълбо. В тези отклонения се разкриват 50-70 годишни циклични колебания, като едно от тях със среден период около 60-70 години присъства и в споменатата аврорална активност. От друга страна силни ~60-годишни квазициклични вариации бяха установени и в температурите на Световния океан. По данни от други автори (*Thompson, 1997*) оказва се , че за CO₂ също се наблюдава значителен квази-60 годишен цикъл. Това е сериозно доказателство не само, че има значителна “неантропогенна” компонента в динамиката на този газ, но също и , че тя най-вероятно е свързана с влияние на Слънцето.

Следователно, бъдещото поведение на слънчевата корпускулярна активност е сериозен допълнителен фактор за промените на климата в близко бъдеще. Тъй като последното десетилетие се характеризира като цяло с ниска еруптивна активност би могло да се очаква, че този индекс ще започне да нараства. Вече показахме, че еруптивната активност е относително слабо свързана с индексите на петната. Ето защо никак не бива да се изключва, дори и при настъпване на далтоно-подобен минимум да има нарастване на еруптивната активност при общо взето слаби като петнообразуване слънчеви цикли 24 и 25.

За съжаление до този момент авторът не разполага със систематизирани данни за авроралната активност на средни ширини през 20-и век. Това не позволява да се направи надеждна прогноза за този, както се оказва, много чувствителен индикатор на влияние на Слънцето върху климата. По принцип потенциалните максимуми на авроралната активност през 20-и век са около 1911 и 1976 година. Те съвпадат с локални температурни минимуми, особено добре забележими в данните за Световния океан. Ето защо може да се предположи, че възходящият клон на температурния цикъл вече е достигнал своя максимум около 2003-2006 година заедно със съответния (предполагам) аврорален минимум.

Следователно, най-вероятната тенденция, причинена от корпускулярния фактор е захлаждане, което ще се наложи върху низходящите трендове, обусловени от понижението на слънчевата светимост. До 2030-та година очакваната стойност на този допълнителен ефект е около -0.25°C . По този начин общият ефект на застудяването до края на слънчевия цикъл No 25 следва да бъде около -0.35°C за високи слънчеви цикли No 24 и 25 (*Du, 2005*) или $\sim -0.5^{\circ}\text{C}$ за далтоно-подобен минимум.

Тези стойности , естествено, са в противоречие с всички прогнози, основани на теорията за “антропогенния парников ефект”. От друга страна, за разлика от обсъжданите в §4.3 слънчево-климатични сценарии , предсказващи застудяване, подобно на “малък ледников период” , това понижение в представените четири сценария е доста по-малко. Фактически в тях се допуска, че климатичните условия към края на цикъл No 25 ще възпроизведат ситуацията от втората половина на 19-и век. (До ~2070г вероятно ще има допълнително застудяване от около 0.2°C , което ще върне климата в условия, подобни на минимума на Далтон, Б.а)

Тук обаче трябва да се разгледа още един аспект, свързан със слънчево-климатичните прогнози за близкото бъдеще. Изследванията на различни автори показват, че климатичните реакции на слънчевото въздействие са силно повлияни от регионални фактори. Климатът на различните райони на Земята съвсем не реагира в еднаква степен на едни и същи хелиофизични условия. В едни случаи слънчевото влияние може да причинява промяна на интензивността

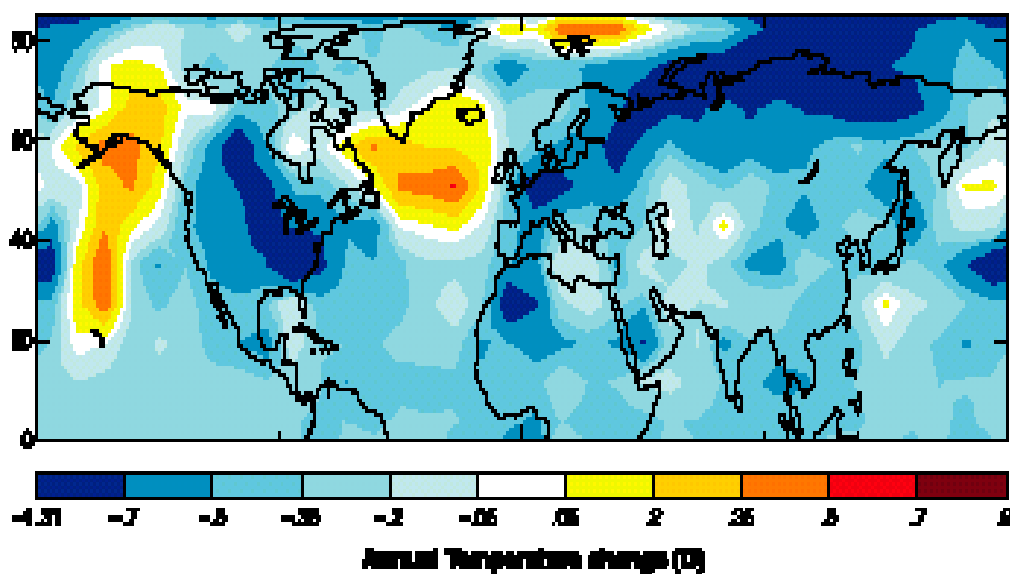
и местоположението на някои важен баричен център- например Исландския минимум (по –подробно за това ще бъде разказано в следващата глава). В други случаи причина за това могат да бъдат специфични особености на местното геомагнитно поле, ландшафтните характеристики и др. Има доста изследвания, които са посветени на регионалната изявианост на различни слънчево-климатични цикли.

В публикуваната в Интернет презентация на Распопов и др. (2005)(*Rassopov et al., 2005*) е показано, че влиянието на слънчевия ~200-210 годишен цикъл върху различните райони на Земята не е еднакво силно, въпреки , че общо за планетата доминира положителният отклик. Най-добре е то изявиано във вътрешността на Евразия. Има дори и райони , в които климатичните тенденции са с обратен знак на общопланетарния характер на връзката, а така също и райони, където не се наблюдава изявиано влияние (Северният Атлантик).

На фиг.54 е показана карта на температурните изменения за различни точки от земната повърхност през 1680-та година спрямо същите, но 100 години по-късно- през 1780г. Те са изчислени на базата на модел, отчитащ промените на слънчевата инсолация през този период .(*Shindel et al., 2001*)).

От него се вижда, че като цяло за Земята през Маундеровия минимум са характерни по-ниски температури, в сравнение с края на 18-и век., Това твърдение се отнася поне за 85-90% от общата ѝ площ. Има обаче и малко на брой райони, където тогава климатът е бил относително по-мек -например около южното крайбрежие на Гренландия и Аляска. Този факт навежда на мисълта, че често пъти данните изнасяни в медиите за затопляне на климата в един или друг отделен район спрямо някоя предходна епоха не могат да се вземат като критерий за общите тенденции на климата в общопланетарен мащаб.

REPORTS



Фиг.54 Температурни разлики –1680 –а година спрямо 1780-та.(*Shindel et al., 2001*)

5. Слънчевите модуляции върху климата в България

5.1 Общи бележки

Първите проучвания за влиянието на слънчевата активност върху климата в България са от края на 60-те и началото на 70-те години на 20-и век. Те са дело на Ангел Бонов (*Дерменджиев, 1982*) и се отнасят до климатичните прояви на квазидвувековия слънчев цикъл. Авторът не знае повече подробности за тези разработки, тъй като информацията му за тях е косвена.

Темата получи по-активно развитие в началото на 80-те години. Стимул за нея беше спомнатата в увода научно-приложна разработка, свързана с проучване на времевите вариации на агроклиматичните условия в Горнотракийската низина за целите на памукопроизводството в Старозагорския регион.

Първите резултати за промените на средносезонните стойности на температурите и валежните суми през топлото полугодие (май-октомври) за периода 1899–1979 година за климатичните станции Стара Загора, Чирпан и Пловдив бяха публикувани в служебен доклад, чието съдържание беше представено след това на научна конференция (*Комитов, 1981*). Следващата стъпка беше провеждането на разширено изследване върху цялата територия на страната за топлото и студеното (ноември -април) полугодие за горепосочения 81-годишен период. Използувани бяха 31 климатични и 42 дъждомерни станции. Резултатите бяха оформени в подробен доклад до тогавашния председател на БАН-акад. Балеvски (*Гогошев и Комитов, 1983*), а впоследствие, основната част от тях бяха публикувани в статия (*Комитов, 1986a*). Резултатите от детайлно изследване на сезонните и вековите ефекти, свързани с проявяването на слънчево-климатичните връзки, но с насоченост само към една –единствена станция – Пловдив бяха представени във втора статия на автора от 1986 г. (*Комитов, 1986b*).

Анализ на времевия ход на атмосферното налягане в 12 синоптични станции за топлото и студено полугодие за периода 1899-1979 г. бе проведено от Д. Вълев (*Вълев, 1986a*). Крос-корелационен анализ на връзката между фазата на 20-22 годишния слънчев магнитен цикъл и атмосферното налягане над София е представено в друга работа на същия автор (*Вълев, 1986b*). Динамиката на влажността над България в зависимост от хода на слънчевата активност е тема на работата на Комитов и Кръстев (1990).

Оценка на климатичните промени в Централна България през последните ~200 години е направена от Комитов и Владимиров (2001).

Авторите на посочените статии са работили в катедра “Астрономия” на СУ “Св. Климент Охридски”, Базова обсерватория към Централната лаборатория за космически изследвания (сега филиал на Централна лаборатория по слънчево-земни взаимодействия-Ст.Загора) при БАН и Института по астрономия при БАН.

5.2. Регионалните ефекти на слънчево-климатичните връзки и географското разположение на България

На фиг.55 е показана карта на общопланетарното разпределение на средногодишните температурни вариации приблизително в рамките на един цикъл на Швабе-Волф, свързани с промените в индекса TSI в по данни от първите няколко години измервания на спътника “Nimbus”- 7. Тя е от книгата на Д. Хойт и К. Шатън “Ролята на Слънцето за промените на климата” (*Hoyt and Shatten, 1997*).

Фиг.55 дава основание за интересни изводи по отношение на слънчево-климатичните ефекти на Балканския полуостров, свързани с вариациите на TSI.

Вижда се, че този район, в който попада и България е с климат, който е сред най-силно повлияните от вариациите на общото количество слънчева радиация. Това означава, че би следвало да се очаква значителна квази-11 годишна цикличност в температурните данни на климатичните станции, разположени на българска територия, както и в съседните страни. Друг съществен момент е, че е възможно въпросното влияние да бъде силно изявено в определена по-голяма или по малка част от годината. Както ще бъде показано в следващия параграф, студеното полугодие (ноември-април) се оказва такова.



Фиг.55 Карта на температурните вариации, породени от свързаните с цикъла на Швабе-Волф (приет е за ~10-годишен) промени в общото количество слънчева радиация (TSI). Оригиналните резултати са на Норд и др. (North et al., 1983). Изолинията, заграждаща най-малката площ (долу в дясно) съответствува на най-големите по амплитуда колебания на TSI – около $0.55 \times 0.2 = 0.11^\circ\text{C}$ в рамките на цикъла. (Показаните стойности за съответните изолинии трябва да се умножат с коефициент 0.2 за да представят реалните)

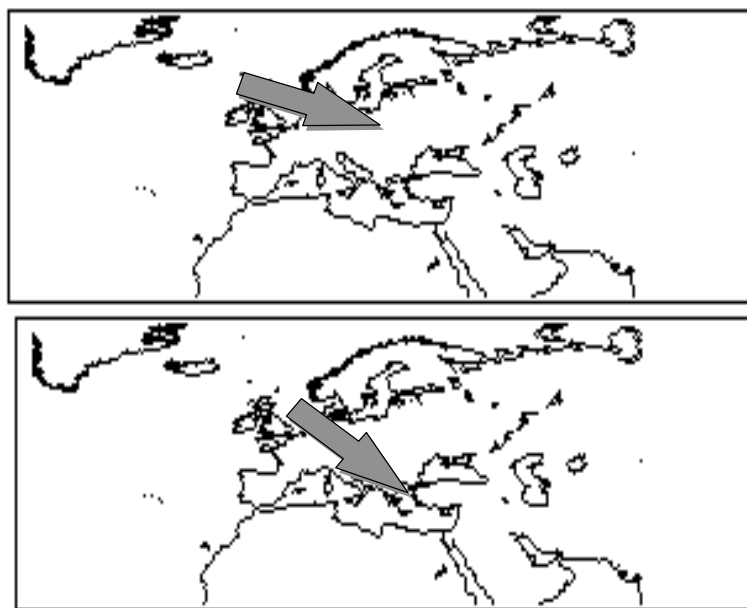
Главната област, диктуваща метеорологичните условия над цяла Европа е Исландският баричен минимум. Връзката между разположението на неговия център и фазата на слънчевия 20-22 годишен магнитен цикъл е забелязана още в средата на 20-и век от Уилет (Wilett, 1950). По време на максимумите на 11-годишните цикли с четни номера той е разположен на северозапад от средното си положение, докато в околорексимумните фази на нечетните цикли, той е на югоизток от същото, т.е най-близко до Европа. От друга страна за движението на генерираните от него атмосферни фронтове е характерна силна зависимост от интензивността на меридионалния пренос. Същият е най-силен във възходящите и околорексимумните фази на нечетните 11-годишни слънчеви цикли, докато в техните низходящи фази и до максимумите на същите с четни номера зоналният пренос е много по-силен.

В резултат на това възниква 20-22 годишна цикличност в траекториите и силата на атлантическите циклони. Те се движат в преобладаващо източна посока при силен зонален пренос (преход от нечетен към четен слънчев максимум) и в добре изразено югоизточно направление при преход от максимум на четен към максимум на нечетен 11-годишен слънчев цикъл (фиг.55). При втория случай атмосферният фронт срещайки Алпите често се деформира и разкъсва, като в южната му периферия се оформя средиземноморски циклон.

В резултат от тези вариации в движението и интензивността на атлантическите циклони, в климата на значителна част от Европа – основно източната и югоизточната ѝ част може да се очаква проявяване на квази-22-годишна цикличност в налягането, валежите и температурите. От това очевидно следва, че подобни ефекти трябва да се очакват и в климата на България.

Причините за 20-22 годишната цикличност в активността на Исландския баричен минимум са обусловени от корпускулярната активност на Слънцето (Мустель, 1971, Витинский и др. 1976, Schuurmans and Oort, 1969). От друга страна обаче за авроралната активност и климата е характерен и квази-60-годишен цикъл, също свързани с корпускулярната активност на Слънцето. Ето защо би могло да очакваме също така, че цикличност с подобна продължителност може да съществува и в инструменталните климатични данни от последните ~100 години.

В следващия параграф ще бъдат дадени примери, по които би могло да се съди доколко по-горе изказаните твърдения и предположения съответствуват на реалността.



Фиг.55. 22-годишният цикъл и атмосферният пренос над Европа : горе-около максимумите на четните 11-годишни цикли; долу- около максимумите на нечетните 11-годишни цикли (Комитов, 2001 а)

5.3. Влиянието на слънчевите цикли върху климата на България през 20-и век: Инструменталните данни

5.3.1. Данните

Първите инструментални метеорологични наблюдения в българските земи са започнали през 1860 година в австрийското консулство в Русе. Основната им цел е била обслужване корабоплаването по долното течение на река Дунав. След Освобождението броят на метеорологичните пунктове нараства много бързо. През 1880 година метеорологична станция се създава в София, а до края на 19-и век такива вече има във всички по-големи български градове. През 1894 година се създава Дирекция по метеорология към тогавашното Министерство на просвещението.

Може да се каже, че към 1899 година в България вече съществува добре изградена национална мрежа от метеорологични (дъждомерни и климатични) станции. През същата година започва да се издава “Метеорологичен годишник” под редакцията на Спас Вацов, който се запазва в приблизително едно и също оформление чак до началото на 80-те години на 20-и век.

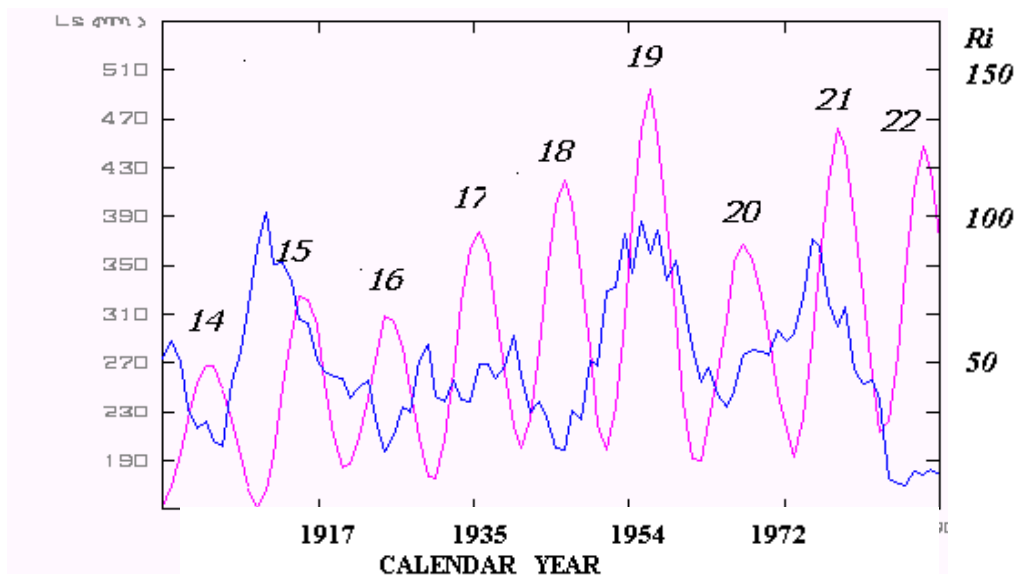
Основната част от анализирания данни са от този източник. На базата на средномесечните стойности на температурите са изчислени средните стойности за студеното и топлото полугодие за 31 климатични станции. Редиците за полугодишните валежни суми са получени от данните за месечните стойности на същите, публикувани за споменатите станции, към които са добавени и още 41 други (дъждомерни) станции. Данните от месеците ноември и декември от дадена календарна година са отчетени към полугодишните стойности на съответното полугодие за следващата година.

Стремежът е бил по своето разположение избраните наблюдателни пунктове да покриват възможно най-равномерно територията на страната. Една голяма група от най-дълги редици (около 30% от общия брой) са непрекъснати от 1899 година. Втора голяма група започва от 1926-1928 година. Данните от няколко станции в Южна Добруджа се използват след 1940 година, откогато те са включени в територията на България.

Първоначално образуванияте редици от температурни и валежни данни обхващаха периода до 1979 година. Върху тях е направено първото основно изследване от началото и средата на 80-те години (Комитов, 1986а,б). Впоследствие, през 1997 година за 50 от станциите данните бяха допълнени до 1994 година включително. Главните резултати от новото изследване са описани от Комитов и др.(2006).

5.3.2. Топлото полугодие и 20-22 –годишният слънчево-климатичен цикъл: Валежите

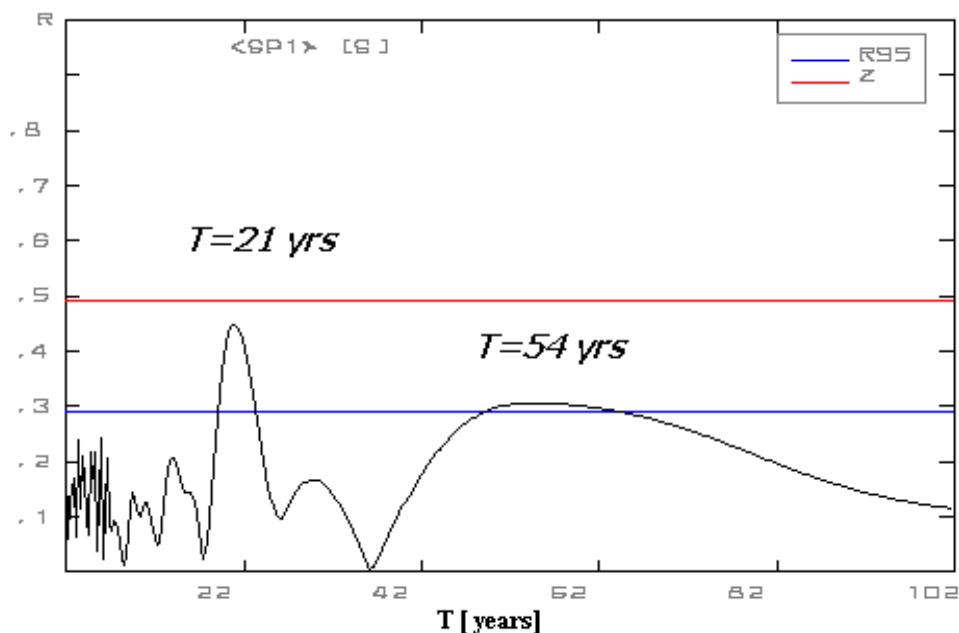
На фиг. 56 е показана редицата от стойности на валежните суми през топлото полугодие в станция Пловдив за периода 1899-1994г, които са изгладени по 5 години (синята линия). С виолетовата линия са показани изгладените средногодишни стойности на индекса Волфово число Ri . Дадени са и цюрихските номера на циклите на Швабе-Волф.



Фиг.56. 20-22 годишният слънчево-климатичен цикъл през топлото полугодие в станция Пловдив (1899-1994 г.). (Komitov et al., 2006).

От фигурата се вижда, че относително най-сухите “лета” /т.е. топли полугодия/са концентрирани по възходщите клонове или около максимумите на четните 11-годишни слънчеви цикли, докато около нечетните максимуми летата са хладни и дъждовни. Това явление с 20-22 годишна цикличност се е повторило пет пъти в течение на 20-и век и може да се каже, че изключение от него няма. Ясно е обаче, че периодите на засушаване около максимумите на четните цикли не са еднакво дълбоки. Най-сухите периоди са в края на 20-те и през по-голямата част на 30-те години и около началото на 90-те години. Най-слабо е изразено засушаването през 60-те години (слънчев цикъл No 20), когато характерните изгладени стойности на валежните суми са близки до тези на относително дъждовния период, свързан със слънчевия цикъл No17 в края на 30-те години.

На фиг. 57 е показан T-R спектъра на същата редица. По-горе направеното заключение наистина се потвърждава. Има два изявени цикъла в диапазона от колебания с продължителност под 100 години. По мощният от тях е около 21 години, а по-слабият е квази- 54 годишен.



Фиг.57 T-R спектър на редицата на валежните суми през топлото полугодие в станция Пловдив (1899-1994)- неизгладени данни. (Komitov et al., 2006)

Квази –20-22 годишната цикличност на валежите през топлото полугодие е характерна за около 70-75% от територията на Южна България –без Западните котловинни полета (фиг.58). В Северна България се наблюдава само в някои отделни пунктове.

Добрата изявеност на 20-22 годишния слънчево-климатичен цикъл в България според автора е следствие от свързаната с това колебание динамика на Исландския баричен минимум. Периодите на усилен меридионален пренос във възходящите и околоредни фази на нечетните слънчеви 11-годишни цикли улеснява проникването на атлантическите циклони над Балканския полуостров,. Това логично води до по-значими количествна валежи през тези периоди. Много по-силната изявеност на 20-22 годишния цикъл южно, отколкото северно от Стара планина е най-вероятно следствие от интензифицираното образуване на средиземноморски циклони. Последното е следствие от засиления пренос в посока северозапад -югоизток по същото това време. По този начин може да се обясни и по-добрата изявеност на 20-22 годишния цикъл в Южна България.

Сухите “лета” (топли полугодия) са преобладаващи във възходящите и околномаксимумните фази на четните цикли, когато зоналният пренос е силен. В този случай атлантическите циклони бързо се изнасят на изток, преминавайки над Северна и Средна Европа, но рядко достигайки Балканския полуостров.

Както вече бе казано вече няколко пъти на различни места в текста, 52-54-годишният цикъл е характерен за корпусните процеси на Слънцето. Наблюдава се в “гренландския” берилиев ред и полярните сияния. Неговата, макар и слаба регистрация в климата на България показва, че тенденции, свързани с него има и в поведението на Исландския баричен минимум.



Фиг.58. Карта на разпределение на метеорологичните станции, в които е установен статистически достоверен 20-22 годишен слънчево климатичен цикъл (запълнените кръгчета) в редиците на валежните суми през топлото полугодие “Ls”(Гогошев и Комитов 1983).

Беше проведен крос-корелационен анализ между хейловското волфово число $H_i = \Psi R_i$ и валежните суми през топлото полугодие L_s . ($\Psi=+1$ по време на четните и -1 по време на нечетните цикли.). Оказа се, че най-високите по абсолютна стойност отрицателни коефициенти на корелация са при отместване закъснение на редицата на валежите спрямо тази на H_i с една година. Както е известно максимумът на корпускулярната активност изостава спрямо този на петната в рамките на 11-годишния цикъл именно с около 1-2 години. Ето защо може да се каже, че този резултат добре се свързва с представата за корпускулярната природа на 20-22-годишния слънчево-климатичен цикъл.

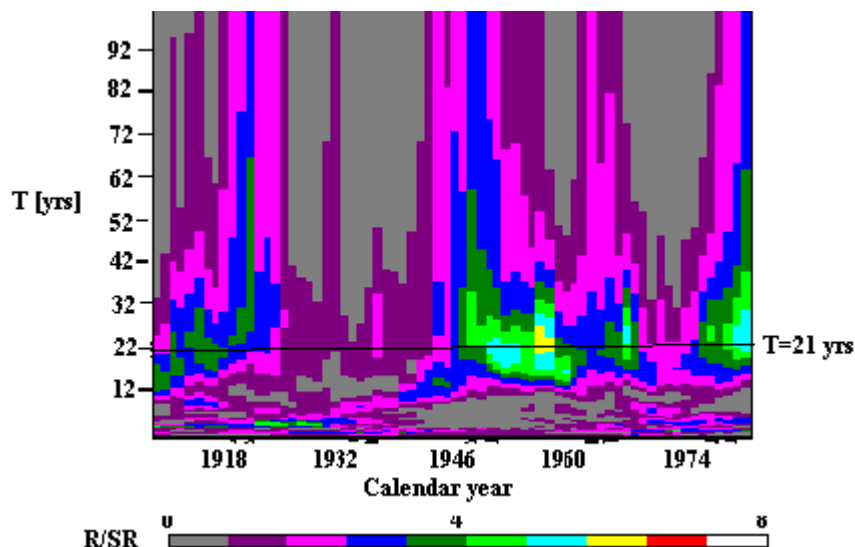
По високата активност на Исландския минимум и, респективно, по интензивните валежи над Балканския полуостров и България по време на нечетните слънчеви 11-годишни цикли може да се дължи както на по-голямата корпускулярна активност на Слънцето по време на нечетните цикли, а така също и вероятно на по-добрите условия, които междупланетното магнитно поле създава по същото време за проникване на корпускулярната радиация в атмосферата на Земята.

20-22 годишен климатичен цикъл при валежите е установен на много места по света с умерен, преходно-континентален или субтропичен климат (Русия, Казахстан, Северна Индия, Китай, Австралия, Великите равнини в САЩ и др.) Подробен обзор по въпроса е направен от Херман и Голдберг (Herman and Goldberg, 1978). Квази-22-годишните колебания на валежите в западната част на САЩ ще бъдат обсъдени в &5.4

ЕВОЛЮЦИЯ НА 20-22 ГОДИШНИЯ ВАЛЕЖЕН СЛЪНЧЕВО-КЛИМАТИЧЕН ЦИКЪЛ ПРЕЗ 20-И ВЕК.

В актуализираното изследване на влиянието на слънчевата активност върху климата на България бе проведен анализ на еволюцията на различните осцилации във временния ред на L_s за станция Пловдив през периода 1899-1994 година. Използуван е “двумерен” T-R периодограмен анализ (MWTRPA-/процедурата, виж и приложение 2). Резултатите са показани на фиг. 58.

Всяка една от колоните на представената на фиг. 59 карта представлява T-R корелограма, на отрязък от временния ред с дължина 25 години. Тези времеви отрязъци (“плаващи епохи” или “плаващи прозорци”) са отместени един спрямо друг със стъпка от 1 година. По този начин първата “плаваща епоха” включва данните от 1899 до 1923-а, година, следващата – от 1900-та до 1924 г и т.н. По абсцисната ос са нанесени календарните центрове на плаващите епохи. Величината “ R/SR ” характеризира статистическата достоверност на осцилациите със съответния период T и в съответната “плаваща епоха”. В избраните цветови нива статистически значимите стойности са тези, които се по-големи от 1.95, т.е. виолетовият цвят или надясно от него по скалата. Хоризонталният ред, съответстващ на период с продължителност 21 години е показан с тъмна линия.

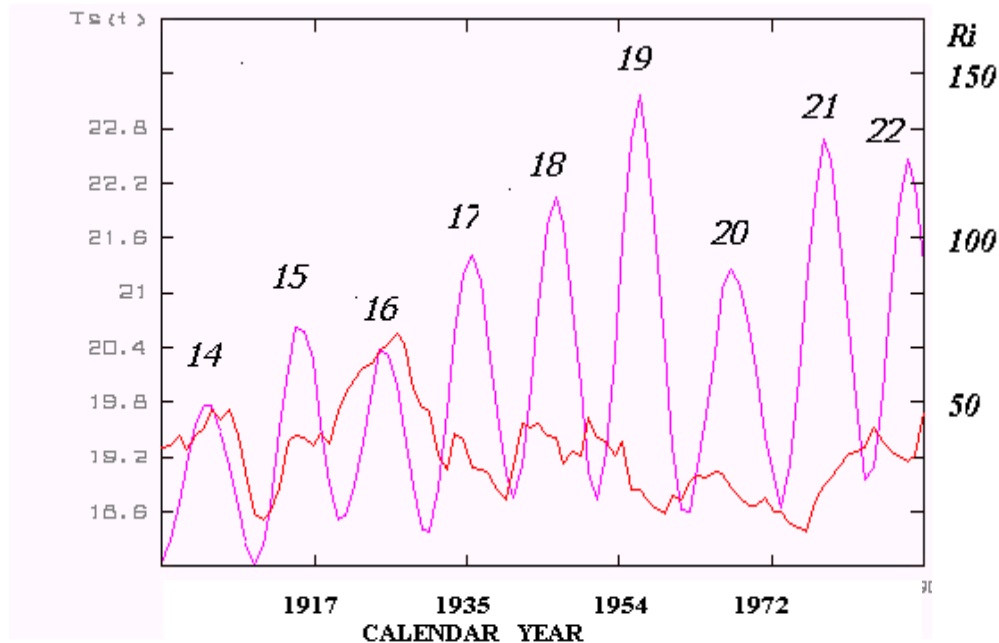


Фиг.59. Еволюция на 20-22 годишния цикъл в редицата на валежите през топлото полугодие L_s в Пловдив (1899-1994 г)-“двумерна T-R корелограма”, представяща величината R/SR (виж. прил.2). (Komitov et al., 2006).

От картата се вижда, че 20-22 годишният цикъл е бил доста слаб в началото на 20-и век и се усилва от 30-те години насам, като през втората половина на 20-и век е общо взето най-силен. Това показва, че неговата амплитуда се модулира от колебания с по-голяма продължителност. По детайлният анализ сочи, че това се прави от квази-54 и 66 годишните, а вероятно – и от квазивекови цикли. За пръв път въпросът за възможното наличие на векови ефекти върху проявите на 20-22 годишния слънчево-климатичен цикъл е изследван от автора в средата на 80-те години (Komitov, 1986b).

ТЕМПЕРАТУРНИЯТ 20-22 ГОДИШЕН ЦИКЪЛ

Температурите през топлото полугодие са в антикорелация с количеството на валежите. Ето защо в редиците на средните температури да този сезон в голяма част от инструменталните данни се наблюдава 20-22 годишен цикъл, който е “огледален” на този във валежите (фиг. 60).



Фиг.60. Изгладени 5-годишни стойности на средните температури през топлото полугодие в Пловдив (1899-1994 г.)-червената линия и Волфовото число R_i - виолетовата линия; (Komitov et al., 2006)

Вижда се , че тези 20-22-годишни вълни не са с еднаква амплитуда. Най-висока е вълната, свързана с четния цикъл No 16. Следващите две вълни след нея- през 40-те и 60-те години са по-слаби . низходящият тренд между 1930 и 1978-9 г. е очевиден. От началото на 80-те години започва нова вълна на затопляне, която наподобява тази през 20-те години на 20-и век. Според автора тази динамика отразява амплитудната модулация от цикъл с векова или субвекова продължителност.

5.3.3 Температурният квази 11-годишен цикъл през студенто полугодие

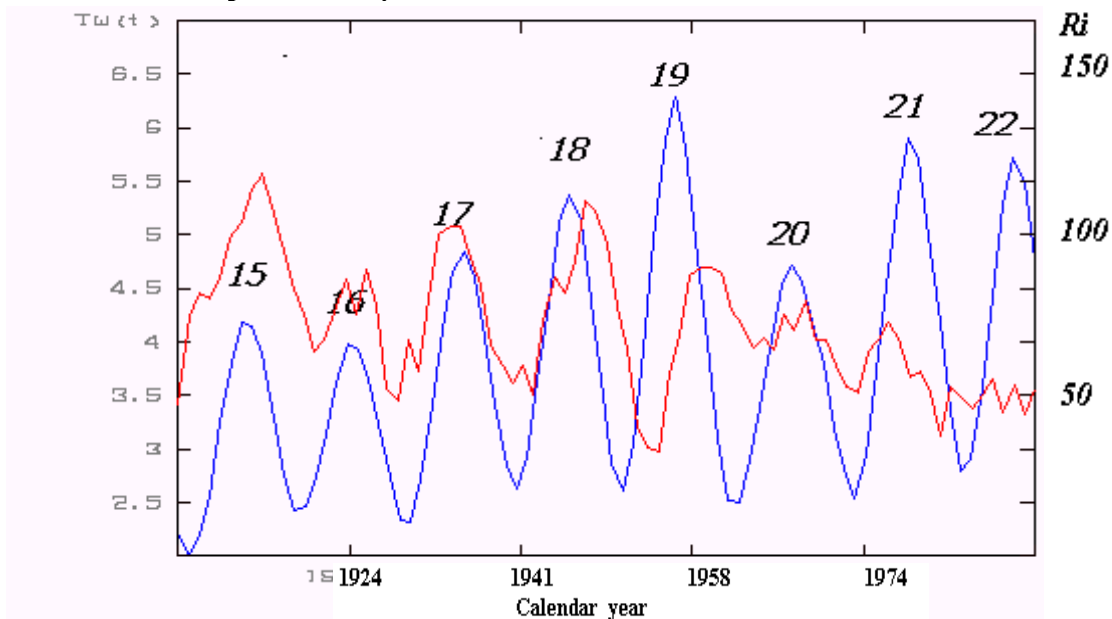
Върху цялата територия на България , но особено добре в западните райони се наблюдава 11-годишен цикъл в средните температури през студенто полугодие. Той е най- добре изразен в Самоков, Пирдоп, Дупница (фиг.61), Петрич докато в станциите от Северозападна България е много по-слаб, макар и също статистически достоверен. Студенте зимни полугодия се концентрират основно около минимумите на 11-годишните цикли, а топлите са най-вече около техните максимуми.

Тенденцията за сгрупване на по-топлите зими около максимумите на слънчевите 11год. цикли е доста приблизителна. По-скоро може да се твърди, че най-топлите зими обикновено предхождат или закъсняват по отношение на петнообразувателния максимум с 1-3 години. При някои от четните цикли се

“появява” по една студена зима в околоредимимната фаза, например през 1929 , 1949 и 1969-та година.

По мнението на автора студентите зими в слънчевите минимуми са резултат основно от комбинираното действие на ниски стойности на слънчевата електромагнитна радиация и висок фон на ГКЛ. Студентите зими в околоредимимните фази биха могли да се свържат евентуално с мощна еруптивна слънчева активност, включително и коронални масови изхвърляния, но въпросът се нуждае от допълнително изясняване.

От фиг. 61 е видимо, че въпросният климатичен аналог на цикъла на Швабе-Волф е силен от началото докъм средата на 20-и век (слънчев цикъл No 18) след което , доста бързо отслабва. Интересно в случая е, че този процес съвпада с постепенно “застудяване” на “зимното полугодие”. Ефектът е силно забележим в за околоредимимните зими- застудяването за станция Дупница на “зимите” е с около 2 °С за периода между 1950 и 1990 година .



Фиг.61. Изгладени 5-годишни стойности на средните температури през топло то полугодие в Дупница (1908-1994 г)-червената линия и Волфовото число Ri- виолетовата линия; (Komitov et al., 2006)

ЗИМИ –РЕКОРДЬОРИ”: СЪЩЕСТВУВА ЛИ 20-22-ГОДИШЕН ЦИКЪЛ ЗА ТЕЗИ ПРИРОДНИ СЪБИТИЯ?

Както е добре известно от по-новата история зимата на 1941/42 година е била изключително тежка, особено в Източна Европа. Някои историци смятат, че тя е била много важен фактор за хода на военните действия на Източния фронт и поражението на германската армия в подстъпите към Москва. Точно през тази зима в България /гр.Трън/ е измерена най-ниската температура в цялата история на инструменталните наблюдения (-38. 3°С). Тома природно събитие е настъпило около две години преди поредния минимум на 11-годишния слънчев цикъл.

В началото на 1963 година в Европа настъпва зима, която по своите характеристики много наподобява тази през 1941/42 година. В България тя е много тежка и предизвиква проблеми в транспорта , комунално-битовото стопанство и промишлеността. Тази зима настъпва около 1.5 години преди поредния слънчев петнообразователен минимум през 1964 година.

През 1984/85 година настъпва много тежка зима в Европа и Северна Америка. В България на отделни места сутрешните температури падат под -30°C . В страната възниква остра енергийна криза. Слънчевият петнообразователен минимум настъпва около 1.5 години по-късно – през м. септември 1986 година.

Общото между посочените три зими е, че се разполагат близо до минимумите на 11-годишните слънчеви цикли, но изпреварвайки ги с около 1.5-2 години. И трите са в края на низходящите клонове на нечетните цикли с номера 17, 19 и 21. Времевият интервал между тези събития е приблизително равен на 22 години.

Авторът реши да направи справка за зими, отговарящи на тези или близки условия от по-далечното минало. Оказа се, че към тази условна засега група би могла да се отнесе зимата на 1875/76 година. От историята е известно, че тя е била много сурова, а река Дунав е замръзнала напълно между двата бряга. Това събитие се разполага върху низходящия клон на нечетния слънчев цикъл No 11 и предхожда с около 2.5 години слънчевия петнообразователен минимум. Също така за изключително студена зима в Северна България през 1810 година (*В. Манчев, “Спомени”*).

Засега не е ясно доколко тази последователност е била устойчива в рамките на по-дълъг период от време. Може с голяма увереност да се твърди, че тя не се изпълнява в достатъчна степен за нито една от зимите в края на цикъл No 15. За по-стари подобни събития (около годините 1899-1900, 1853-1855, 1832-1833 както и преди 1810) би могло да се съди основно на базата на писмени сведения от съответната епоха. Твърде е възможно проявяването на подобни събития да се модулира от слънчеви цикли с векова или субвекова продължителност.

Трябва се има предвид, че споменатите “зими-рекордьори” не се разполагат точно върху минимумите на 11-годишните цикли, а ги изпреварват средно с около 1.5-2 години. Това подсказва, че най-вероятно причината е свързана не само с по-нисък поток електромагнитна слънчева радиация или висок поток на ГКЛ, а по-скоро действа и някакъв допълнителен фактор.

Авторът счита определянето на потенциалните причини за възникването на “зимите-рекордьори” за важна и актуална задача. Причина за това е възможността настоящата зима на 2007/2008 година да се окаже такава.

Характерен за мощните нечетни цикли е сравнително добре изразен пик на еруптивната активност около 5-6-та година след петнообразователния максимум. Ето защо е възможно, протоните с висока енергия, идващи от Слънцето да са тъкмо този фактор, който е причина за “зимите-рекордьори” през 1942, 1963 и 1985 г, а вероятно – и през 1876г.

Това обаче едва ли е било вярно за 1810 година, която попада в самия край на слабия петнообразователен цикъл No 5 и в най-дълбоката част на Далтоновия минимум. Слабата амплитуда на този цикъл и обстоятелството, че 1810 г е в самия негов край не предполагат силна еруптивна активност. Доказателство за това е още и фактът, че през 1810 година е регистрирано само едно сияние на средни ширини според публикуваните данни. По –скоро тази зима е била студена поради ниските стойности на индекса TSI и силния поток на галактичните космически лъчи.

Хелиофизичните условия за предстоящата зима 2007/2008 г са по-скоро подобни на тези от 1810 г, отколкото на същите през 1985, 1963 или 1942 г. Следователно, интервалът от ~22 години не е категоричният признак, по който тези зими могат да бъдат обединени. Това от своя страна означава, че отстоянието на 22 години по време след 1985 г не е достатъчно основание да считаме предстоящата зима за вероятен “рекордьор”.

От фиг.61 се вижда, че фазата на петнообразователния цикъл на Швабе-Волф може да се счита само за груб индикатор за характера на дадено зимно полугодие. Ето защо се налага да се направи по-прецизен количествен анализ на

факторите, обуславящи средната температура на студеното полугодие, както и на вида на съответните емпирични връзки.

СТУДЕНОТО ПОЛУГОДИЕ, СЛЪНЧЕВАТА АКТИВНОСТ И ГЕОМАГНЕТИЗМА: ФАКТОРНИ ВРЪЗКИ

Като първа стъпка за изследване на статистическите връзки между температурите през зимното полугодие от една страна и хелиофизическите фактори от друга бе потърсена корелационно-регресионна връзка между петнообразователния индекс Rh (числото на групите слънчеви петна) и средната температура за студеното полугодие T_w .

Бяха изследвани редиците на всички климатични станции, съдържащи температурни данни. Бяха изпробвани 13 различни функции с цел определяне на най-оптималния вид на връзките. Оказа се, че с най-висока статистическа значимост е приближението от линейно-реципрочен вид, т.е.

$$T_w = -a/Rh + b \quad (9)$$

Съответните коефициенти на корелация са в диапазона от +0.3 до +0.5 и отговарят на условието $r/sr \geq 2.5$. Това означава, че за почти всички редици (с изключение на 3 от общо 31) е гарантирана достоверност на намерените връзки над 95%..

Веднага трябва да бъде посочено, че при минимизация с обикновена линейна функция не бяха установени статистически достоверни връзки.

Отрицателната линейно реципрочна връзка между петнообразователната активност и температурите през зимното полугодие предполага, че влиянието на слънчевата активност при високи и средни нива е незначително и температурата клони към константа. Същото нараства обаче много силно при условия, близки до петнообразователен минимум и води до силно понижение на температурите (студени зими) в околноминимумните фази. Фактът, че връзката не е от линейно, а от линейно –реципрочен вид показва, че най-вероятно се касае за натрупване на повече от един слънчеви фактори, влияещи еднопосочно (комбиниран ефект)- например ниски стойности на индекса TSI и в допълнение към това високи нива на потока на ГКЛ.

Връзката (9) се оказва най-силната такава от еднофакторен тип. Тя обаче няма регресионна значимост, т.е. не е достатъчно силна за да може да се ползва практически за целите на прогнозирането. Ето защо като следваща стъпка в количествения анализ беше изпробването на връзки от двуфакторен вид. Целта беше като втори фактор да се включи величина, която е достатъчно добро приближение за слънчевата корпускулярна радиация. За съжаление обаче, редиците за слънчевите индекси, които са по-тясно свързани с последната са сравнително къси и започват от средата на 70-те години (например еруптивният индекс на Клечек). Наблюденията на слънчевата корона също са представени от относително къси редици. Като последна възможност остава да се използва някой геомагнитен индекс, който е в достатъчно тясна връзка със слънчевото корпускулярно излъчване.

Числените експерименти с различни видове геомагнитни данни показаха, че най-добри резултати се получават ако се използва редицата от годишни стойности на т.нар. “годишен брой на дни с геомагнитни бури” N_{Ap40+} . За такива се приемат дните, в които средноденоношната стойност на индекса Ap е ≥ 40 .

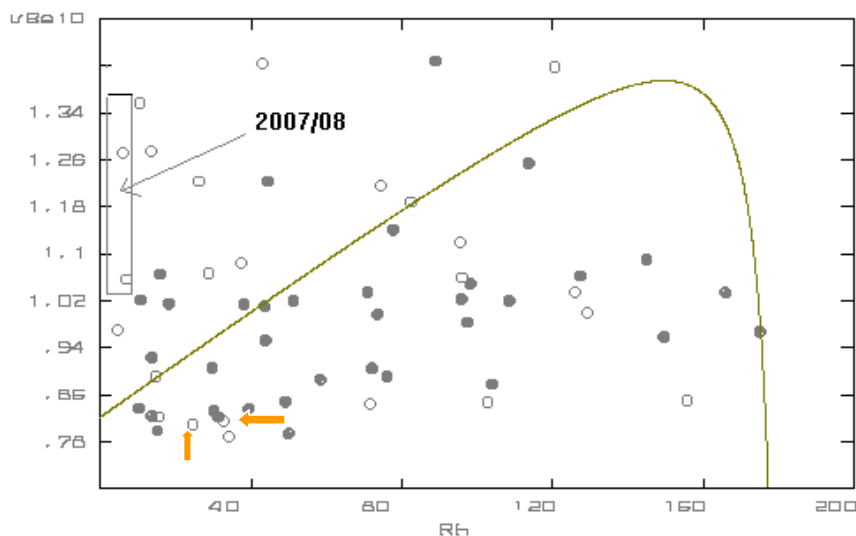
Бяха изследвани няколко редици от стойности на средни температури за студеното полугодие. Установи се, че двуфакторните връзки от вида $T_w = f(1/Rh, N_{Ap40+})$ представят по-добро описание на T_w в сравнение с (9), но те също не достигат регресионна значимост, изискваща общата факторна дисперсия да превъзхожда остатъчната поне 1.2 пъти, т.е. с около 20%.

Следващото изследване беше направено с помощта на дискриминантен анализ. Беше избрана една “умерено добра” по отношение на проявяването на 11-годишна цикличност в редицата на T_s станция в Северна България- Кнежа. Данните от нея се приемат като показателни за голямата част от Дунавската низина. Използувани бяха данни за периода 1932-1979 година. Началната година беше избрана от съображение за това, че оттогава започва редицата на индекса N_{Ap40+} (годишният брой на дните с геомагнитни бури).

Проведеният дискриминантен анализ е от двуфакторен вид. Бяха направени два числени експеримента . В първия от тях като индикатор за вариациите на общото количество слънчева радиация беше използвано числото на групите слънчеви петна Rh , а като индикатор за нивото на ГКЛ е взета концентрацията на ^{10}Be в гренландския берилиев ред (интерполирани годишни стойности $\nu Be10$) . Като “гранично ниво “ , над което зимите се приемат за топли , а под него –за студени, беше приета средната температура на студеното полугодие за изследвания период. За Кнежа тя е равна на $3.0^{\circ}C$. Програмният пакет “6D-STAT” дава възможност да се изпробват общо 20 вида дискриминантни функции от вида $A = f(Rh, \nu Be10)$, където A е алгебрична функция от полиномиален степенен вид.

При втория числен експеримент като фактори бяха избрани $\nu Be10$ и N_{Ap40+} . Вторият беше приет като индикатор за еруптивната активност на Слънцето.

Резултатите от двата анализа са дадени на фиг.62а,б. Границите на областите, където преобладават едното от двете алтернативни събития (топло или студено “зимно” полугодие) и в двата случая са достоверни с вероятност над 99%. С тяхните правоъгълните полета са показани приблизителните области, в която се очаква да попадне студеното полугодие на 2008 година (ноември 2007-април 2008 г). С къси стрелки са отбелязани зимите-рекордьори през 1942 и 1963 г.



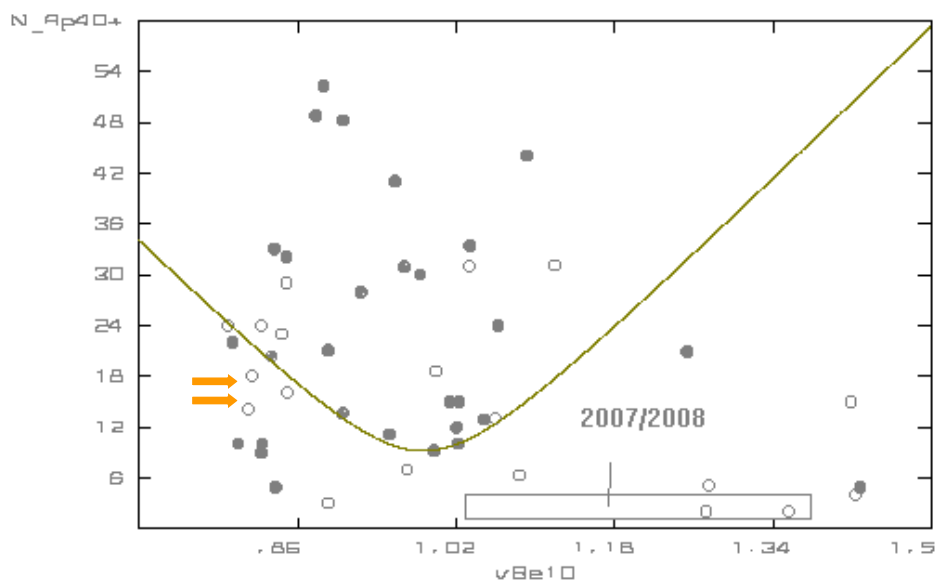
Фиг.62а. Разпределение на случаите на студени (празни кръгчета) и топли зими (запълнени кръгчета)- факторно пространство ($Rh, \nu Be10$)

Вижда се, че в горната лява част на фиг.62а, над границата, определена от дискриминантната функция преобладават студените зими. Те съответствуват на ниски стойности на индекса TSI и силен поток на ГКЛ. Студените зими в тази зона са резултат от комбиниран ефект- по-ниската инсолация действа едновременно с по-интензивно формиране на аерозолни ядра, ниска облачност и усилен меридионален пренос под действието на ГКЛ.

По-интересен е обаче един друг факт- двете “зими рекордьори” от 1942 и 1963-а година попадат в зоната на “топлите” зими, макар и близо до границата със “студената” зона. Тяхното разположение съответствува на високи нива на ^{10}Be концентрации, на фона на не съвсем ниска петнообразователна активност. Това обстоятелство подсказва, че “зимите-рекордьори” възникват не под влияние на споменатите обичайни за една студена зима хелиофизични условия, а по-скоро действа някакъв допълнителен фактор. Тъй като тези климатични явления са настъпили в една и съща фаза на съседни нечетни цикли би могло да се допуусне, че този фактор е също от слънчев произход.

Резултатите от втория дискриминантен анализ показва каква би могла да бъде възможната природа на този фактор (фиг.62б).

От фигурата се вижда, че всъщност най-ниските нива на берилиевите концентрации $vBe10 < 0.9 \cdot 10^3 \text{ atom.cm}^{-3}$, съответствуват почти с еднаква вероятност както на студени, така и на топли зими. Оказва се обаче, че точно двете включени в изследването “зими-рекордьори” попадат в тази част на картината. Същата се характеризира с известно нарастване на броя на индекса N_{Ap40+} . Следователно, може да се предположи, че най-вероятно мощни еруптивни процеси на Слънцето непосредствено преди поредния петнообразователен минимум са причина за възникването на “зимите-рекордьори”. Най-високоенергетичната част на слънчевите протони прониква в тропосферата и е в състояние да предизвика процеси, подобни на ГКЛ през студената част на годината, т.е. усилване на образуването на аерозоли и облачност, както и на меридионалния пренос. В обзора на Витински и др.(Витинский и др., 1976) е дадено кратко описание за предхождащите рязкото застудяване в Северното полукълбо през м.януари 1963 г мощни слънчеви и геомагнитни явления.



Фиг.62б. Разпределение на случаите на студени (празни кръгчета) и топли зими (запълнени кръгчета)- факторно пространство ($vBe10$, N_{Ap40+})

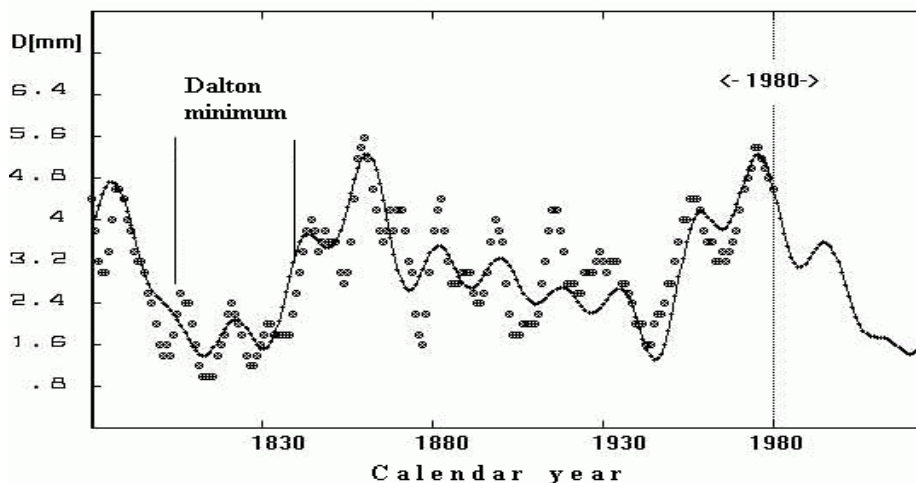
От казаното дотук става ясно, че отсъствието на “зима-рекордьор” в началото на 20-те години на 20-и век е доста лесно обяснимо. Този период е все още много близък до слънчевия векови минимум на Глайсберг и като цяло попада в период с общо взето ниска еруптивна активност. Явно подобни дългосрочни “спокойни” периоди прекъсват поредицата на “зимите-рекордьори”.

“Студеното” полугодие на 2007/ 2008 година попада в областта на “стандартните” студени зими, т.е. тези които настъпват около слънчевите петнообразователни минимума. Честотата на геомагнитните бури през този сезон (2007-2008г) се очаква да бъде много ниска . Поради това условията не съответствуват на “зима-рекордър”. От хелиофизична и геомагнитна гледна точка зимата на 2007/2008 г е по скоро близка до зимите на 1954, 1933 и , вероятно, на доста далечната 1810 година.

5.4. Климатът на Централна България през последните ~200 години по дендрохронологични данни. Връзки със слънчевата активност

Както вече бе коментирано, една от възможностите за приблизителна реконструкция на климата в миналото е свързана с използването на дендрохронологична информация. От публикуваните данни в Международната база данни за годишни кръгове на дървета (*International Tree Rings Data Base – ITRDB*) може да се види, че повечето от включените редици , над 2000 на брой, са с дължина около 200-300 години, а по-дългите от 500 години са не повече от 100. За съжаление в тази база данни е включена само една редица от територията на България. Тя се отнася до образец от мура , близо до х. Вихрен (Национален парк Пирин). Дължината на ѝ е около 260 години. Редицата се характеризира със силен нелинеен тренд, свързан с растежа на дървото.

Представените тук резултати се отнасят до изследването на три образца (срезове) от бук. Те са на възраст съответно 125, 147 и 209 години. Отрязани в горски участък за промишлен дърводобив в района на прохода Хаинбоаз в Средна Стара планина , община Гурково , област Ст. Загора през м. юни 1983 година. След предварителна обработка на дървесните образци бяха извършени измервания върху ширините на пръстените с микрометрична мрежа по 8 различни направления през равноотстояща стъпка на завъртане. Данните по всяко едно от направленията бяха изгладени по пет точки. Основните резултати и изводите са направени върху данните за последните 203 години на най-стария образец (*Комитов и Владимирова, 2001*). Останалите два образца се използвани за допълнителен контрол и сравнение. (На фиг.63 са показани изгладените по 5 точки ширини на годишните пръстени D на най-стария (209-годишен) образец за периода 1780-1982 година.

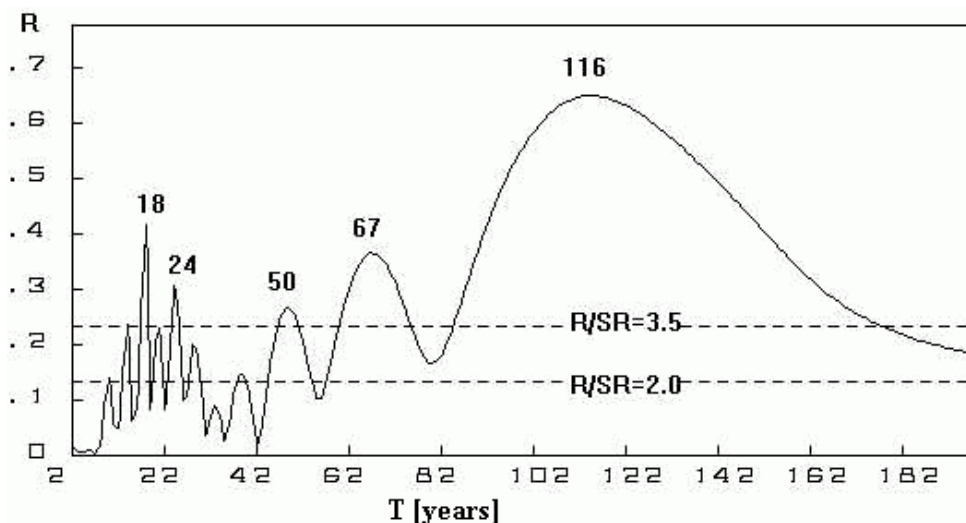


Фиг.63. Изгладен по пет точки ред на годишните пръстени на буков образец (1780-1983г) , мина “Паусий”, общ. Гурково, обл.Ст.Загора. С линията е показан моделът на временния ред и неговата екстраполация до 2020 г.(*Комитов и Владимирова, 2001*)

Както може да се види от фигурата край на 18-и век се характеризира със сравнително голям годишен прираст на ширината D на буковото стъбло. В самия край на столетието обаче същият рязко се забавя и в периода 1800-1830 година е много малък. Този период много добре съответства на слънчевия свръхвекови минимум на Далтон. Следва бързо нарастване до средата на 19-и век, плавен спад до около 1940г и последвало нарастване до 1980 година. (По абсцисата са нанесени средните календарни години за всеки 5 годишен интервал на изгладени данни). На фона на тези най-обща дългосрочни тенденции добре личи цикличност от порядъка на ~20 години.

На фиг. 64 е показан T-R спектърът на редицата на изгладените стойности на D от фиг.62.

Може да се каже, че в този спектър се открояват 4 основни колебания. Първото е пакет (мултиплет) от няколко близки по продължителност колебания в диапазона 16-26 години. Средната дължина съответствува на 20-22 годишния хейловски цикъл, но обстоятелството, че основният пик е при 18 години показва, че се намесват и други фактори. В субвековия диапазон са две статистически значими осцилации с продължителност съответно 50 и 67 години. Втората от тях е близка до квази 65-годишния цикъл на авроралната активност и берилиевите данни и е почти сигурно от слънчев произход. Същото може да се каже и за квази 116 –годишния цикъл. Освен в Медонската редица на спокойните протуберанси (Духлев, 2002) този цикъл е близък до 120-130 годишните колебания в “антарктическият” и “гренландският” берилиеви редове и 118-годишното в реда на Rh . (виж &2). Трудно е засега да бъде коментиран квази-50 годишният цикъл.



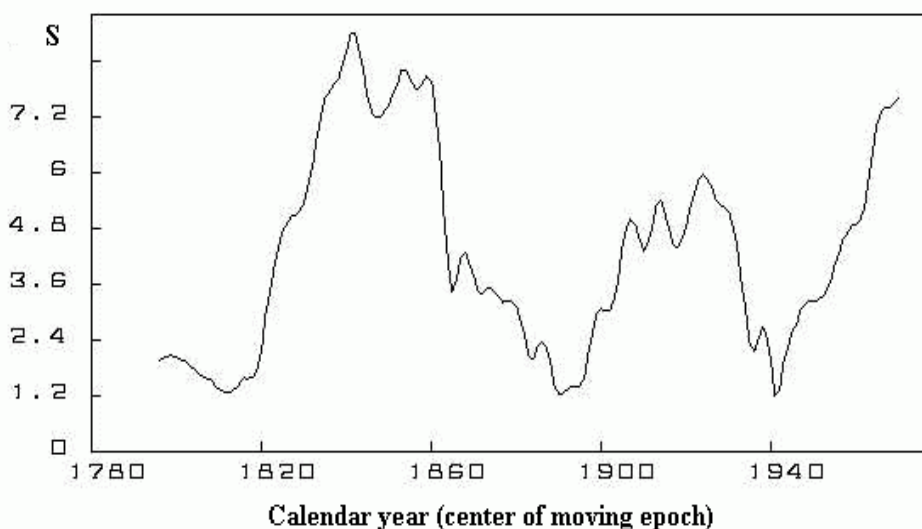
Фиг.64. T-R спектър на изгладения ред на годишните кръгове на дърветата, представен на фиг.62.

Анализът на Комитов и Владимирова (2001) показва още, че амплитудата на квази 20-годишния “мултиплет” се модулира от ~67 годишния цикъл. За целта беше изчислена величината “интегрален мощностен параметър” S (виж приложение 1). Временния ред беше сканиран с “плаващ прозорец” с дължина 25 години със стъпка на отместване 1 година. За всяка получена “плаваща епоха” беше получен T-R спектър, а на базата на него беше изчислен параметърът S при граници на интегриране $T_1 = 17$ и $T_2 = 24$ г. Резултатите са показани на фиг. 65, където квази 65-70 годишната цикличност на S е много добре изразена. Интересно е, че екстремумите на този цикъл през 19-и век доста добре съвпадат с тези на сиянията на средни ширини. Локалните максимуми в началото на 20-и век и

между 1970-80 г съвпадат с екстраполираните максимуми на ССШ през 20-и век (виж &.2 и 3).

Дендрохронологичната редица беше калибрирана по инструменталните данни (средни температури и валежни суми за топлото и студеното полугодие) от 5 метеорологични станции в относителна близост до пункта , в който са отрязани буквите образци- Казанлък, Стара Загора, Сливен , Велико Търново и Габрово. Най-добрите регресионни връзки се оказаха от линеен тип и се отнасят до валежите и температурите през топлото полугодие в Ст. Загора и Казанлък. Корелацията с летните валежи в двете станции е отрицателна и приблизително еднаква ($r = -0.71$). Връзката с температурите е положителна ($r \approx +0.69$ и за двете станции). Изследването на двуфакторни връзки не води до подобрение на регресионните модели и причината за това е, че двата фактора (валежи и температура) са много тясно свързани през топлото полугодие.

За студеното полугодие корелационните връзки се оказаха много по-слаби. Най –силна е тя за средната температура във Велико Търново ($r=+0.54$). Този коефициент е статистически значим, но недостатъчен за прогнозиране, т.е. не е достатъчен за да приемем тази връзка за регресионна.



Фиг.65 Интегрален мощностен параметър S на изгладения дендрохронологичен ред

Въз основа на относително добрата връзка с валежите през топлото полугодие може да се заключи, че навлизането в минимума на Далтон е било съпроводено със силно лятно засушаване в Централна България. Екстраполацията на построения въз основа на получения Т-Р спектър модел на временния ред показва навлизането в продължителен период на засушаване на климата на същия район след 1980 година. От позицията на момента на писане на този материал (2007г) може да се направи оценка на достоверността на тази прогноза. Дългосрочната тенденция на засушаване на климата на България от началото на 80-те години насам е факт, който не се оспорва от специалистите и това е много ясно изразено в екстраполирания ход на D . Върху общата низходяща тенденция се вижда и ясен пик , отнесен към периода 2000-2005 година. Същият може да се асоциира много добре с относително дъждовните лета между 2001-2005 година. Излизането от продължителния период на засушаване според представения модел може да се очаква приблизително след 2015 година.

Ето защо може да се каже, че екстраполацията на модела от фиг.62 е твърде успешна. Този пример демонстрира възможността както на дендрохронологичните данни , така и на Т-Р периодограмния метод за успешно

прогнозиране на краткосрочните бъдещи климатични промени. От друга страна този резултат доказва и правилността на хелио-климатичния възглед.

По-детайлният анализ на резултатите показва, че всъщност лятното засушаване по времето на Далтоновия минимум се дължи по-скоро на 65-67 годишния цикъл, а приносът на свръхвековия минимум е доста слаб и е малко над статистическия шум. Ефектът от последния по-скоро би могъл да бъде изявен в студеното полугодие. Ако се стъпи на установената връзка с температурните данни за Велико Търново и се приеме същата за водеща, то на базата на фиг.62 може да се приеме макар и с известна предпазливост, че “зимните” полугодия са били много студени в Централна България между 1800-1830 година. В съчетание с извода за сухите лета се оформя картината на един силно континентален климат.

Отслабването на “валежния” 20-22 годишен цикъл по време на минимума на Далтон се потвърждава също от дендрохронологични анализи, отнасящи се за други части от света. Като пример могат да се посочат изследванията на Митчел и др.(1979) (*Mitchel et al.,1979*). От техните резултати, базирани на голям брой дендрохронологични редици в западната част на САЩ се вижда, че през Далтоновия и Маундеровия минимум амплитудата на 20-22 годишния цикъл във валежите е била слаба. Дали обаче двувековият цикъл модулира валежите в Централна България от нашите резултати не може да се направи заключение. В изследваната редица е включен само Далтоновият минимум. За да се направи по-категоричен извод в тази насока е необходимо да се изследва по-дългоживущ буков образец от тази част на Стара планина.

5.5. Климатът в българските земи през последните ~1500 години по исторически сведения

Един от възможните начини за макар и груба реконструкция на климата по българските земи през по-далечното минало е да се използва информация от различни стари писмени източници. Тази информация най-често се споменава в контекста на някакви политически или военни събития.

Обикновено се пише за екстремални климатични събития – най често за много студени зими, свързани със замръзването на река Дунав или крайбрежните води на Черно море. Съобщенията за други забележителни явления- големи суши, много дъждовни лета, градушки и др. се срещат много по-рядко- особено през Средновековието. Сведенията от 6-14-и век могат да се открият в относително “окомплектован” вид в многотомната “История на българската държава през Средните векове” на проф. Васил Златарски (*Златарски, 1935, 1971*).

През първите ~350-400 години на османското владичество малкото сведения са почти изцяло от турски източници. С настъпването на Възраждането положението рязко се изменя и почти всички писмени сведения са от български книжовници, търговци, духовници, революционни и политически дейци.

Обработката на историческата информация е още в начална фаза. Засега може да се каже, че информацията за периода 6-и –14-век е относително позачерпана по отношение на наличните данни. Данните след края на Второто българско царство са много повече, но са пръснати в различни източници. Това е в много голяма сила валидно особено за периода 1700-1899 година. Ето защо информацията след 1400-та година е в процес на допълване и уточняване.

Описаните събития могат да се съотнесат към съответните фази на 11-годишните цикли, както и към дългосрочния ход на слънчевата активност с помощта на реда на Шове. След 1610 година могат да се ползват и инструменталните данни за слънчевите петна. По нататък в текста използваме обозначенията ‘M’- за събития, отнасящи се към максимум на 11-годишен цикъл или ‘m’ – за минимум. Нечетните цикли са обозначени със символ “O”, а четните – със символ “E”. Времевият интервал до най-близкия слънчев екстремум в

години е посочен със съответния знак и стойност, например $m+2$ -> две години след минимума, $M+1$ -> една година след слънчевия максимум, или M – в годината на максимума и т.н. В средновековните източници, използвани в многотомното издание на Златарски (1935,1971) са описани следните случаи на много студени зими, свързани със замръзване на река Дунав:

558 година- кутригурите, предвождани от хан Заверган преминават по замръзналия Дунав и нахлуват в Източната Римска империя (Византия); ($M+2, E$)

602 година- по време на метежа срещу император Мавриций река Дунав е замръзнала; (m, O)

717 година- много сурова зима по време на арабската обсада на Константинопол; хиляди арабски войници измират от студ ; ($M+3, E$)

1035 година- много силен студ, река Дунав замръзва ($m+1, E$)

1048 година- изключително сурова зима. Дунав замръзва на 15 лакти дълбочина. 800 хиляди печенези нахлуват през замръзналата река в Мизия. ($M+6, E$)

1268 година- Дунав замръзва. Татарите нахлуват в България по леда ($M+7, E$)

Следващите много тежки зими, за които авторът до този момент има сведения се отнасят до събития, станали през османското владичество:

1443 година- кралят на Полша и Унгария , крал Владислав III Ягело (Варненски) прекратява войната срещу Османската империя поради изключително тежката зима и се изтегля в Централна Европа. (m, O)

1668 година -замръзват крайбрежните води на Черно море ($m+1, O$)

1810 година – много тежка зима в Северна България (m, E)

1875/76 година – Река Дунав замръзва. Ръководителите на Априлското въстание преминават по леда от Влашко в българските земи. ($M+6, O$; зима-рекордър)

1877/78 година – в условията на тежка зима руската армия преминава Стара планина . ($M+8, O$)

Освен сведенията за студени зими следва да се отбележат и някои , които се отнасят за меки зими, както и за много сухи или много дъждовни лета (вкл. с градушки). Дадена е и информация за земетресения и епидемии . Интересно е, че има много висока честота на съобщения за екстремални летни събития (градушки, наводнения и суши) в интервал само от 12 години между 1026 и 1038 година. Ето и другите по-интересни случаи по данни от труда на В. Златарски:

813 / 814 година – много мека и дъждовна зима . Придошлите реки и калта създават големи проблеми на хан Крум и неговата армия при похода срещу Константинопол. ($M+8, E$)

1026 година – много голяма суша. Реките и изворите съвсем пресъхнали. След сушата имало силно земетресение. ($M - 2, O$)

1028 година – непрекъснати проливни дъждове чак до март 1029 година; големи наводнения, издавени животни и хора (M, O)

1032- много силни градушки ($M+4, O$)

1034- много силни градушки (m, E)

1035- много силни градушки ($m+1, E$)

1037 година – шест месеца суша, след това много силна градушка, която изпотрошила покриви на къщи и дървета, а след това серия от силни земетресения; ($m+3, E$)

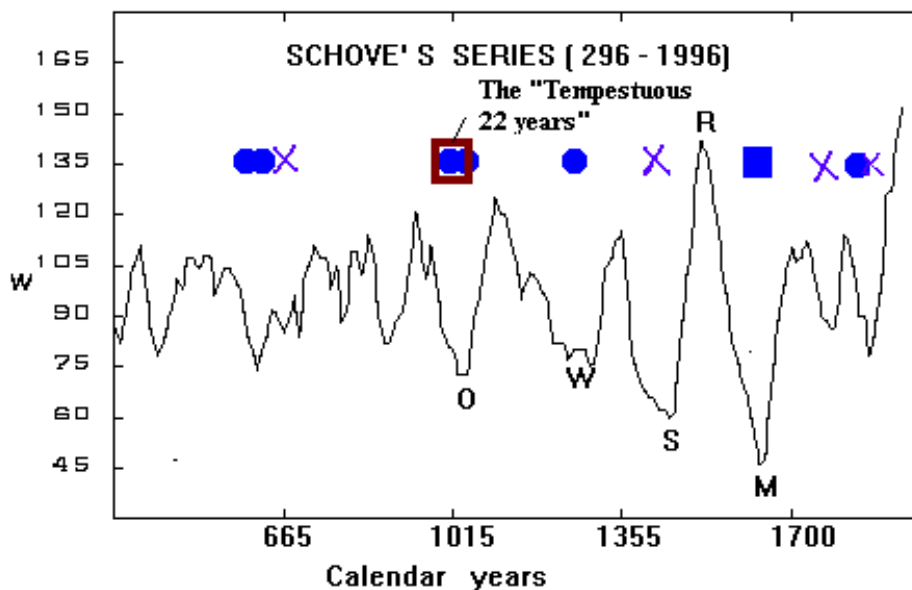
от ноември 1037 до март 1038 година – голям брой силни земетресения; ($M-3, E$)

1039 година – серия от силни земетресения през цялата година, много дъждовно лято ($M-2, E$)

Прави впечатление изключително “спокойният” в климатично отношение период след 717-та година. В продължение на повече от 300 години чак до началото на 11-и век няма нито едно съобщение, от което да се съди за студени зими. Единственото съобщение, касаещо зимни условия е във връзка с похода на хан Крум към Константинопол, но в него се съобщава за дъждовна, т.е. мека зима. Първото съобщение за сурова зима след арабската обсада се отнася чак за 1034/35 година, когато река Дунав замръзнала.

Това обстоятелство дава повод да се предположи, че липсата на съобщения за студени зими отразява значително по-меките климатични условия в сравнение с предишната и следващата епоха. Както вече бе показано на различни места в &2 периодът между 750 –1200-та година в климатично отношение се свързва с т.нар. Средновековен температурен максимум и околномаксимумната фаза на 2200-2400 годишния слънчев цикъл.

Приблизително след 1000 –та година квазидвухилядолетният цикъл навлиза в низходяща фаза и амплитудата на 200-210 годишния цикъл започва да нараства. Първият от добре изразените свръхвекови минимума, свързани с това събитие е този на Оорт през 11-и век. Преходът към него слага край на 300-годишния период на относително топъл климат на българските земи. Около 1026 година започва един кратък, но много драматичен период на природни катаклизми, включително и такива от климатичен характер. За него може да се каже, че продължава около 22 години, чак до 1048 година –наводнения, много студени зими, суши, земетресения, градушки, епидемии. Условно ще го обозначим като “Бурните 22 години”. Своеобразна кулминация е изключително студената зима на 1048-а година когато печенезите правят масирано нахлуване в Мизия по дебелия лед на замръзалия Дунав, но в края на краищата са победени от армията на император Константин IX Мономах.



Фиг.65. Екстремално студентите зими в периода 6-и –19-и век и свръхвековият ход на слънчевата активност. Случаите, свързани със сведения за замръзване на река Дунав са показани със запълнени сини кръгчета,rd;замръзването на крайбрежните води на Черно море- със синьо квадратче. Останалите случаи са обозначени с “X”. Дадени са и “Бурните 22 години” през първата половина на 11-и век

От сведенията, които дотук авторът е събрал и представя в този параграф относно екстремално студените зими в доинструменталната епоха може да се направят следните два по-съществени извода:

1. Съобщенията за екстремално студени зими са концентрирани в епохите на свръхвекови слънчеви минимуми.
2. Почти всички екстремално студени зими се групират около календарните години на слънчевите 11-годишни минимуми, с изключение на тази през 558 година (похода на хан Заверган), която е по-скоро свързана със слънчев максимум

Работата на автора по направлението за изследване на слънчево-климатичните връзки в България по исторически документи продължава. На един следващ етап тя ще се преориентира основно към събиране и анализ на сведения от периода 15-и – 19-и век. Трудността там ще е значителна, тъй като сведенията се очаква да бъдат изключително много, но от много голям брой разнородни източници.

5.6. Климатът на България в края на 20- и началото на 21-и век: Вероятен сценарий за близкото бъдеще

Представеното тук изследване по инструментални данни обхваща периода 1899 – 1994 година. На този етап липсват данни за последните 12 години, т.е. до 2006 година. През това време обаче имаше някои интересни климатични събития в България и на Балканския полуостров. Макар и в качествен план е добре те да бъдат коментирани.

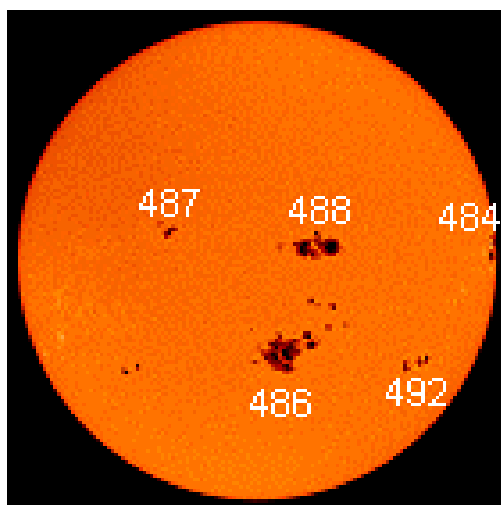
На първо място трябва да се спомене за тежката водна криза, в която изпадна страната в началото на 90-те години. Тя обхвана в различна степен всички райони на България, включително и град София. Там възникна криза с водоснабдяването поради драстичното намаляване на нивото на язовир “Искър”. Проблемът предизвика загриженост и опасения на централно държавно ниво. Предприети бяха действия за решаването му, включително с осигуряване на допълнително водоснабдяване от Рила. Причината за това природно явление не беше обяснена по един задоволителен начин. Поради това в средствата за масово осведомяване се появиха доста екзотични обяснения за водния дефицит в София-водата от язовир “Искър” е продадена и изнесена в Гърция, металургичният комбинат “Кремиковци” е изразходвал водата и т.н.

По мнението на автора засушаването от началото на 90-те години бе част от процеса, започнал около 1984 година. То е свързано с 20-22 годишния слънчево-климатичен цикъл на валежите през топлото полугодие, чиято “суха фаза” започна след максимума на слънчевия петнообразователен цикъл No 21. Това може да се види от дясната част на фиг. 56. Засушаването през 80-те и началото на 90-те години е обаче по-дълбоко в сравнение с 60-те, 40-те и дори от 20-те години на 20-и век. В чисто динамичен аспект то се дължи на амплитудната модулация на 20-22 годишния слънчево климатичен цикъл от по-дългосрочни тенденции, свързани със субвекови, квазивекови и свръхвекови колебания.

Както вече бе казано, след края на 70-те години се наблюдава обща низходяща тенденция в еруптивната активност на Слънцето. През 80-те години процесът е все още слабо изявен, но много се засилва в низходящия клон на слънчевия петнообразователен цикъл No 22 и особено след неговия “еруптивен максимум” през 1991/92 година. Еруптивна активност на цикъл No 23 особено в неговата възходяща фаза (1996-2000/2001 г) е също много слаба (фиг.12). Този ефект много добре се вижда и на фиг. 43, където е показан годишният брой на дните с геомагнитни бури. Дефицитът на високоенергетично слънчево

корпускулярно излъчване е имал за следствие като обща тенденция слаба активност на Исландския баричен минимум и слаб меридионален пренос над Европа през втората половина на 90-те години. Влажните атлантически циклони преминаваха основно над Северна и донякъде над Централна Европа, докато Южна Европа и по-специално Балканският полуостров оставаха общо-взето далеч от тяхните трасета. Като следствие от гореказаното средиземноморските циклони също бяха доста голяма рядкост през този период. По такъв начин “влажната” фаза на слънчево-климатичния 20-22 годишен цикъл е била силно “заглушена” през 90-те години.

Силната асиметрия на еруптивната активност на Слънцето се изрази в това, че най-мощните активни процеси се проявиха с доста голямо закъснение. “Еруптивният” пик закъсня с около 3.5 години спрямо петнообразувателния и неговият абсолютен максимум бе през м.октомври-ноември 2003 година (т.наречените “Хелоуински бури”) (Hady,2007). (На фиг. 66 е показана картината на петнообразувателната активност по време на еруптивния максимум в края на 2003 г.).



Фиг.66. Слънчевите петна по време на “Хелоуинските бури” . Картината се отнася за 29 октомври 2003 г (<http://www.solarcycle24.com/>). Обозначени са номерата на групите слънчеви петна. Гигантската група No 486 е била източник на най-мощната регистрирана досега ерупция в рентгеновия диапазон на 4 ноември с.г. (Hady, 2007)

Силно закъснялата еруптивна активност на цикъл No 23 усили рязко атмосферните процеси над Северното полукълбо в периода 2002-2005 година. Доста неочаквано за повечето метеоролози и климатолози през 2002 година над цяла Европа, включително и над Балканския полуостров се изляха проливни летни дъждове. На много места те предизвикаха големи наводнения, съпроводени със сериозни материални щети. По този начин максимумът на валежите над България, свързан с 20-22 годишния цикъл закъсня с около 3 години спрямо петнообразувателния максимум на цикъл 23. Ситуацията до голяма степен бе подобна на закъснението на “влажната” фаза 20-22 годишния цикъл в началото на 40-те години (виж.фиг. 56).

Това причини закъсняването на “сухата” фаза на последния, свързан с прехода от нечетния слънчев максимум No 23 към четния No 24. Ето защо стихването на еруптивната активност след 2005 година фактически доведе до състоянието на нормалния за подобна епоха общ дефицит на валежи през топлото полугодие. Поради това не бива да се счита, че лятното засушаване през 2006 и

2007 година е някакво необичайно явление , за чието обяснение трябва да се привлича теорията за “антропогенното глобално затопляне”. Това е естествен процес, свързан с 20-22 годишния цикъл, но допълнително усилен от слънчево-климатични осцилации с по-голяма продължителност (квази 50-54 , 60-70, ~100 и 200-210 годишни цикли). Ето защо има основание да се счита с доста голямо ниво на увереност, че настоящият период на лятно засушаване ще продължи още няколко години , а именно – една година след максимума на слънчевия петнообразователен цикъл No 24.

От преобладаващия брой прогнози за параметрите на слънчевия цикъл 24 следва, че най-вероятната календарна година неговия петнообразователен максимум е 2012-та. Следователно, обръщането на фазата на валежния 20-22 годишен цикъл по посока на дъждовни лета би могло да се очаква около 2013 година. По този начин излиза, че сухият летен период би продължил още 6-7 години.

Отклонения от тази прогноза са възможни основно в две направления. Първо, не е напълно сигурно, че максимумът на цикъл No 24 ще бъде през 2012 – та година. Навлизането на Слънцето в поредния свръхвекови минимум може да удължи твърде много низходящата фаза на цикъл No 23- до 2009-та година. От друга страна очакваната доста ниска мощност на цикъл No 24 може да е свързана с по-дълга възходяща фаза , включително до 6 години. Това означава, че следващият петнообразователен цикъл на Швабе-Волф може да кулуминира дори чак през 2015 година. Вследствие на това периодът на лятно засушаване в България може да приключи към 2016 година, т.е да продължи не 6, а 9 години, считано отгук (2007 г) нататък.

На второ място има и неопределеност, свързана с еруптивната активност на Слънцето. Както вече бе посочено на няколко места в текста връзката между петнообразователните индекси и еруптивните процеси не е много тясна. На тази основа е възможно макар и очаквано слаб откъм петнообразуване слънчевият цикъл No 24 да се окаже значително по активен откъм ерупции, включително и коронални масови изхвърляния. Може да се очаква подобен сценарий в предвид на прогнозираното покачване на еруптивната активност , свързано с квази –60 годишния цикъл. В този случай “сухата” фаза на 20-22 годишния слънчево-климатичен цикъл може да се окаже и по-кратка.

Засега това са само предположения, които предстоят да бъдат проверени. Поради това като най-достовверен сценарий за летните валежи по мнението на автора остава този, при който лятното засушаване ще приключи около 2013 година.

Във връзка с обстоятелството, че се очаква летата да останат сухи до максимума на цикъл No 24 , то те вероятно ще останат и доста горещи (до около 40-42°C) до 2012-2013 г. От хелиоклиматична гледна точка няма основания да се допуска настъпването на още по-големи летни горещини. По вероятен е сценарий , при който летните температури ще започнат да падат дори още преди максимума на 24-тия слънчев цикъл, поради очакваната свръхвекова низходяща тенденция на потока на слънчевата електромагнитна радиация. Последното може би е вече факт от 2006 година насам (фиг.13).

Застудяването на летата ще се прояви ясно след максимума на слънчевия цикъл No 24. Тогава дъждовната и същевременно “хладна” фаза на 20-22 годишния цикъл ще се наслаждава върху низходящата тенденция, породена от слънчевия свръхвекови минимум.

Тъй като периодът 2007-2009 година попада във фазата на преход между два 11-годишни петнообразователни цикъла (слънчев минимум) то вероятността от настъпването на студени зими е голяма. Както се вижда от фиг.62 а и б една такава студена зима не би могла да бъде отнесена към семейството на “рекордьорите” (групата на зимите от 1876, 1942,1963 и 1985 г), тъй като не се очаква мощна еруптивна активност на Слънцето през този период. Това биха по-

скоро зими породени от “класическите” за слънчев минимум условия, т.е. нисък поток на общата слънчева радиация (респ. ниски стойности на петнообразователните индекси R_i и R_h) и високи стойности на потока на галактичните космически лъчи.

6. Дискусията

6.1. Четирите “официални” основни гледни точки за климата

В началото на дискуссионната част, посветена на представените в тази книга резултати и техния анализ ще бъде направен съвсем кратък преглед на основните концепции в съвременната климатология относно факторите, влияещи върху състоянието на климата.

“АСТРОНОМИЧЕСКАТА ХИПОТЕЗА”

Още през 19-и век възникват хипотези да обясняване на едно от най-големите открития на геологията по това време- периодичните залеждания през кватернера (“великите ледникови периоди”). Те свързват промените в климата с различни циклични промени в орбиталните и ротационни параметри на Земята. Такива са хипотезите на Адемар и Кролл. В най-завършен и адекватен спрямо данните от изследванията вид обаче е теорията на Миланкович от първата половина на 20-и век (*Imbree and Imbree, 1979*). Както беше вече казано, тя свързва периодичните залеждания с промени в ексцентрицитета и прецесия на земната орбита, а така също частично и в наклона на земната ос от порядъка на около 1.5° .

Особена разновидност на астрономическите хипотези са тези, при които квазипериодичните промени на климата с цикъл от около 200 милиона години се свързват с движението на Слънчевата система около центъра на Млечния път и пресичането на спиралните му ръкави.

“ГЕЯ- ХИПОТЕЗАТА”

В края на 60-те и началото на 70-те години британският учен Ловелок създава своя оригинална хипотеза, обясняваща химическия състав на земната атмосфера, както и климатичните условия на нашата планета (*Lovelock, 2000*). Същата е известна още като “Гея-хипотеза”(от името на гръцката богиня на Земята и плодородието). На нея ще се спрем по-подробно, тъй като тя е може би най-предпочитаната за привържениците на теорията за антропогенно затопляне на климата.

Според първоначалната формулировка на тази хипотеза Земята е саморегулираща се система (хомеостат), в която параметрите, и най-вече тези на атмосферата са така установени, че да са оптимални за биосферата. Атмосферата се разглежда като част от биосферата. Нейният химически състав и температура се регулират от дейността на живите организми посредством жизнените процеси (фотосинтеза, дишане и др.). Благодарение на биосферата в атмосферата съдържанието на кислород е относително високо, а на въглероден диоксид-много малко. Вследствие на това пък температурата на Земята е относително ниска, $\sim 15^\circ\text{C}$ и е оптимална за жизнените процеси.

Съгласно “Гея-хипотезата” температурата на въздуха, химическия състав на атмосферата и солеността на Световния океан са постоянни с времето, бидейки оптимални за живите организми. “Гея-хипотезата” се базира основно на твърдението, че температурата на Земята е относително постоянна в рамките на

последните 2 милиарда години, докато слънчевата светимост се е увеличила с около 25-30%. Ролята на космическите фактори, включително и на Слънцето се пренебрегва.

Единственият сериозен небиологичен източник на CO₂ в атмосферата са вулканичните явления, а единственият сериозен небиологичен “сток” на същия -- карбонатните скали.

Тази хипотеза е била атакувана от различни представители на естествените науки и най-вече от биолози. Тя има големи проблеми с теорията на еволюцията тъй като според нея излиза, че не живите организми се приспособяват към промените на околната среда, а обратно- околната среда се приспособява към тях!

Това, че химическият състав на съвременната земна атмосфера е продукт от дейността на живите организми е факт, който не подлежи на съмнение. Също така някои събития от геоложката история на Земята са добро потвърждение на “Гея-хипотезата”- например развитието на мощна флора по време на мезозойската ера. Тогава климатът е бил много топъл, а атмосферата-много богата на CO₂, до няколко десетки пъти над съвременните концентрации. Фактически именно развитието на мощна флора по това време и свързаната с нея фотосинтеза издърпват от атмосферата голямо количество въглероден диоксид, консервирайки го в съвременните залежи от черни въглища.

От друга страна обаче постоянството на температурата и концентрацията на CO₂ са относително изпълнени условия през фанерозоя. Вярно е, че температурите никога не са достигали до 70-80°C, както това е било през архайската ера, но все пак са варирали в доста широки граници от +2°C в началото на камбрия до +25-27 °C през юра. Със сигурност това е ставало и под влияние на външни фактори, включително и вариации на слънчевата светимост. Самият факт съществуването на периоди на нарастване на температурите и CO₂ показва, че независимо от значителните саморегулиращи функции на системата “биосфера-атмосфера”, тя е била твърде инертна спрямо външния фактор, а освен това и компенсиращите ѝ възможности са все пак ограничени.

Еволюцията на организмовия свят е факт, както и това, че еволюционните скокове са ставали винаги в епохи на големи промени в околната среда, включително и най-вече климатични. Появата на нови класове и видове организми е реакция на биосферата на промяна на външните условия –факт, който е в пълно съответствие с Дарвиновата теория и в пълно противоречие с хипотезата на Ловелок.

Тези, както и редица други противоречия са принудили Ловелок и неговите съидейници да ревизират и променят много неща в “Гея-хипотезата”, и най-вече с цел да я адаптират по-добре към еволюционната теория. В някои от по-новите ѝ версии се признава и обратното влияние на процесите в неживата материя върху живата.

Когато става въпрос за еволюцията на атмосферата и климата на ранната Земя (архайската ера) не трябва да се забравя за изключително важната роля на тектоничните процеси, които са били много по-активни тогава в сравнение със сега. Земята, както и другите планети от Слънчевата система са били още в процес на оформяне на своята структура. По това време познатите днес на геолозите и геофизиците вътрешни земни зони (ядро, мантия и литосфера) са били още в процес на изграждане. Вулканичната активност е била изключително мощна, а това е поддържало високи нивата на CO₂ в атмосферата. Водните басейни на повърхността все още са били малки по площ, а биосферата, ако изобщо я е имало тогава е била в съвсем зачатъчно състояние.

Кислородът в земната атмосфера е бил в нищожни количества (парциално налягане ~10⁶ тт), Съдържанието на желязо близо до повърхността е било

високо, а образуването на железни окиси с участието на кислород от атмосферата—много интензивно. Плътностната диференциация на Земята е довела до две важни следствия- а/ отделянето на голямо количество вода от недра и установяването ѝ на повърхността, т.е образувал се е Световният океан; б/ обедняване на повърхностните слоеве на желязо (същото се натрупва в ядрото) и рязко намаляване на окислителните процеси на повърхността.

В резултат на образуването на мощната хидросфера на Земята преди около 3 милиарда години голяма част от CO_2 от атмосферата се е разтворил в нея . Това е било и главното условие за вече по-стабилното съществуване на създаващата се ранна биосфера. От друга страна притокът на този газ в атмосферата рязко намалял поради отслабване на вулканичната дейност. Намаляването на CO_2 в резултат на геологичните процеси е довело и до намаляване на общата маса на атмосферата и на парниковия ефект, което е понижило силно температурата на приземния въздух преди около 1-3 милиарда години. Това пък допълнително е усилило акумулирането на въглеродния диоксид на повърхността под формата на карбонатни скали .(карбонизация). Поради рязкото отслабване на окислителните процеси кислородът започнал да се задържа в атмосферата. Когато в началото на камбрия преди около 650 млн.години е започнало бързото развитие на биосферата всъщност условията за нея са били предварително доста добре подготвени от предходната геологична еволюция на Земята и свързаните с нея промени в атмосферата.

Едва след това вече биосферата е вече сериозен фактор за баланса на процесите в атмосферата, включително и климата. Действието ѝ обаче се реализира много бавно във времето – фактически изцяло в рамките на геологичната времева скала. Дори и в тези времеви мащаби обаче, тя е само един от климатоопределящите фактори. Всъщност по важни от нея остават тектоничните процеси и вариациите на слънчевата светимост, а вероятно и ефектите , свързани с движението на Слънчевата система около центъра на Млечния път.-----

“Гея-хипотезата” се приема с ентузиазъм в средите на “глобалните еколози” . Привлича ги идеята за постоянство на климата във времето ,и че то се дължи на равновесието на всички действащи върху атмосферата фактори. Това подсказва, че ако по някаква причина климатът е започнал да се променя, то това е в резултат на някакъв нов фактор – да се подразбира човешката дейност. Ето защо за привържениците на “Гея-хипотезата” промените на климата в миналото са неприятна тема. Затова те се стремят на всяка цена да докажат, че сериозни климатични промени реално не е имало, поне в сравнително близкото минало.

“Гея-хипотезата” е един от философските стълбове на движението “Ню Ейдж”. Никак не е случаен фактът, че най-видните негови представители са и сред най-ревностните поддръжници на теорията за антропогенното затопляне на климата.

“АТИНСКАТА ХИПОТЕЗА”

Названието на тази хипотеза се свързва с Атина – гръцката богиня на мъдростта, науката и мореплаването, в представите на древните елини – символ и източник на всичко ново , даваща тласък на прогреса.

Според този възглед климатът нормално се намира в квазиустойчиво състояние . Той може да бъде изведен от него в резултат от външно въздействие-слънчевата активност, вулканични явления , сблъсък на Земята с астероид или комета и др. Характерната времева скала, в която се реализира “Атинската хипотеза” е от няколко месеца до около 10 милиона години.

“ХИПОТЕЗА ЗА ХАОСА”

Съгласно тази хипотеза промените в климата имат квази-случаен характер.

От представените четири основни “конвенционални” възгледа за промените в климата се вижда, че само в “Атинската хипотеза” категорично се признава ролята на външните фактори, в това число и влиянието на слънчевите вариации.

За астрономическата хипотеза цикличните климатични промени са свързани с ефекти породени или от осцилации на орбиталните и ротационни параметри на Земята, или поради движението на Слънчевата система около центъра на Галактиката.

“Гея –хипотезата” по принцип изключва всякакви външни по отношение на Земята въздействия върху климата. Следователно, от тази позиция и дума не може да става за каквито и да е било слънчево-климатични връзки.

От гледна точка на хипотезата за климатичния хаос влиянието на слънчевата активност е неотличимо от това на многобройните други фактори. Дори и за определен интервал от време да се установи някаква статистически значима връзка, тя бързо изчезва, “разтваряйки” се сред действието на много на брой други причини.

На базата на направения тук кратък преглед на основните направления в съвременната климатология може да се направи следния извод: В преобладаващата си част съвременните климатолози се отнасят най-малкото скептично към тезата за водещата роля на Слънцето като фактор върху климата в негеологични времеви мащаби. Тази позиция е такава независимо от многобройните доказателства през последните три десетилетия в полза на слънчево-климатичната теория.

Тази констатация поражда въпроса: А дали подобно отношение не е продиктувано и от фактори, които са извън сферата на науката?

В книгата си “Ролята на Слънцето за промените на климата” Хойт и Шатън отбелязват, че при избора на позиция по въпроса за промените на климата много важна роля играят философските и политическите убеждения (Hoyt and Shatten, 1997). Това за съжаление автоматично предполага и риск от силна необективност и пристрастност при обсъждането на такъв важен за цялото общество и бъдещето на Земята проблем.

6.2 Теорията за “антропогенното глобално затопляне” и “бръсначът на Окъм”

Във философията на познанието е общоприет един принцип, чиято същност може да се изрази с фразата “Простото е най-добро.” Неговото авторство се приписва на Уилям Окъм (1285–1349) въпреки, че той е известен още от древността. По отношение на научното познание този принцип постановява, че: *От множество теории, които обясняват едно и също нещо, трябва да се предпочете най-простата.*

Според друга формулировка принципът на Окъм гласи, че *измежду всички хипотези, които обясняват едно и също нещо, най-вероятна е тази, която се основава на минимум необходими предположения.*

Принципът на Окъм се нарича още “бръснач на Окъм”, тъй като тъй един вид изрязва “излишните” хипотези и теории.

Нека например в резултат на N на брой наблюдения е установено, че събитието “X” настъпва винаги в резултат на проявяването на друго явление Y”. При наблюдението под номер $N+1$ отново настъпва събитието “X”, едновременно със събитието “Y”, но също така и едновременно с друго събитие “Z”, което

настъпва за пръв път. Възможни са две хипотези. Според едната от тях събитето “X” е резултат от настъпването на събитието “Y”, според втората – причината за “X” е за пръв път регистрираното събитие “Z”. Принципът на Окам в случая предполага, че причина за настъпването на “X” е отново “Y”, което се е случило *N* пъти преди това, а не “Z”, което настъпва за пръв път. Следователно, хипотезата че събитието “Z” е причинило настъпването на “X” е излишна.

Веднага ще посочим, че от гледна точка принципа на Окам теорията за антропогенното глобално затопляне е излишна. Климатът на Земята непрекъснато се е изменял през цялата геоложка история на Земята. През последните 600-800 милиона години (фанерозоя) амплитудата на тези промени е в рамките на около 20-25°C. Причините за тях не са достатъчно добре известни, но е ясно, че част от тях са от геологичен, а другите от космически характер. В сравнение с индустриалната ера на човешката история този период е около 5 милиона пъти по-дълъг и е съвсем очевидно, че въпросните климатични промени не могат да имат отношение към човешката дейност. През около 2/3 от целия фанерозой климатът на Земята е бил по-топъл от съвременния, а през 1/3 е бил по-студен.

Подобна ситуация наблюдаваме и в рамките на кватернера, т.е. последните 2 милиона години. “Великите ледникови периоди”, характерни за този период имат квазипериодичен характер и с тях са свързани редуващи се застудявания и затопляния на климата с амплитуда около 8-10 °C. Тези температурни колебавия надхвърлят около 12-15 пъти цялото затопляне на климата от 1850 година насам, които се приписват на човешката дейност.

“Малките ледникови епохи” и топлите периоди между тях са събития, които са настъпвали пет пъти през последните 10 000 –11000 години. Те са също квазициклични колебания с амплитуда около 2.0-2.5°C. Вече знаем, че те са свързани с аналогични циклични вариации на процесите, протичащи на Слънцето. От тази гледна точка, съвременното затопляне на климата е започнало не в средата на 19-и век, както твърдят “глобалните еколози”, а още след 1700-1720 година, когато е завършил слънчевият свръхвекови Маундеров минимум и свързаният с него последен малък ледников период. Затоплянето на климата с около 1.2 –1.5 градуса през този период или около 0.7 –0.8 градуса за последните 150 години е закономерно явление и то напълно се вписва в поведението на климата, такова каквото то е известно за целия Холоцен.

Що се касае до CO₂, то от фиг. 28 се вижда, че и в рамките на последните ~250000 години са действували мощни циклични процеси, които са предизвиквали вариации в неговата концентрация почти 10 пъти по-големи в сравнение с приноса приписван на съвременните индустриални дейности. Наличието на квази-62-годишна осцилация в динамиката на концентрацията на този газ (Thompson, 1997), която е от естествен произход е още едно категорично доказателство за това, че съдържанието му в атмосферата е в много голяма степен даже и на съвременния етап зависимо от природни процеси, най-вероятно от слънчев произход. Това от своя страна поражда сериозни съмнения относно това доколко коректно се отчитат всички процеси, свързани с баланса на въглеродния диоксид в земната атмосфера.

Свойството “излишност” на теорията за “антропогенното глобално затопляне” винаги е притеснявало нейните привърженици. Когато още в началото на 90-те години станало ясно, че затоплянето на климата съвсем не върви с тези бързи темпове, както е било първоначално предсказвано се появи обяснение на това явление от средите на “глобалните еколози”. Според Шлейзингер (Schlesinger, 1994-виж в Hoyt and Schatten, 1997). Според него “глобалното затопляне”, което се причинява от отделянето на CO₂ в резултат на човешката дейност в значителна степен се компенсирало от аерозолните

индустриални емисии , които действуват в посока на охлаждане. По този начин процесът на “глобално затопляне” се забавял съществено.

Тази теория поражда един много интересен и важен въпрос и той е – *дали наистина предполагаемото човешко въздействие върху климата е еднопосочно?*

Свързването на антропогенния фактор основно с отделянето на “парникови” газове представя влиянието на човека само като фактор, който води до затопляне на климата. От друга страна обаче беше показано в &2, че има физически механизми, свързано с участието на H_2SO_4 –аерозоли, които стимулират застудяването в епохи на ниска слънчева активност. Антропогенните източници на сяроокиселинни аерозоли са главно косвени и са свързани предимно с емисии на SO_2 и SO_3 , от които те възникват в резултат на химически и физикохимични процеси. Следователно, не само , че има “ендотермични” човешки дейности, но дори, ако приемем, че те оказват все пак някакво влияние върху климата, то може да се изрази *и в усилване на ефект, причинен от природен фактор*- в случая слънчевата активност. Авторът счита тази забележка за много важна, защото тя показва, че теорията за “антропогенното глобално затопляне” не само, че силно преувеличава ролята на човешкия фактор върху климата, но също така и я представя твърде опростено и едностранчиво.

Преди около 15-20 години окончателно стана ясно, че в поведението на Слънцето съществува мощен 2200-2400 годишен цикъл и същият модулира климатичния цикъл на “малките ледникови епохи”. Дори преди това е било установено, че квазидвуековите колебания на климата, с които са свързани пониските температури в нечетните календарни столетия се дължат на слънчеви вариации с подобна цикличност.

Първоначално “глобалните еколози” като че ли се опитаха да игнорират тези факти, давайки си вид, като че ли не ги знаят или не ги интересуват. Към края на 90-те години обаче, сред техните среди се роди сценарият “Хокееен стик”. Според редица климатолози това е опит за фалшифициране на климатичната история на Земята за последните ~2000 години. Стремежът чрез “Хокейния стик” антропогенната теория за климата да избегне “бръснача на Окъм” е очевиден. Удар върху този климатичен сценарий бяха доказателствата, дадени от Соланки и др. (*Solanki et al., 2004*), че всъщност Модерният свръхвекови слънчев максимум е уникално по своята мощност явление за последните 2000 години, но че подобни на него е имало в началото на Холоцена- преди 8000 години. Последното означава, че на бързото нарастване на температурите от средата на 19-и век съответствува подобно явление и в хода на слънчевата активност.

Като своеобразна “последна мода” в търсене на контрааргументи срещу водещата роля на Слънцето за промените на климата са една специфична група публикации, която се появи след 2000-та година. Водещата теза в тях е, че до средата на 70-те години слънчевата активност е била основен фактор за климатичните промени. След 1975/6 година обаче ситуацията се е променила. Появил се е някакъв нов фактор, в резултат на който поведението на климата не само, че не следва това на Слънцето, но е дори в пълна антикорелация с него. Като един от “свежите “ примери за подобна работа е тази на Локууд и Фрьолих от 2007 година (*Lockwood and Frolich, 2007*).

Авторът даде достатъчно доказателства в настоящия материал, че ситуацията след 1975 година съвсем не е някакво уникално явление. Подобни събития (“огледални участъци”), т.е. кратки епохи , в които петнообразователната активност и температурите на земната повърхност са били в антикорелация е имало 7-8 на брой през последните ~400 г от Маундеровия минимум до сега. Беше също така показано, че причината за тях е най-вероятно е свързана с еруптивната активностна Слънцето, в която трябва да включим и активните процеси в короната , каквито са короналните масови изхвърляния. От друга страна статистическият анализ показва, че данните до 1979 година за връзката “число на

групите слънчеви петна – земна температура” не дават основание да се допуска, че тя е била “заглушена” през 60-те и 70-те години на 20-и век от някакъв допълнителен фактор.

В заключение към този въпрос ще трябва да бъдат отбелязани още две неща.

Първо, че в популярните към днешна дата концепции за влиянието на Слънцето върху климата се акцентира най-вече върху ролята на вариациите на общото електромагнитно излъчване. В по-малка степен се обръща внимание на приноса на модулирания от слънчевия вятър поток на ГКЛ. Третият важен фактор- високоенергетичните слънчеви протони е много подценен. Интересно е да се отбележи, че не е било така през 60-те, 70-те и началото 80-те години, когато е имало доста публикации на тази тема. Авторът счита , че проблемът за ролята на слънчевото корпускулярно излъчване е сериозно подценен от изследователите на слънчево-климатичните връзки към настоящия момент. По такъв начин една значителна част от свързаните със Слънцето климатични промени остава “официално” необяснима на този етап.

Във връзка с последното е и вторият момент- подобно на ролята на човека, тази на Слънцето се разглежда в еднопосочен план. Господстващата в момента представа може схематично да се изрази така “Висока петнообразователна активност- затопляне, ниска петнообразователна активност- застудяване”. На практика на Слънцето протичат различни процеси . Водещата тенденция, свързана с промените на слънчевата светимост в дългосрочен план наистина е в положителна корелационна връзка с климатичните промени. Високоенергетичното слънчево корпускулярно лъчение обаче има физическите свойства на ГКЛ , т.е както тях е свързано предимно със застудяване. Тъкмо този фактор води до възникване на споменатите “огледални участъци” спрямо общата тенденция “слънчева активност- климат” (регресионния модел (3)). Както показахме, едно от локалните следствия от подобно влияние са “зимите-рекордьори” в България и Източна Европа.

Тези обстоятелства трябва да се имат предвид при изучаване на слънчево-климатичните връзки, както и при изграждане на стратегия за изследвания в тази област. Авторът е убеден, че независимо от усилията за легитимиране на теорията за “антропогенното затопляне на климата” като официална на международно, европейско и държавно равнище (вкл. и България) , тя няма да избегне “брьснача на Окъм”.

6.3 “Хелиотараксия” - комплексно влияние на Слънцето върху Земята

Възгледът , че процесите в природата и обществото са силно повлияни от космически фактори и в частност от Слънцето по принцип не е нова. По различен начин и в различна форма тя е залегнала в науката, културата и религията на различни народи от всички континети и епохи. Научните от съвременна гледна точка представи обаче започват да се формират след като започват инструменталните наблюдения на слънчевите петна през 17-и век и особено след откриването от Х. Швабе и Р.Волф на 11-годишния петнообразователен цикъл.

Днес вече са открити огромен брой връзки между различни индекси на слънчевата активност и различни компоненти на природната среда на Земята. За разлика от изследванията правени в края на 19-и и началото на 20-и век , тези през последните 20-25 години се основават на количествен статистически анализ и тестове за достоверност на намерените зависимости.

Открити са корелации между активните процеси на Слънцето и следните основни групи явления:

- магнитосферно-йоносферните процеси (вкл. полярните сияния и др. оптически явления в атмосферата) и геомагнитната активност
- температурата и концентрациите на малките компоненти в стратосферата (вкл. озона)
- потока на ГКЛ
- климатичните параметри (налягане, валежи, температури, влажност, облачност, атмосферна циркулация и др.) в общопланетарни и регионални мащаби
- сеизмичната активност (фиг.32) и (евентуално) вулканизма
- растежа на горската дървесна маса
- честотата на горските пожари (фиг. 67)
- реколтата от различни селскостопански култури
- цените на селскостопанската продукция
- сривовете в електропреносната мрежа, телекомуникационните системи и системите за навигация в авиацията и корабоплаването
- динамиката на аерозолите над индустриалните зони и големите градове
- гръмотевичната активност
- честотата на сърдечно-съдовите заболявания и раковите новообразувания
- общата смъртност
- епидемичната активност, вкл. и пандемии (по исторически данни)
- пътно-транспортните произшествия
- честотата на самоубийствата
- нервно-психическите процеси и консумацията на нерво-успокоителни лекарства
- военната и политическа активност (фиг. 68)
- “великите преселения” на народите (връзка със свръхвековите слънчеви минимума и техните климатични ефекти)
- икономическите кризи в Англия през 19-и век
- творческата активност на писатели, учени, художници и др.
- успехът на учениците (две независими изследвания, проведени в България)
- продължителността на човешкия живот
- популацията на различни видове животни (някои едри бозайници, гризачи, влечуги, земноводни, риби, насекоми)
- миграциите на различни видове животни

Този списък далеч не е пълен. Той включва само такива връзки, за които авторът е намерил информация или са резултати от анализ, проведен от самия него. В действителност броят на изследванията правени в различни страни и върху различни видове данни е огромен. За някои от намерените статистически връзки, физическите причини са относително добре известни, за други има само предположения.

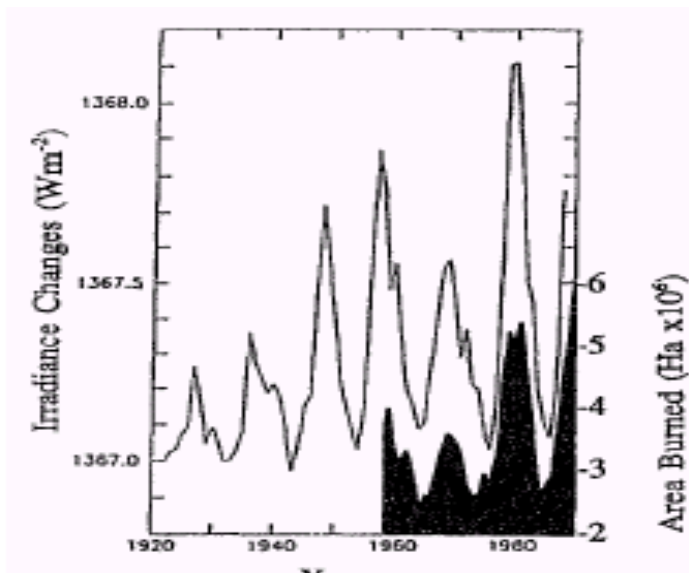
От казаното дотук се вижда, че слънчевата активност е фактор с комплексно действие върху земната околна среда. Много от връзките са фактически следствие от други –например връзката на гръмотевичната активност или реколтата със процесите на Слънцето до голяма степен е следствие от връзката между слънчевата активност и климатични параметри като валежи и температура, връзката с нервно-психическите смущения е следствие от тази между слънчевата и геомагнитната активност и т.н.

За обозначаване на комплексното влияние на Слънцето върху Земята известният руски учен Александър Чижевски е въвел терминът “хелиотараксия” (от гръцки – слънцетресение; подразбира се, че Слънцето “тресе” Земята). Този изследовател още преди около 70-80 години си е дал сметка за това, че установените многобройни още по онова време слънчево-земни връзки, отнасящи

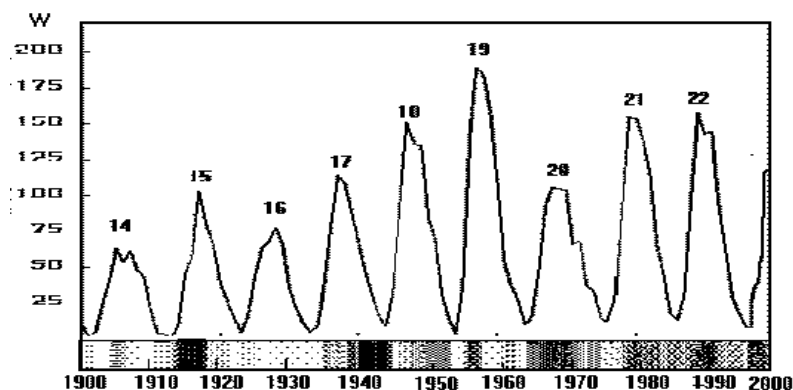
се на пръв поглед за несвързани помежду си явления отразяват една много по-обща и комплексна връзка.

Каквито преки или косвени въздействия да оказват активните процеси на Слънцето върху природната среда на Земята, в крайна сметка те рефлектират върху човешкото общество. В книгата си “Циклите на Слънцето, климатът и цивилизацията”(Комитов, 2001) авторът разглежда два основни канала за влияние на слънчевите вариации върху социалните процеси:

- чрез слънчево-климатичните връзки
- чрез геомагнетизма



Фиг.67. Индексът на общото количество слънчева радиация (TSI) и площта на пожарите в Канада и САЩ (1960-1990г)(Auclair, 1992)



Фиг.68. Слънчевия петнообразователен индекс Ri (международно Волфово число) и военно-политическата активност (ВПА) през 20-и век. Последната е представена в лента с различни по наситеност полутонове на сивия цвят. По наситените зони съответствуват на по-висока ВПА. Включени са граждански въстания, революции, въстания и войни. Всяко едно от събитията е оценено по 5-степенна скала на значимост и се разполага в тази част от лентата, която му съответствува по време. Наситеността на сивите полутонове съответствува на сумарния бал от всички събития протичащи в дадения момент. Тенденцията към по-голямо насищане в края на 20-и век съответствува на увеличаването на броя на т.нар. “тлеещи конфликти”(Комитов, 2001).

Влиянието на слънчевата активност върху климата се отразява косвено върху всички свързани с климата в различна степен човешки дейности- селско и

горско стопанство, продоволствие, водоснабдяване, енергетика, търговия с хранителни продукти и енергоносители, здравния статус (чрез влияние върху епидемичната обстановка), гражданска защита, транспорт (всички видове), строителни дейности ; дългопериодичните слънчево-климатични колебания влияят върху демографските процеси и масовите миграции на население от една част на света към друга, политическите и икономически процеси с дългосрочен характер- икономически и трудово-правни отношения; политическите процеси и духовния живот на обществото.

Геомагнетизмът влияе върху невро-физиологичната и психическата дейност, усилвайки или потискайки процесите на възбуждане или задържане. По този начин следва влияние върху условията за индивидуална и масова депресия или агресия. Тези явления рефлектират върху обществените процеси в краткосрочен план (от 2-3 дни до 10-12 години) стимулирайки относително кратки социални явления – политически вълнения, войни , въстания и др. Силните геомагнитни бури предизвикват сризове в енергопреносната мрежа и комуникационните системи , навигационните уреди за управление полетите на самолети и кораби др, а така също и резки промени в метеорологичната обстановка и проваляне на предварителните метеорологични прогнози в мащаб от 2-3 седмици до 2-3 месеца.

“Хелиотараксията” постулира точно противоположна картина на процесите в земната околна среда спрямо “Гея –хипотезата”. Земята е система, отворена към космоса. Слънцето е главният космически фактор, влияещ не само върху атмосферата, но и върху всички геосфери. Без слънчевото въздействие животът на Земята (подразбира се не само биологичния) би бил много по-беден на събития. Много малко биха били промените в природната среда и природните катастрофи, които да тласкат развитието напред. Биосферата не адаптира природните условия към себе си , а сама се адаптира към тях . Човекът от външен фактор , влияещ върху околната среда е всъщност част от нея и също е обект на въздействие както от страна на земните, така и на космическите фактори (главно Слънцето) .

Като възглед за климата “хелиотараксията” е разновидност на “Атинската хипотеза”. Няма проблеми с теорията за еволюцията.

Позицията на автора е изцяло в полза на “хелиотараксията”, включително с представените в тази книга резултати и анализи . Въпросът е, какви ще бъдат социално-икономическите последици, произтичащи от описаните слънчево-климатични сценарии , кои са най-негативните моменти в тях и какви да бъдат начините за тяхното преодоляване.

6.4. Следствията

6.4.1. Възможна ли е борбата срещу промените в климата?

През последните години все по-често в средите на екологичните организации и сред симпатизиращи им обществени и политически дейци се издига призив за борба срещу промените в климата. Предлагат се мерки за намаляване на антропогенните емисии на CO₂ и други “парникови” газове, което е отразено в различни международни документи в областта на екологията през последните 20 години. Научната обосновка на всички тях се гради върху теорията за антропогенното затопляне на климата.

Кръговратът на CO₂ в околната среда е много бавен процес. При всички случаи, независимо от това доколко са коректни числените модели за неговия баланс и доколко вярно се отчитат естествените фактори , времето за усвояването му от атмосферата в различните “резервоари+ на земната повърхност

(хидросфера, скали, растителност) е от порядъка минимум на няколко десетилетия, а най-вероятно –повече. Следователно, намаляването на промишлените емисии на CO₂ не може да бъде мярка, която да даде резултат в срок, който да прилича на нещо като “реално време”. С други думи, дори и да приемем, че подобни мерки имат смисъл, то от тях не биха могли да се възползват сега живеещите поколения. Скоростта на съвременните климатични промени, които основно са обусловени от слънчево-климатични цикли с продължителност от 10-11 до около 200-210 години практически не биха се повлияли от подобни мерки.

Нека сега да си представим, че технически е възможна реализацията на един друг проект. Става въпрос за планетарна система, която да компенсира климатичните колебания, причинени например от вариациите на индекса TSI-общото количество слънчева радиация. Това изглежда като най-достижима цел в сравнение с много по-големите амплитуди породени от субвековите, квазивековите и свръхвековите слънчево-климатични цикли. С други думи говорим за хипотетично техническо съоръжение, което в епохите на слънчевите 11-годишни минимума би работило като нагревател, а в максимумите – като хладилник. Нека за простота предположим, че всякакви неудобни проблеми като загуби на енергия, складиране или използване на излишната топлина, свързани с работата на подобна инсталация, по някакъв начин са също решени. Единственият важен въпрос, на който трябва да отговорим е : каква мощност би консумирало подобно съоръжение?

Отговорът е: толкова, колкото е необходимо за да се компенсира ефектът от промените на TSI. В мощностно изражение последните са равни на 40000 GW за цялата повърхност на Земята в рамките на слънчевия цикъл на Швабе-Волф. Общата мощност на електроцентралите в България (при пълно натоварване) е около 7GW. Ако се приеме, че това съответства на два пъти средната стойност отнесена към брой жители, то за целия свят се получават около 3500-4000 GW, което е едва около 7-10% от амплитудата на промените на TSI. Реално необходимата мощност е около половината от вариациите на TSI, тъй като “климатикът” трябва да компенсира вариациите на TSI спрямо средната им стойност в рамките на 11-годишния цикъл. Даже и в този случай необходимата мощност остава около 5-7 пъти по-голяма спрямо всички налични в момента електропроизводствени ресурси, т.е около 20000 GW. Това е при положение, че няма никакви загуби на енергия и цялото електропроизводство отива за захранването на “глобалния климатик”!

Както се вижда това е напълно нереална задача както за настоящия момент, така и може би поне за един век напред. Тя не би могла да се реши на основата на мощните съвременни ТЕЦ и АЕЦ, а да не говорим изобщо за т.нар. “възобновяеми” източници, които на всичкото отгоре са и с много нисък коефициент на полезно действие. Това би могло да стане (евентуално) на основата на електроцентрали, ползващи управляем термоядрен синтез от тип “Токамак”. Такива действащи електроцентрали обаче все още няма, а освен това и предполагат инвестиции и усилия в насоки, които не са по вкуса на “глобалните еколози”!

Още по-обезкуражаващи изглеждат нещата, ако говорим за температурна компенсация на ефекти свързани със свръхвековите или свръххилядолетни колебания на климата. Допълнителните енергоресурси за подобни “мероприятия” вече се изчисляват на диапазона на 10⁵- 10⁶ GW. Това излиза извън възможностите на човешката цивилизация не само в съвременната епоха, но със сигурност и за следващите няколко столетия напред. Отделен е въпросът, че даже и имайки евентуално възможност и опитвайки се да застанат на пътя на могъщи природни сили, хората може да се намеси в баланси, които все още смътно познават или дори са им съвсем неизвестни.

По тази причина е много по-разумно и практически оправдано да се приемат промените в климата като природна даденост, като част от естествените цикли каквито са смяната на годишните сезони или денонощния цикъл. Това предполага тези закономерности и причините за тях да бъдат възприети като реалност както от научната общност, така и от обществото като цяло. Хората са свикнали с денонощния и годишния цикли и се съобразяват с тях. Подобно трябва да бъде отношението и към по-дългите природни цикли.

6.4.2. Свръхвековият слънчево-климатичен минимум през 21-и век : Какво да се очаква и какво да се прави?

6.4.2.1. Свръхвековите слънчеви минимума и големите природни катаклизми

В днешната епоха техническите възможности на масмедията позволяват за много кратко време информацията за природни бедствия от различен характер и мащаби да стават много бързо достояние на обществеността. Освен по-голяма информираност за природните катаклизми това обстоятелство е и причината за по-голяма несигурност и страх от природните феномени. Натрапва се усещането, че с природата става нещо необичайно, тъй като в миналото информация за толкова много природни “аномалии” не е имало. Фактът, че в миналото не е имало възможности за толкова бързи и лесен достъп на информация за природните явления в различните части на света се обикновено се игнорира.

Тези психологически нагласи се експлоатират интензивно от “глобалните еколози” и разни религиозни секти с есхатологична ориентация. Същите вменяват усещане за предстояща катастрофа, вина на човека за нарушеното природно равновесие и т.н. Със съжаление и безпокойство може да се констатира, че в услуга на споменатите обществени групи са се поставили голям брой медии, които или от обикновен комерсиализъм и стремеж за сензация, или съвсем целенасочено и изпълнявайки поръчки “наливат масло в огъня”.

На практика през последните ~150 години природата е била доста “дружелюбна” към човека в сравнение с някои предишни епохи. Ако например сравним с данните за силните вулкански ерупции (табл.1) ще видим, че след 1850 г те са 5 на брой. Толкова е обаче и техният брой само за 40 години в периода между 1800-1840 г (минимума на Далтон). Освен със силен вулканизъм и значително застудяване този период е известен и с пандемия от холера.

Ако се обърнем към данните за природните катаклизми на територията на България ще констатираме, че “Бурните 22 години” (1026-1048 г), в началото на свръхвековия минимум на Оорт, нямат прецедент в историята на нашата страна нито преди това, нито през следващите ~1000 години.

Александър Чижевски съобщава за подобно струпване на големи природни катаклизми през 3-и век от н.е. (също по време на свръхвековен минимум)(*Komitov, 2007b*). Известната в историята “Юстинианова чума” (551-580 г) също съвпада по време със свръхвековен слънчев минимум. Това е и периодът на най-голямото застудяване на климата в течение на първото хилядолетие от н.е.

От тези примери може да се направи предположение, че такива периоди на особено много и тежки катаклизми (не само климатични бедствия, но също и тектонична активност и епидемии) изглежда са реалност. Има основание да се предположи, че техните “предпочитани сезони” са свръхвековите слънчеви минимума. Вторият извод е, че едва ли човешката дейност по някакъв начин е причинила тези явления, особено като се има предвид колко малки в сравнение с днешните са били нейните мащаби.

Както бе показано, статистически сигурен факт е увеличаването на сеизмичната активност по време на вековете и свръхвековите минимума (фиг.32).

Тези констатации сочат, че във връзка с прогнозирания свръхвековен слънчев минимум през 21-и век следва да се очаква в най-общ план повишена опасност от природни бедствия в сравнение с 20-и век както в регионален, така и в общопланетарен мащаб. Данните са крайно недостатъчни за да се правят някакви по точни оценки за вида, мащаба и географското разпределение на природните катаклизми. Във всеки случай освен коментираното вече захлаждане на климата, другото най-очаквано следствие вероятно би било едно общо покачване на сеизмичната активност в общопланетарен мащаб.

6.4.2.2 Общопланетарни ефекти от слънчево-климатичния минимум

Най-очакваният сценарий за поведението на слънчевата активност през 21-и век е настъпването на свръхвековен минимум през неговата първа половина. На свой ред най-вероятната климатична последица би било застудяване, което ще бъде от порядъка на 0.35-0.4°C средно за Северното полукълбо и приблизително толкова и за средната температура на Световния океан. Тази стойност ще бъде доостигната до 2030 –та година. Динамичните модели на Комитов и Кафтан (2003) предвиждат низходящата тенденция на свръхвековия ход на слънчевата активност да продължи докъм 2070 година. Последното означава и възможност температурите да се понижат към 2070-2080-та година с още 0.2-0.3 градуса спрямо средното ниво за периода 1961-1990 година. Климатичната обстановка би се върнала приблизително към условията по времето на минимума на Далтон, т.е началото на 19-и век.

Застудяването ще бъде по-добре изразено на средни и високи ширини и особено през студената част от годината. Ще настъпи процес на укрепване на континенталните ледници на Гренландия и Антарктида, както и на високопланинските ледници. Процесът изглежда вече е в ход във високопланинските области на Централна Азия (планините от “Покрива на света”), в Южна Америка и голяма част от територията на Русия.

Агроклиматичните условия на Скандинавския полуостров, Прибалтика, Полша, Северна Германия, Дания, Канада и дори в северните райони на САЩ значително ще се влошат, а това ще се отрази на добивите на земеделски култури. Ще се намалят експортните възможности на продоволствени стоки от тези страни към други райони на света. Естественото следствие би било покачването на цените на зърнените култури и общо на хранителните стоки в световен мащаб. Ще намалят възможностите на развитите страни да оказват хуманитарни помощи на африканските страни под формата на продоволствие. Може да се очаква общо придвижване на юг на траекториите на атлантическите циклони. Това би подобрило водните запаси в най-северните райони на Африка.

Застудяването в Централна Азия ще има като резултат намаляване на дебитата на големите реки, извиращи от планините от “Покрива на света”. Причина за това ще бъде главно натрупването на водата под формата на лед и много по-бавното му топене поради по-ниските температури. Страните в района най-вероятно ще се опитат да компенсират произтичащите от това загуби в земеделието и водното стопанство с по-високи цени на енергоносителите (газ и нефт), които те изнасят. Може да се очаква, че водната криза ще се задълбочи в по-голямата част от Близкия и Средния изток.

Плановите на държавите от района на Арктика да извличат нефт и газ от дъното на Северния ледовит океан ще се забавят с десетилетия. Добивът на тези суровини (и особено на нефта) от експлоатираните към момента находища на високи (но не арктически) географски ширини ще се оскъпи значително заради затруднените условия на добив – по-високи разходи за работна заплата, по тежки условия за работа на съоръженията и по-големи разходи при транспортирането по

тръбопроводите. От съществено значение може да се окажат последните за нефта, поради нарастване на вискозитета.

Затруднения може да се очаква при работата на водноелектрическите централи на средни и високи ширини през зимния сезон поради очакваното по-голямо натрупване на ледена маса във водоемите (реки и язовири). Това може да доведе до сериозни смущения производството на електроенергия в страни, където ВЕЦ участвуват с голям дял в енергетиката.

При всички случаи една подобна обстановка би създала по-големи преимущества на страните, богати на енергоносители и големи производители на електроенергия от относително по-малко зависими от климатичните условия източници като ТЕЦ и АЕЦ. За разлика от т.нар. “възобновяеми източници” на енергия , централите работещи с въглища и ядрено гориво са в състояние да произвеждат в големи количества и евтина електроенергия.

В тази връзка може да се очаква повишен интерес към ядрената енергетика в много страни от Северна Европа. Новата климатична обстановка най-вероятно ще застави германските власти да се откажат от затварянето на АЕЦ . Твърде вероятно е Германия да се насочи към строителството и на нови АЕЦ и ТЕЦ. Алтернативата е страната да изпадне в тежка външна енергийна зависимост заради необходимостта да внася енергоносители и дори електроенергия. Това ще има общ негативен ефект върху икономиката ѝ.

Във връзка с гореказаното в много изгодно положение биха се оказали някои страни от тропическите и субтропични пояси като ЮАР и Австралия, разполагащи с големи запаси от въглища и уран. Същите са и традиционно големи износители на този тип енергоносители.

Следователно , двете вероятни и най-важни икономически последици за света в резултат на слънчево-климатичния свръхвекови минимум са продълствена и енергийна криза.

Съвременното общество като цяло не е подготвено за подобен сценарий, тъй като преобладаващото внушение от страна на масмедияте и някои влиятелни политици е за очаквано “глобално затопляне”. От представените в &43.2 сценарии се вижда, че в рамките само на следващите два цикъла на Швабе-Волф (№ 24 и 25), т.е. за 20-25 години , средните температури ще се понижат с около 0.35-0.4°C. Толкова бърз преход ще действа твърде шоково сред всички обществени слоеве в по-голямата част от света. В икономическата, политическата и духовната сфера ще се извърши преход, в резултат на който 21-и век ще се приближи към 19-и и ще се отдалечи особено от последните три десетилетия на 20-и век.

Едно настъпване на продълствена и енергийна криза ще оскъпи всички основни дейности на материалното производство, транспорта, комунално-битовото стопанство и др. Процесът ще засегне всички страни, които ще разчитат на внос на енергия, енергоносители или продоволствие.

В относително най-изгодна ситуация ще се окажат тези държави, които имат големи енергийни ресурси, развито енергийно стопанство, развит аграрен сектор , но със структура адекватна на климатичните условия, добре развита индустрия базирана на националната територия , с максимално широк отраслов спектър и мощен научно-технически потенциал. Възпроизводството на последния трябва да бъде гарантирано от силна национална образователна система, развита на всички равнища, която да е в състояние да подготвя добре подготвени преди всичко инженери, лекари, учени, военни и преподаватели. С други думи най-добри шансове за леко преодоляване на проблемите ще имат страните , които биха могли в най-голяма степен да се изолират от влошената международна икономическа конюнктура, разчитайки на собствен потенциал. На първо място това са Китай, Русия , САЩ +Канада, Индия и до голяма степен Франция и Австралия. Твърде вероятно е към тази група да се присъедини също и Иран.

Кризата за енергия и продоволствие ще нажежи международната обстановка. Ще се засили още повече напрежението в районите , богати на енергоносители, особено Близкия и Средния изток. Общото противопоставяне “Изток-Запад” ще се засили. Богатите на петрол и газ държави от Предна и Централна Азия , възползвайки се от високите цени на изнасяните от тях енергоносители и независимо от външния натиск ще заделят все повече ресурси за развитие на ядрени технологии и други високотехнологични отрасли.

Развитието на ядрените технологии ще бъде важен приоритет за тези държави по две причини: 1./Чрез развитие на ядрената енергетика да намалят вътрешната консумация на петрол и газ, които да се насочват за експорт; 2/ Развитие на ядрен военен потенциал с цел противодействие на външен военен натиск и реализация на собствени външнополитически цели. Осъществяването на подобни намерения ще стимулира развитието и на други високотехнологични отрасли – авиационната и ракетна техника, микроелектрониката и информационните технологии, металургия, точното машиностроене, оръжейно производство от всички видове и др. Всичко това ще бъде съпроводено с паралелно нарастване на кадровия потенциал в областта на техническите и природо-математическите науки.

Големият демографски ръст на Западна Азия през последните десетилетия в съчетание с нарастващите водни и продоволствени проблеми в резултат от очаквания слънчево-климатичен минимум и нарастващия ѝ военен и технологичен потенциал ще бъдат главният източник на международно напрежение през голяма част от 21-и век.

Интересът към ядрената енергия като сериозен и климатично независим източник ще се засили в много страни , особено в такива , разположени на високи и средни ширини. Ролята на страните притежаващи и развиващи ядрени технологии ще се засили.

Кризата за енергия ще даде тласък на развитие на изследванията в областта на управляемия термоядрен синтез. Това обаче ще могат да си го позволят само големи държави, разполагащи с необходимите средства и кадри .

Може да се очаква повишаване на интереса към транспорт, ползващ водородно гориво.

При новите условия ще се възроди космическата надпревара между големите държави. Очертава се, че една от главните ѝ цели ще бъде Луната-заради близостта до Земята, както и поради перспективите да бъдат открити и експлоатирани залежи от ценни полезни изкопаеми. Признаци за подобно развитие вече има през последните няколко години.

Във връзка с утежнената международна обстановка ще има препоставки за силен тласък в развитието на военната индустрия и технологии.

Най-трудно ще се приспособят към новите условия страните, в които през последните години акцентът е бил вместо към развитие на сектора на услугите вместо към материално производство , главна насока в областта на енергетиката са били възобновяемите източници на енергия, а в областта на образованието приоритет са били хуманитарните вместо природо-математическите и техническите науки. Проблем ще се окаже и дългогодишната пропаганда от страна на политическите среди и масмедията на “зелените” идеи, насаждащи негативно отношение към ядрената енергетика, научно-техническия прогрес и индустрията. За съжаление такава е усреднената картина за Европейския съюз. Проблемите, породени от тези факти вече съществуват, идващият слънчево-климатичен минимум ще ги задълбочи, последиците ще са дългосрочни и неясни, но във всеки случай- изключително тежки.

Когато се мисли за потенциалните последици за Европа от слънчево-климатичния минимум е важно да се има предвид, че ефектите няма да бъдат еднакви по цялата ѝ територия. Застудяването ще бъде много по-силно изразено в Източна, Централна и Северна Европа, отколкото край Атлантическия океан.

Страните на Балканския полуостров ще бъдат силно изложени на понижението на температурите, особено през зимните месеци. Ще се скъси сезонът за ефективен морски туризъм дори и в Гърция. Условието за зимен комерсиален туризъм обаче ще са много по-добри, поради естетическио удължаване на сезона и по-дългото задържане на снежната покривка. Като цяло обаче ролята на туристическия сектор в икономиката на страните от Източна Европа ще намалее.

Ще възникне необходимост от по-силна държавна регулация в икономиката, особено в областта на енергетиката, продоволствието и справянето с последиците от природните бедствия.

6.4.2.3. Следствия за България

Главният климатичен прелом за Югоизточна Европа ще настъпи с преминаването на максимума на петнообразувателния цикъл No 24 около 2012-2013 година. От този момент нататък Балканският полуостров ще излезе от продължителната тенденция на засушаване и затопляне на климата, започнала в началото на 80-те години след максимума на 21-и петнообразувателен цикъл. Причините за това са свързани с 20-22 годишния слънчево-климатичен цикъл. Първо- неговата амплитуда отново ще нарастне в Южна България, второ- след максимума на слънчев цикъл No 24 той ще навлезе в своята влажна и по-студена фаза. Иначе поредицата от сухи и горещи лета най-вероятно ще продължи до споменатия слънчев максимум. От друга страна обаче 20-22 годишният цикъл най-вероятно ще се “свие” като сезон на действие спрямо втората половина на 20-и век. Причината за това ще бъде общото скъсяване на лятото и нарастване на зимата (Комитов, 1986б).

Тенденцията към застудяване на зимите може да се очаква и по-рано. Тежките зими на 2001-2002, 2003-2004 (най-вероятно свързана с “Хелоуинските бури”), 2004-2005 са знак, че преломът в тази насока дори може би вече е започнал. Измерената сутрешна температура в Севлиево през зимата на 2004-2005 година от -34 °C е най-ниската от 1942 година насам за равнинните и полупланински райони на страната. Вече бе казано, че околноминимумната фаза на слънчевия петнообразувателен цикъл (2007-2009) е периодът с повишена вероятност за много студени зими. Най-сериозното зимно застудяване може да се очаква към края на слънчевия цикъл No25 около 2030-та година.

Проблем на този етап е, че няма разработен достатъчно надежден статистически слънчево-климатичен модел за валежите през студеното полугодие.

По надолу ще бъде направена кратка оценка на следствията за различните стопански отрасли и възможните мерки за преодоляване на негативните последици.

СЕЛСКО СТОПАНСТВО

До 2012-2013 година се запазва високата вероятност за горещи и сухи лета. От това произтича опасност от недостиг на вода за културите, чието отглеждане е свързано с изкуствено напояване през летните месеци –например зеленчуци и царевица. Очакванията на автора са, че пролетните месеци май и юни също ще бъдат повлияни от тази суха тенденция. Поради това може да се очаква негативен ефект върху добивите от зърнените култури- есенници.

Условието ще бъдат много добри за топлолюбивите култури като памукът.

След максимума на слънчев цикъл No 24 (~ 2012г) климатичната обстановка през топлите месеци рязко ще се промени. Летата ще станат прохладни и дъждовни. Условието ще станат благоприятни за зърнената реколта и зеленчуците, но неблагоприятни за топлолюбивите култури. Като цяло може да

се очаква, че продоволственият баланс на страната ще бъде много добър в периода 2013-2025 г. На фона на влошаващата се продоволствена ситуация в световен мащаб България ще може да реализира значителни приходи от износ на зърнени храни и зеленчуци.

След 2012 година ще настъпи подобрение и в областта на всички видове фуражи. Добивът на сено от естествени пасища също ще бъде голям поради увеличените летни валежи. По този начин ще се подобрят и условията за животновъдство.

Инвестициите в отглеждането на топлолюбиви едногодишни култури до 2012 година ще печеливши, а след това –рискови.

Овощарството и лозарството трябва да заложат на традиционни за България видове и сортове. Засаждането на топлолюбиви /субтропични/ дървесни видове със стопанска цел не е препоръчително.

Засушаването след максимума на слънчевия цикъл No 25 вече няма да бъде много дълбоко, нито летата , толкова горещи както повечето от тях в периода 1984-2007 година. Ето защо много тежка агроклиматична обстановка (многогодишно засушаване) както в споменатия период не следва да се очаква поне до 2040-та година.

В заключение трябва да се отбележи, че в областта на селското стопанство и продоволствието България ще има шанса да се нареди сред страните, които ще са облагодетелствувани от слънчево-климатичния свръхвекови минимум.

ГОРСКО СТОПАНСТВО

Вече няколкократно в текста беше споменато, че емпиричните зависимости за влиянието на климатичните фактори като валежи и температура върху растежа на дърветата е специфично за всеки дървесен екземпляр. Има значение не само вида на екземпляра , но също и специфичните характеристики на почвите, ландшафта , характеристиките на околната растителност и др. Ето защо генерални изводи в тази насока не могат да бъдат правени. Може да се предположи , че до около 2012-2013 година повишената опасност от горски пожари ще се запази. След това във връзка с повишаването на валежите през топлия сезон и понижението на температурите тя рязко ще намалее.

Авторът смята, че от гледна точка интересите на горското стопанство и гражданската защита е целесъобразно провеждането на статистически анализ на временните редове на горските пожари за цялата територия на страната и по региони. За по-доброто изясняване на причинно-следствените връзки в тази насока особено полезно да се анализира влиянието на хелиогеофизичните фактори, както пример за това вече има от работата на Оуклеър (*Auclair, 1995*)(фиг.67).

ВОДНИ ЗАПАСИ И ВОДНО СТОПАНСТВО

Тъй като лятното засушаване в България като дългосрочна обща тенденция ще се запази до 2012-2013 г, то и хроничният дефицит на вода за водостнабдяване на населението и напояване ще остане дотогава.

След максимума на слънчевия цикъл No 24 (~ 2012г) положението значително ще се подобри. Летните валежи ще се увеличат и това ще смекчи необходимостта от изкуствено напояване. Нивото на подпочвените води също ще бъде достатъчно високо. Във връзка с дългосрочната обща тенденция към застудяване може да се очаква по-ранно есенно образуване и по-бавно пролетно топене на снежната покривка в най-високите части на Рила , Пирин и Средна Стара планина. Това е препоставка за по-равномерен отток на извиращите от тях

реки за по-продължителна част от годината. Има известна условност обаче за това предвиждане. То произтича от обстоятелството, че както бе посочено, засега няма разработен хелио-климатичен модел на зимните валежи , подобен на тези за топлото полугодие или температурите през студената част от годината.

След 2012 г обаче значително ще нарастне опасността от наводнения през пролетните , летните и есенните месеци, които ще предизвикват бедствия, подобни на тези през 2002-2005 година. Във връзка с това е необходимо да се предприемат мерки за почстване и ремонт на хидротехническите съоръжения, служещи за регулиране оттока на водите и предпазване от стихийно прииждащи води населените места, селскостопанските земи и транспортната инфраструктура.

ТРАНСПОРТ

Замръзванията на река Дунав са един от “неинструменталните “ индикатори на студените зими в България. Най-големите от тях , описани в историческите писмени източници са от епохите на свръхвекови слънчево-климатични минимуми. Всяка една от “зимите-рекордьори” , настъпващи 1-2 години преди началото на четните 11-годишни цикли през последните ~100 години винаги е била съпроводена със замръзване на реката. Следва да се очаква, че през 21-и век зимните замръзвания , както и случаите на ледоход ще бъдат много по-често явление по река Дунав, отколкото през последните ~ 100 години. Първият период с повишена вероятност за замръзване и ледоход е 2007-2010 г.

Подобни явления винаги са били пречка за корабоплаването по река Дунав и са ставали причина за временното му преустановяване .

Другото неблагоприятно явление – спадане на нивото на реката под критичния минимум , ще бъде с по-висок риск за реализация и главно през лятото до 2012-2013 година. След това вероятността от подобни събития силно ще намалее през следващите ~30 години.

Крайбрежните води на Черно море са замръзвали през зимите по време на Маундеровия минимум през 17-и век. Последното такова явление е настъпило през зимата на 1928-1929 година.

През 20-и век подобни събития са ставали главно по северното крайбрежие на Черно море- около Керченския проток и в Азовско море. Във връзка с настъпващия слънчево-климатичен минимум замръзване на крайбрежните води по българския участък отново ще е възможно , най –вече в околноминимумните фази на 11-годишните слънчеви цикли. Естествено, подобни явления създават проблеми за корабоплаването. Все пак за разлика от замръзванията на Дунав , тези по българското черноморско крайбрежие винаги са били инцидентни събития дори и през 17-и век.

Статистическите анализи и физическите модели сочат една и съща картина по отношение на атмосферните аерозоли, а именно –тенденция към увеличаване на тяхната концентрация в преиодите на минимум на 11-годишните цикли. Това от своя страна води до увеличаване на облакообразуването и радиационните мъгли. Явлението е свързано с увеличаване на потока на ГКЛ в ниската атмосфера при тези хелиофизични условия.

Свръхвековото покачване на нивото на ГКЛ през 21-и век ще увеличи образуването на аерозоли и радиационни мъгли през студените месеци на средни и високи ширини . Проблемът ще засегне авиацията, най-вече поради условията при които ще излитат и кацат самолетите. Ситуацията ще бъде особено тежка в епохите на 11-годишните слънчеви петнообразователни минимуми . Във връзка с това техническото преоборудване на повечето български летища със системи за кацане в мъгла ще е строго необходимо. Възможно е да се наложи затварянето на някои летища и откриване на други, където условията на видимост са по-добри.

Ще се усложни зимната пътна обстановка по всички планински автомобилни пътища. Изграждането на транспортния тунел под Шипченския

превал с цел улесняване на транспорта между Северна и Южна България би се оказало много полезно решение при новата климатична обстановка.

Пскъпването на въгледородните горива би могло да предизвика възвръщане на интереса към електрифицирания железопътен транспорт.

ЕНЕРГЕТИКА

Световната криза за енергия ще се почувства силно в цяла Европа и в частност на Балканския полуостров. Ситуацията с недостига на енергия особено в западната половина на полуострова, която възникна с поредицата от 3-4 студени зими между 2001-2005 година не само ще се превърне в хронично явление през 21-и век, но и ще възникват още по-тежки прецеденти през следващите години.

Кризата за електроенергия ще бъде силна и в Централна и в Северна Европа. Дори и Русия и Украйна, които са големи производители ще се съобразят с тежките зимни условия на собствена територия и едва ли ще си позволят да продават големи количества навън. Това неимоверно много ще повиши цената на вносната електроенергия, а освен това нейните доставки никак няма да са сигурни.

Вносните енергоносители – суров нефт, природен газ и въглища също ще поскъпнат драстично. Това ще води до по-нататъшно поскъпване на отоплението, транспорта и индустрията, ползваща тези продукти като енергоносители или суровини. От друга страна електроенергията от ТЕЦ работещи на вносни въглища или газ също ще поскъпне.

Единствената възможност България успешно да се справи с енергийния проблем на 21-и век е да развива и разширява производството на електроенергия от местни въглища и ядрени източници.

Развитието на топло- и ядрената енергетика през следващите 30-40 години трябва да бъде цел с изключителен приоритет за българската държава, процес който тя трябва много строго да контролира, и в който активно да участва.

Има две важни предпоставки, поради които България не само, че би могла успешно да реши енергийните си проблеми, но и да бъде сред лагера на спечелилите от слънчево-климатичния минимум в полето на енергетиката

А/ Наличието на въгледобивни мощности в комплекса “Марица-изток” и принципното решение те да бъдат развивани през следващите десетилетия; Свързаната с това възможност през следващите ~50 години те да обезпечават около 3000-3500 MW в топлоелектрическите централи в района на минния басейн; Решение за изграждане на ~ 1000 MW нови мощности в района на комплекса “Марица-изток” в допълнение към сега съществуващите около 2500 MW в трите ТЕЦ.

Б/ Решение за изграждането на АЕЦ “Белене” с мощност от около 2000 MW.

Изчерпването на запасите от лигнитни въглища в Гърция наред с отсъствието поне до този момент на ясни конкретни намерения за развитие на ядрена енергетика най-вероятно ще доведат тази страна до серия от тежки зимни енергийни кризи в много близко бъдеще. Хроничният недостиг на електроенергия през зимните месеци и в другите съседни страни –Сърбия, Албания и Македония ще стане още по-голям, освен ако те своевременно не започнат реализация на свои големи енергийни проекти. Малко е вероятно Румъния да запълни ефективно енергийния дефицит на Балканите, независимо от новопостроените си ядрени мощности.

Ето защо изграждането на новите мощности в АЕЦ “Белене” и енергийния комплекс “Марица-изток” е един дори леко закъснял ход на българската държава. Неговото по-нататъшно закъснение би изправило страната пред тежка енергийна криза и свързан с нея икономически колапс. Реализацията му в рамките на следващите 4-5 години би предотвратило тези последици и направило

България отново енергиен лидер на Балканския полуостров. Това ще бъде също предпоставка за задържането и възстановяването на националния научно-технически потенциал и възраждане на индустриалното производство в рамките на цялата страна.

Необходимостта от вносни енергоносители може частично да се компенсира с възстановяване на уранодобива и въгледобива в някои от закритите към този момент мини-например тези в Балканския минен басейн.

Необходимо е разширяване на складовата база за въглища в източномаришките ТЕЦ с цел да се преодолеят кризи, свързани с тежки зимни условия в откритите рудници, както това се случи през 1985 г.

ТУРИЗЪМ

Развитието на морския туризъм ще бъде благоприятствано от климатичните условия до 2012/2013 г. След това със скъсяването на летния сезон най-вероятно в бранша ще настъпи стагнация. Към това ще се добавят и някои неблагоприятни тенденции, свързани със световната икономика.

Планинският и особено зимният туризъм ще се развива при по-благоприятни условия и ще бъде печеливш в дългосрочен план.

7. Заключениелни бележки

Неотдавна известният австралийски метеоролог Уилям Грей окачестви теорията за антропогенното глобално затопляне като “промиване на мозъци”. Това той каза пред американски студенти по повод дадената на бившия вицепрезидент на САЩ Алберт Гор и 3000 учени Нобелова награда за мир заради техния принос в “борбата срещу климатичните промени”.

Пак в тази насока върховният кралски съд на Великобритания излезе с отрицателно становище във връзка с изучаването на книгата на Алберт Гор “Неудобната истина” в училищата на страната.

Чешкият президент Вацлав Клаус наскоро издаде своята книга “Синята планета в зелени окови” охарактеризира теорията за антропогенното глобално затопляне като невярна и ненаучна. Според него тази теория се превръща в опасна за света идеология, която заплашва просперитета на развитите страни и отнема възможността на развиващите се страни също да постигнат просперитет.

Наскоро в САЩ бе подета кампания сред научните среди за подписване на петиция срещу теорията за антропогенния парников ефект. Подписът си под нея са поставили над 19000 учени, работещи в областта на естествените науки. В текста се казва:

“Ние спешно настояваме правителството на Съединените щати да отхвърли споразумението за глобалното затопляне, подписано в Киото, Япония през декември 1997 г, както и всички подобни документи. Предлаганите ограничения за парниковите газове ще навредят на околната среда, прогреса на науката, здравето и благосъстоянието на човечеството.

Няма никакво научно потвърждение че антропогенните емисии на въглероден диоксид, метан и други парникови газове предизвикват или ще предизвикват в обозримо бъдеще някакво катастрофално нагряване на земната атмосфера и нарушения в климата. Освен това има научни доказателства, че

нарастването на въглеродния диоксид оказва положителен ефект върху флората и фауната на Земята.”

От всички посочени по-горе примери обаче става ясно, че масмедийните, и в частност българските, се опитват да поддържат сред обществеността представата, за консенсус сред научните среди по отношение на причините за затоплянето на климата, както и че те са свързани с човешката дейност.

Истината е обаче много по-различна. По малко от 40% от публикациите по темата свързват по някакъв начин климатичните промени с човешката дейност. Друг е въпросът, че точно тяхната позиция се размахва пред света от представителите на екологичните организации и свързаните с тях политици. Още по-неприятен и тъжен е фактът, че много от въпросните автори заемат тази “проекологична” позиция от чисто меркантилни съображения – достъп до финансиране от фондове, които са свързани по някакъв начин с въпросните екологични организации и “зелени” политици.

В този материал бяха представени голям брой доказателства, че главният фактор, причиняващ климатичните промени във времевите мащаби на съвременната геологична епоха са активните процеси на Слънцето. Анализът на данните показва, че това е в много голяма степен вярно и за доста по-големи времеви мащаби – от порядъка дори на няколко милиона години.

Хелио-климатичната теория винаги е била източник на главоболие и обект на особен неприязън от страна на “ортодоксалните” климатолози и метеоролози, които доминират в средите на Световната метеорологична организация. В още по-голяма степен тази неприязън се споделя от “глобалните еколози”, защото тя е препятствие за техните цели от социално-икономически и политически характер. Ето защо те се стремят да отхвърлят по всякакви възможни начини хелио-климатичната теория – от твърдения за липса на статистическа достоверност на намерените връзки и “удачни опити за самовнушение” през 60-те и 70-те години, през доста явни опити за фалшификация на климатичната история на Земята до опити за лансиране на теории от рода на тази, че слънчево-климатичните връзки са били много важни в миналото, но не и през последните 30 години.

Анализът на наличните данни показва, че всъщност слънчевото влияние е много по-сложно за да може да се опише по схемата “висока слънчева активност-затопляне; ниска слънчева активност-захлаждане”. Корелиращата с петнообразуването слънчева светимост обуславя малки по амплитуда вълни на затопляне и захлаждане, свързани с 11-годишния цикъл и дълговременни вариации с голяма амплитуда, обуславящи климатичните колебания с продължителност ≥ 80 –100 години. Модулираният от слънчевата активност поток на ГКЛ води според моделите до тенденция към застудяване, особено на средни и високи ширини. Корпускулярната активност на Слънцето, особено в областта на високоенергетичните частици действа по начин, подобен на ГКЛ.

Хората са свикнали с денонощното въртене на Земята и смяната на деня и нощта. Това се възприема от всички нас като нещо естествено, с което ние се съобразяваме в ежедневието, без да е източник на безпокойство или дискомфорт. Същото нещо може да се каже и за годишния цикъл, т.е смяната на сезоните.

Ето защо не бива да ни безпокоят промените в климата. Те се подчиняват на обусловени основно от циклично действащи природни процеси, в това число и с вариации на слънчевата светимост. Призивите за борба с климатичните промени са много глупави и могат да бъдат обяснени или с неосведоменост или с демагогия. Климатичните промени, факторите, които ги обуславят и времевите закономерности, на които те се подчиняват следва да бъдат изучавани и използвани с цел просперитета на човешкото общество.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

T-R периодограмен анализ

(Съдържанието е идентично с това в статията "*T-R* периодограмен анализ"
(виж Комитов, 2001 б))

Съществуват голям брой числени процедури, за които се счита, че са подходящи за разкриването на цикли във временните редове - линейен автокорелационен анализ, различни модификации на спектралния анализ, методът на максималната ентропия и др. Всички те обаче имат различни недостатъци, които ги правят неефективни когато става въпрос за изследване на временни редове от хелиофизични, геофизични, биомедицински или икономически данни. В най - общ план тези недостатъци са следните :

1. Слаба информативност в областта на ниските честоти /големите периоди/. Процедурите, основани на ползуването на Фуриеров ред се обвързват с периоди, които са кратни на дължината N на изследвания временен ред / N , $N/2$, $N/3$, $N/4$ /. Това означава, че ако реално присъстващите във временния ред дълги цикли се различават съществено от периодите на съответните хармоници те могат да бъдат "пропуснати" или установени твърде неточно.

2. Липсата на статистически критерий за достоверност на амплитудите на установяваните цикли. Амплитудата, като мощностна характеристика на даден хармоник в много случаи не гарантира , че съответният цикъл е статистически достоверен.

3. Някои от най - често използваните методи /напр. линейният автокорелационен анализ/ работят само с целочислени стойности на периодите/.

4. Резултатите се ползват трудно за целите на прогнозирането, а често пъти това е и невъзможно.

В настоящата работа за разкриването на цикли се използва процедура, в която посочените по - горе недостатъци са преодоляни в много голяма степен. За пръв път тя е описана накратко и приложена от автора в средата на 80-те години (Комитов, 1986). За тази процедура е възприето названието "*T-R* периодограмен анализ" (Комитов, 1997). Тя включва следните работни етапи:

1.Изследваният временен ред се апроксимира по метода на най-малките квадрати / МНМК / със серия от прости периодични функции от вида

$$f(t) = A_0 + A \cos(2\pi t/T) + B \sin(2\pi t/T) \quad (I-1)$$

където : A_0 е средната стойност на членовете на временния ред, а коефициентите A и B се намират от решаването на системата

$$\sum_{i=1}^N (y_i - A_0) \cos \frac{2\pi(i-1)}{T} = A \sum_{i=1}^N \cos^2 \frac{2\pi(i-1)}{T} + B \sum_{i=1}^N \sin \frac{2\pi(i-1)}{T} \cos \frac{2\pi(i-1)}{T}$$
$$\sum_{i=1}^N (y_i - A_0) \sin \frac{2\pi(i-1)}{T} = A \sum_{i=1}^N \cos \frac{2\pi(i-1)}{T} \sin \frac{2\pi(i-1)}{T} + B \sum_{i=1}^N \sin^2 \frac{2\pi(i-1)}{T}$$

(I-2)

В случая е положено, че

$$y_j = f(t), t = j - 1 = 0, 1, 2, \dots$$

Периодът T варира от избрана начална до някаква максимална стойност със стъпка ΔT . Пределната минимална стойност на T е 2 . Тъй като се разглежда временен ред с равноотстоящи по време стойности, то е твърде удобно да се

използува за единица време интервалът между две съседни стойности /напр. година, ако данните представляват средногодишни стойности на изследваната величина/. От своя страна ΔT може да приема както целочислени, така и дробни стойности, изразени във възприетата единица за време /стъпка на временния ред/.

3. За всяка една от намерените прости периодични функции се изчислява коефициентът на линейна корелация R между нея и временния ред, и грешката на същия

$$SR = \frac{1 - R^2}{\sqrt{N}}$$

където N е дължината на временния ред. Получената последователност от стойности на $R(T)$ / Т-R корелограма/ има локални максимуми, около тези стойности на периода T , които съответствуват на потенциалните цикли, присъстващи в изследвания временен ред. Амплитудата /мощността/ на цикъла може да се изчисли по формулата :

$$a(T) = \sqrt{A^2(T) + B^2(T)}$$

4. Проверява се за статистическата достоверност на намерените цикли. За целта се използват два критерия. Според първия от тях /сигма-тест/ коефициентът на корелация трябва да отговаря на условието $R/SR > 1.96$. Твърде често обаче в редиците от псевдослучайни числа, възникват слаби цикли, удовлетворяващи този критерий, които при това много добре личат след прилагането на процедура на пълзящо усредняване. Вторият, по-твърд критерий е установен емпирично, на базата на анализа на повече от 2000 редици от псевдослучайни числа. В съответствие с него, ако коефициентът на корелация отговаря на условието

$$R / SR \geq 4.54 / N^2 + 3.46$$

то установената околоредна стойност на R е нетипична за редиците от случайни числа. В този случай цикълът не е случайно възникнал, а е реален и причинно обусловен. Ако локалният максимум на R попада между праговите граници на двата критерия, то въпросът за това дали намереният слаб цикъл е реален или не, следва да се решава по преценка на изследвателя на базата на допълнителна информация.

Като критерий за общата мощност на цикличните колебания в дадена област с граници T_1 и T_2 може да се използва величината :

$$S = \int_{T_1}^{T_2} a(T) dT$$

(I-3)

С помощта на статистически достоверните цикли от Т-R -корелограмата може да се построи регресионен тригонометричен полином

$$\varphi(t) = A_0 + \sum_{j=1}^m \left(A_j \cos \frac{2\pi t}{T_j} + B_j \sin \frac{2\pi t}{T_j} \right) \quad (\text{I-4})$$

Намирането на коефициентите A_j и B_j става по МНМК, като левите страни на уравненията на съответната система са същите както в (I-2), но вместо един период T , се задават m на брой такива. Последният се избира по преценка на изследователя и би могъл да бъде от 1, ако е включен само доминиращ цикъл, за който R удовлетворява изискването на F-теста за $k_1=N-1$ и $k_2=2m$ степени на свобода, до всички достоверни цикли от $T-R$ корелограмата, за които $R/SR > 1.96$. Схемата на работа е подобна на тази при многофакторния регресионен анализ. Моментите t приемат за стойности номерата на съответните числени данни във временния ред, т.е. 0,1, 2

С получения по този начин тригонометричен регресионен полином може успешно да се прави и екстраполация на стойностите на временния ред, т.е. да се използва за прогнозиране.

ПРИЛОЖЕНИЕ II

Процедури, свързани с използването на “плаващи епохи”

Когато се прилага процедура за получаване на честотен спектър в даден времеви ред или корелационно-регресионна връзка между две редици от данни, получените параметри (коефициенти на корелация, амплитуда на цикли и др.) отразяват една средна картина за целите използвани статистически съвкупности. В действителност тези усреднени параметри не са еднакви в различните епохи (участъци от времевите редове), т.е. еволюират с времето. Така например цикличните колебания търпят честотна и амплитудна модулация от по-дълги цикли, а корелационните връзки между изследваните редици данни променят своята сила, а в някои случаи дори и знака си.

Изучаването на подобни промени, както и прогнозирането на тяхните величини е важен момент по темата за едромашабните вариации на слънчевата активност и слънчево-климатичните връзки. Решаването на задачи от такъв вид минава през използването на процедура от тип “плаваща епоха” (други подходящи названия- “сканиращ времеви прозорец”, “подвижен времеви прозорец” и т.н.)

В разработения от автора софтуерен пакет за обработка и анализ на данни “6D-STAT” 7.0/7.25 са включени две числени процедури за анализ на амплитудните вариации на цикличните колебания в изследваните времеви редове. И двете са на основата на T-R периодограмния анализ.

Първата от тях е разработена още през 1998 г и се основава на използване на мощностния S-параметър (формула I-3)(*Комитов, 1999*) . Включена като програмен модул в две от по-старите DOS-версии на програмния пакет.

Въз основа на предварителна информация (оценка), която има за вариациите на продължителността T на даден цикъл се избират горната и долна граници на същата (T_1 и T_2). След това се въвежда дължина на “плаващата епоха” N_{me} . Ясно е, че дължината на последната трябва да бъде по-малка от общата дължина на времевия ред, т.е. $N_{me} < N$.

След това започва “сканирането” на редицата. Най-напред се избират първите N_{me} стойности, т.е. първата “плаваща епоха”. Върху тази част от

извадка се извършва T-R периодограмен анализ със стъпка ΔT (виж приложение I). Естествено, диапазонът на изменение на T трябва да съдържа границите T_1 и T_2 . Изчислява се съответната стойност на S като стъпката на интегриране dT се избира да бъде равна на ΔT . Това от своя страна предполага, че стъпката ΔT трябва да е по-малка от интервала $T_2 - T_1$ и за се съдържа в него целочислен брой пъти (стъпки на интегриране).

След това “сканиращият прозорец “ се измества с една стъпка на времеви ред “надясно” по време и включва данните с номера от 2 до N_{me+1} . Отново се изчислява S . Процедурата се извършва отново при следващата стъпка на сканиране и т.н. По този начин се получава динамичен ред на интегралната мощност S на цикъла, чиято продължителност варира в диапазона $[T_1, T_2]$ или евентуално, на всички колебания, попадащи в него. Тази редица съдържа $N - N_{me} + 1$ стойности. Нейната графична визуализация показва еволюцията на мощността на цикъла (циклите) в избрания диапазон за различните части на изследвания временен ред. Пример за това е фиг.65.

Вторият метод (*MWTRPA- Moving Window T-R periodogram procedure*) е приложена за пръв път в работата на Бонев и др.(2004)(*Bonev et al. 2004*). Схематана сканиране е както описаната по-горе. Вместо обаче да се изчислява мощностният параметър S , в този случай стойностите на коефициента на корелация $R(T)$ на T-R корелограмата се представят по вертикалната ос на двумерна графика, докато по абсцисната се нанасят средните моменти на “плаващите” епохи. На една такава двумерна графика пикселите със стойностите на $R(T)$ се обозначават в различни цветове или полутонове на сивия цвят.

Методът позволява едновременно да се изследва и амплитудната и честотната еволюция на целия избран диапазон на колебания, в който са изчислени T-R корелограмите на отделните “плаващи епохи”.

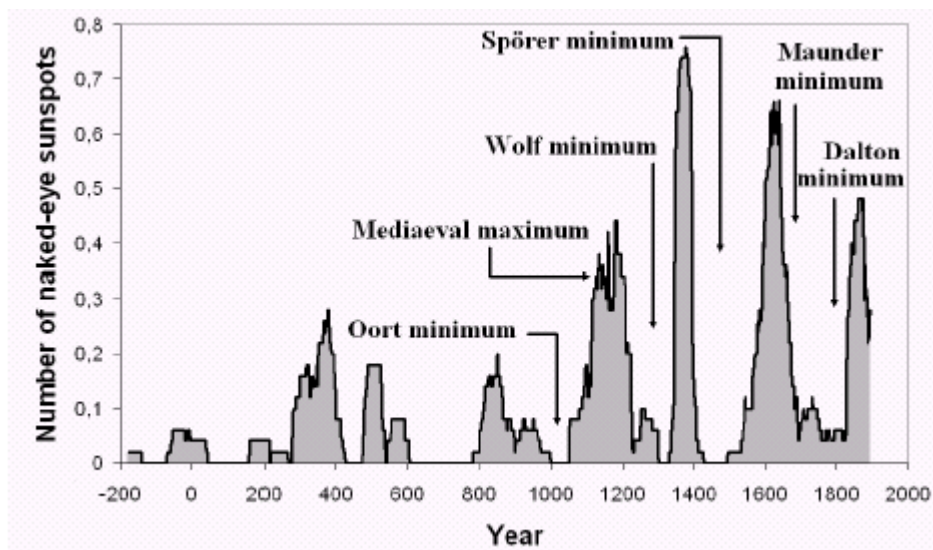
В пакета 6D-STAT 7.0/725 е предвидена възможност освен стойностите на R да бъдат представени карти и на величините $R(T)/SR(T)$, амплитудата $a(T)$ и коефициентите $A(T)$ и $B(T)$. Като пример за тази процедура е фиг.59.

В същия софтуер е включен и програмен модул, с който се извършва аналогичен анализ на еволюцията на крос- корелационните връзки. По ординатната ос на картата в този случай се разполага отместването по време (закъснението на предиктанта по отношение на фактора). Програмата е разработена за случай на изследване на линейна и нелинейна (пълен квадратичен полином) връзка. Получените резултати могат да се представят като карти за стойностите на коефициента на корелация, неговата грешка или стойностите на коефициентите на съответната минимизираща функция. По такъв начин броят на видовете карти е 4 в случай на изследване на линейна крос-корелационна връзка $Y=A*X+B$ (съответно за r , r/sr , A и B) или 5 при нелинейна връзка $Y=A*X^2+B*X+C$ (допълнително може да се представи карта за разпределението на коефициента C). Като пример за представяне на еволюцията на линейна крос-корелационна връзка може да се разгледа фиг.42.

ПРИЛОЖЕНИЕ III

Видими с просто око слънчеви петна , включително до 1900-та година-реконструкция на Вакуеро (Vaquero, 2005)

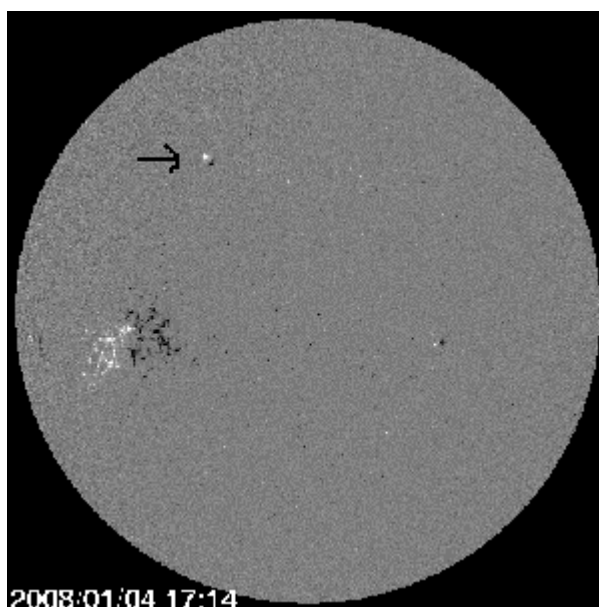
Към момента на приключване на работата по текста авторът откри публикувана в Интернет кратка статия , включваща приложената по-долу графика .



ПРИЛОЖЕНИЕ IV

Първото петно на слънчев цикъл No 24 ?

Снимката (магнитограма) по-долу вероятно документира първата проява на петнообразователния слънчев цикъл с цюрихски номер 24 . Датата е 4 януари 2008 година (www.solarcycle24.com). Петното, за което се предполага, че е от новия слънчев цикъл е показано със стрелка.



Голямата активна зона около екватора е група с магнитната полярност на слънчев цикъл No 23 и е регистрирана под номер 980. Съществуването на групи петна едновременно от новия и стария цикъл е характерно явление за минимумите на 11-годишните петнообразователни цикли. Обикновено този преходен период продължава между 6 и 18 месеца (*Витинский, 1973*).

ЛИТЕРАТУРА

А. На български и руски език

Бонов А., 1957, Солн. данные, No 3

Бонов А., 1968, частно съобщение -В. Дерменджиев, 1982

Борисенков Е.П., 1976, Климат и его изменения, Новое в жизни, науке и технике, серия Физика, изд. Наука, Москва

Витинский Ю. И., 1973, Цикличность и прогнозы солнечной активности, изд. Наука, Москва

Витинский Ю.И., Оль А. и Сазонов А., 1976, Солнце и атмосфера Земли, Гидрометеиздат, Ленинград

Вълев Д., 1986, Солн. данные, ххх

Вълев Д., 1986, Связь между атмосферным давлением во время теплого полугодия и в Софии гейловским солнечным циклом, Солн. данные, No3 стр.75-78

Вълев Д., 1998, Статистически анализ на циклите във временния ред на годишните температури на Северното полукълбо от средата на XIX век до сега, сб. Нац. конференция "Методи за анализ на временни редове и вълни. Приложения и резултати", Борушица, 2-3 април 1998, СУБ-Стара Загора, стр.17

Гогошев М. и Комитов Б., 1983, Анализ на краткoperиодичните вариации на климата в България през 20-и век и някои следствия, отнасящи се до народното стопанство, препринт на ЦЛКИ към БАН-Базова обсерватория Ст.Загора

Гневшиев М., Оль А., 1948, Астрон. журнал, 38, стр18-22

Дергачев В.А., 1994, Радиоуглеродный хронометр, Природа, 1994, No1

Дергачев В.А, Чистяков В.Ф., 1993, 210 и 2400 летние солнечные циклы и колебания климата, Известия ФТИ, стр. 112

Дерменджиев В., 1994, дисертационен труд

Дерменджиев В., 1997, Спокойното и активно Слънце, изд. Наука и изкуство, София

Духлев П., 2004, частно съобщение

Златарски В., 1971, История на българската държава през Средните векове, Наука и изкуство, София

Кафтаи В.И. ,1994, Колебания морского уровня и вертикальные движения земной поверхности в Каспийском регионе, Напряжения в литосфере (глобальные, региональные, локальные), Москва, Инст. Геол.разраб. горн. ископаемых

Комитов Б., 1981, Върху една възможност за дългосрочно прогнозиране на агроклиматичните условия в Горнотракийската низина на базата на 22-годишния слънчев цикъл, докл. 2-ра Нац. Конференция по космическо-земен технологичен трансфер и първи резултати от спътника "Интеркосмос-България-1300", 8-10 окт. 1981, Ст.Загора

Комитов Б., 1986, О возможном влиянии солнечных циклов на климат в Болгарии, Солн. данные, No 5, стр. 73-78

Комитов Б., 1986, Сезонные и вековые эффекты влияния солнечной активности на осадках в станции Пловдив (Болгария), Солн. данные, No 9, стр. 92-94

- Комитов Б. и Крестев Д.*, 1990, Солнечная активность и короткопериодические климатические вариации влажности в Болгарии. Относительная влажность, Солн. данные, No 4, стр.83-87
- Комитов Б.*, 1999, Към проблема за устойчивостта на вековия и двувековия слънчеви цикли, сб. 4-та Нац. конференция по слънчево-земни въздействия, София, окт.1999
- Комитов Б.*, 2001, Циклите на Слънцето, климатът и цивилизацията, Алфамаркет, Стара Загора
- Комитов Б.*, 2001, Т-Р периодограмният анализ (в “Биохронология и биометеорология в българската медицина, ред. Н. Маджирова), изд. Макрос, Пловдив
- Комитов Б. и Владимирев В.*, 2001, Климатът през топлото полугодие в Централна България през 18-20-и век по дендрохронологични данни, 6-та Нац. конференция по слънчево-земни въздействия, София, дек.2001
- Логинов Ф. Н.*, 1973, Характер солнечно-атмосферних связей, Гидрометеиздат, Ленинград
- Куликовский П.*, 1971, Справочник любителя астрономии, изд.Наука, Москва
- Кузнецова Т.В.*, 2003, частно съобщение
- Манчев В.*,2006, “Спомени”, част първа, редактирана от Соня Тодорова <http://my.opera.com/Ohrid/blog/1825-1907>
- XXX, Метеорологичен годишник ва ГУХМ –БАН, 1899-1979 всички томове
- Милетский Е.*, 2003, сб. Междунар. конф. “Климатические и экологические аспекты солнечной активности”, ГАО-РАН, 7- 11 юнь, стр.305-313
- Монин А.*, 1969, Прогноз погоды как задачей физики, изд. Наука, Москва
- Наговицин Ю. И Огурицов М.*, 2003, сб. Междунар. конф. “Климатические и экологические аспекты солнечной активности”, ГАО-РАН, 7- 11 юнь, стр.327-332
- Ривин Ю.*, 1993, Амплитуды изменения солнечного магнитного цикла за последние ~500 лет., Известия ФТИ, стр.82-93
- Рогожин Ю. А. и Шестопалов И.П.*, 2007, Вековые циклы сейсмичности Земли и сейсмическая безопасность АЭС, Атомная стратегия, № 29, март 2007 г.
- Рубашев Б.*, 1963, Проблемы солнечной активности, изд. Наука, Москва
- Серафимов К.*, 1983, доклад до председателя на Президиума на БАН акад. А. Балевски
- Серафимова Ю.*, 2005, Вестник КРАУНЦ. серия Науки о Земле, 2005, вып.6
- Стойкова и др.*, 2001, 6-та Нац. конференция по слънчево-земни въздействия, София, дек.2001
- Чижевский А.*, 1973, Земное эхо солнечных бурь, изд. Наука, Москва

Б. На английски език

- Abdussamatov, H.I.*, 2004, About the long term coordinated variations of the activity, radius, total irradiance of the Sun and the Earth's climate, paper presented at the International Astronomical Union symposium, No.223.
- Anderson P.N.*, 1954, Journal of Geophys.Res.,59,p455
- Archibald D.*, 2006, Solar Cycles 24 and 25 and Predicted Climate Response, Energy and Environment, v.17, p 29-35
- Auclair, A. N. D.*, 1992. Forest wildfire, atmospheric CO₂, and solar irradiance periodicity. Eos, 73, 70.
- Badalyan, O.G., V.N. Obridko, and J. Sykora*, (2000), Brightness of the coronal green line and prediction for activity cycles 23 and 24, Solar Physics, 199: pp.421-435.
- Bard E., Raisbeck G., Yiou F. and Jouzel J.*, 1997, Solar modulation of cosmogenic nuclide production over the last millennium: comparison between ¹⁴C and ¹⁰Be records, Earth and Planet. Sci. Lett., v150, pp453 –462

Beer J., Blinov B., Bonani G, Finkel R.C., Hofmann H., Lelmann B., Oeschger H., Sigg A., Schwander J., Staffelbath T., Stauffer B., Suter M and Gflfi W.,1990, Use of “Be in polar ice to trace the 11-year cycle of solar activity, Nature v347, 161-166.

Beer, J., Tobias, S. and Weiss, N., 1998, An Active Sun throughout the Maunder Minimum, Solar Phys. 181(1), 237-249

Bonev, B., 1997, Estimating the Course of the Solar Activity at the End of 20th and Beginning of 21st Century on Time Variations within the Zurich Series, Bulg. Geophys. J., vol. 23, nos. 3/4, pp. 43-47.

Bonev, B., Penev, K. and Sello, S.: 2004, Long-term solar variability and the solar cycle in the XXI century, Astrophys J. Lett . 81-84

Bradley, R.S., 2003: Presentation, "Climate of the Last Millennium", HOLOCENE Working Group Workshop, Bjerknes Centre for Climate Research, August 2003.

Briffa, K. R., P. D. Jones, F. H. Schweingruber, and T. J. Osborn, 1998, Influence of volcanic eruptions on Northern Hemisphere summer temperature over the past 600 years, Nature, 393 (6684), 450-455.

Brunetti, M. 2003, Solar signals in instrumental historical series of meteorological parameters , Memorie della Societa Astronomica Italiana, 74 (3), 778-785

Cliwerd M., Clarke E, Ulich T.,Rishbeth H, Jarvis I M, 2006, Predicting Solar Cycle 24 and beyond, SPACE WEATHER, VOL. 4, S09005, doi:10.1029/2005SW000207, 2006

Damon, P. E. and Sonett, C.P., 1991, in *The Sun in Time*, ed. Sonett, C.P., Giampapa, M.S de Jager C. and Usoskin I., 2006, On possible drivers of Sun-induced climate changes, J. Atm. Sol-Terr. Phys., v.68, pp2053-2060

Damon P., Peristykh A. and Meese D., 1997, 10Be/g: Production vs Accumulation in Recording the Schwabe and Hale Cycles, preprint (presented in 18th IAGA Assembly, Aug.1997, Uppsala)

de Vries H. , 1958, Koninkl. Ned. Acad. Wetenshop. v. 861. pp 94-102.

Denton, G. H., and W. Karlen, 1973, Holocene climatic changes, their pattern and possible cause, Quaternary Research, 3, 155-205

Dickinson, R. E., 1975, Solar variability and the lower atmosphere, Bull. Am. Meteorol. Soc., v56, pp 1240-1248.

Dikpati, M., de Toma, G., and Gilman, P. A. (2006), Predicting the strength of solar cycle 24 using a flux-transport dynamo-based tool, Geophys. Res. Lett. v33, 10.1029/2005GL025221.

Du Z.L., 2006, Relationship Between Solar Maximum Amplitude and Max-Max Cycle Length, Astron.J., v.132, p1485-1489

Eddy, J. A., 1976. The Maunder Minimum. Science 192, 1189-1202 .

Eddy, J. A. 1977, in *The Solar Output and its Variation*, ed. O. R. White (Boulder: Colorado Associated University Press), p.51

Fisher E.M., Luterbacher J., Zorita E., Tett S.F.B, Casty C and Wanner I H., 2007, European climate response to tropical volcanic eruptions over the last half millennium, Geophys. Res.Lett., v34, L05707. doi:10.1029/2006GL027992

Fritz H.C., 1963, Multiple regression analysis of radial growth 1 in individual trees , Forest. Sci., v6(4), pp334-349

Frolich C. et al. ,1997, in *The First Results from SOHO*, edd. by B.Flreck and Z.Sestka, Solar Phys. 170

Fyodorov M.V., Klimenko V., Dovgalyuk V.V, 1995, Sunspot Minima Dates: Secular Forecast, Solar Physics, v.165, 193

Gleissberg W., 1944, A table of secular variations of the solar cycle , Terr. Magn. Atm. Electr., v.49

Hady A., 2007, Analytical study of solar activity sudden increases and Halloween storms of 2003, J. Atm. Sol-Terr. Phys. (spec. issue “The Time Varieng Sun”)(in print)

Hale G.E, 1913, Astrophys.J., v38, p27

Hataway D. and Wilson R. , 2006, Geomagnetic activity indicates large amplitude for sunspot cycle 24, Geophys. Res. Lett., v33, L18101,

Herman J.R. and Goldberg R., 1978, Sun, Weather and Climate, NASA Sci an Technology Inf. Branch

Heyerdahl Th., 1979 , Early Man and the Ocean,,(руско издание Т.Хейердаль, 1983, Древний человек и океан, изд.Мир, Москва)

Houghton J., 2007,Global Warming, Cambridge Univ.Press, 3rd edition

Howard R., 2005, A Historical Perspective on Coronal Mass Ejections, http://hesperia.gsfc.nasa.gov/summerschool/lectures/vourlidis/AV_intro2CMEs/additional%20material/corona_history.pdf

Hoyt D.H. and Schatten K.H., 1997, The Role of the Sun in Climate Change, ISBN 0-19-509414-X (electronic edition)

Hoyt, D. V. and Schatten, K. H., 1998, , Group Sunspots Number: A New Solar Activity Reconstruction , Solar Phys. 181: 491–512

Imbree J. and Imbree K., 1979, The Secrets of Ice Epoch,Russian Edition ,1988 ,Mir,Moscow

Jouzel, J., N. I. Barkov, J. M. Barnola, M. Bender, J. Chappellaz, C. Genthon, V. M. Kotlyakov, V. Lipenkov, C. Lorius, J. R. Petit, D. Raynaud, G. Raisbeck, C. Ritz, T. Sowers, M. Stievenard, F. Yiou, and P. Yiou, 1993, Extending the Vostok ice-core record of paleoclimate to the penultimate glacial period, Nature, 364, 407-412

Kaftan V.I and Krainev M., 2007, Estimation of the Effect of Solar Activity on the Intensity of Galactic Cosmic Rays, International Journal of Geomagnetism and Aeronomy, v47,No 2, pp 147-159

Kirkland, M.W., 1996, ‘Further Evidence for Solar Wind Forcing of Tropospheric Dynamics via theGlobal Electric Circuit’, Ph. D. Dissertation, University of Texas at Dallas.

Komitov B. , 1997, The Schove's series. Centural and Supercentural variations of the solar activity. Relationships between adjacent 11-year cycles, Bulg.Geoph.J.,23,74 –82

Komitov B. and Bonev B., 2001 Amplitude Variations of the 11-year Solat Cycle and the Current Maximum 23, Astrophys. J. Lett v.554,L119-L122, 2001 June 10

Komitov B.,Nedev P. and Minev P., 2003 The Cosmogenic Beryllium, Solar Activity and Climate, EGS-AGU-EUG Joint Assembly, (Abstracts from the Meeting held in Nice,France, 6-11 Apr. ,2003,abstract #744)

Komitov B. and Kaftan V., 2003 Solar Activity Variations for the Last Millenia. Will the Next Long-Period Solar Minimum be Formed?, International Journal of Geomagnetism and Aeronomy,v.43,No5,2003,pp 553-561

Komitov B. P and Kaftan V. I. , 2004 The Sunspot Activity in the Last Two Millenia on te Base of Indirect and Instrumental Indexes. Time Serieses Models and Their Extrapolations for the 21st Century, in Proceedings IAUS 223 'Multi-Wavelength Investigations of the Solar Activity', eds. A. V. Stepanov, E. E. Benevolenskaya & A. G. Kosovichev, Cambridge University Press, pp.115-116

Komitov B., Bonev B., Penev K. and Sello S., 2004, The Solar Activity During the Holocene: Amplitude Variations of Quasy- Century and Quasy-Two-Century Solar Cycles, in Proceedings IAUS 223 'Multi-Wavelength Investigations of the Solar Activity', eds. A. V. Stepanov, E. E. Benevolenskaya & A. G.Kosovichev, Cambridge University Press, pp.705-706

Komitov B., Dechev M and Duchlev P., 2006, The Climate in Bulgaria during 19th and 20th Centuries: Solar Modulated Cycles and Its Evolution, a paper in Bulgarian – Serbian Astronomical Conference, May 2006/ Bulg. Phys J.(in print)

Komitov B., 2007, Solar-climatic relationships: I.Ecology, paper, presented at “Global Changes” International Conference, Sofia 20-22 Apr.2007 (in print)

Komitov B., 2007, The supercentural solar minima and their preceding phenomena, Astron. Invest. No 9 (in print)

Kleczek, J.: 1952, Publ. Inst. Centr. Astron., No. 22, Prague.

Kopecky Y.,1984, preprint

Krivsky L. and Pejml K.,1988, Solar activity, aurorae and climate in Central Europe in the last 1000 years,Bul.Astron. Inst. Chechosl. Acad. Sci.,No75

Lal D., 1987, 10Be in polar ice: data reflect changes in cosmic ray flux or polar meteorology?, Geophys. Res. Lett., v.14(8), pp. 785-788

Lean, J., J. Beer, and Bradley R., 1995. Reconstruction of Solar Irradiance Since 1610: Implications for Climate Change, Geophys. Res. Lett., v.22, No. 23, pp 3195-3198, December 1, 1995.

Lean, J., 2000. Evolution of the Sun's Spectral Irradiance Since the Maunder Minimum. Geophysical Research Letters, Vol. 27, No. 16, pp. 2425-2428, Aug. 15

Lean J.L., Wang Y-M. and Scheeley Jr., 2002, The effect of increasing solar activity on the Sun's total and open magnetic flux during multiple cycles: Implications for solar forcing of climate, Geophys. Res. Lett., v29, No24

Lean, J., 2004, Solar Irradiance Reconstruction. IGBP PAGES/World Data Center for Paleoclimatology Data Contribution Series # 2004-035. NOAA/NGDC Paleoclimatology Program, Boulder CO, USA.

Li, X., Baker, D.N., Temerin, M., Larson, D., Lin, R. P., Reeves, G.D.,Looper, M., Kanekal, S.G., and Mewaldt, R.A., 1997, 'Are energetic electrons in the solar wind the source of the outer radiation belt?' Geophys. Res. Lett. 24, pp. 923-926.

Lockwood M. and Frolich C., 2007, Recent oppositely directed trends in solar climate forcings and the global mean surface air temperature, Proc. R. Soc. A., doi:10.1098/rspa.2007.1880, /Published online/

Loehle, C. 2004. Climate change: detection and attribution of trends from long-term geologic data. Ecological Modelling, 171: pp433-450.

Lovelock J., (2000). Gaia: A New Look at Life on Earth , ISBN 0-19-286218-9

Leftus V., 2000, Sunspot and Auroral Activity During Maunder Minimum, Solar Phys., v.197, pp203-223

Legates D., 2003, Revising 1,000 Years of Climate History, National Center for Policy Analysis, BRIEF ANALYSIS No. 450 For immediate release: Friday, August 8, 2003

Mann M. and Jones Ph., 2003, Global surface temperatures over the past two millennia Geophys. Res. Lett., v30, No15

McIntire St., 2003-2007, http://en.wikipedia.org/wiki/Stephen_McIntyre; Ross McKittrick (February 2005). "Hockey Sticks, principal components, and spurious significance". Geophysical Research Letters 32. doi:10.1029/2004GL021750. Retrieved on 2007-09-01.

Moberg, A., Sonechkin, D.M., Holmgren, K., Datsenko, N.M., Karler n, M., 2005. Nature 433, 13.

Maunder, E. W., 1894, Knowledge, v17, 173

Mitchell, J. M., Jr., C. W. Stockton, and D. M. Meko, 1979: Evidence of a 22-year rhythm of drought in the western United related to the Hale solar cycle since the 17th century. Solar- Terrestrial Influences on Weather and Climate, B. M. McCormac and T. A. Seliga, Eds., D. Reidal, pp125-144.

Muscheler, R., and Beer J., 2006, Solar forced Dansgaard/Oeschger events?, Geophys. Res. Lett., 33, L20706, doi:10.1029/2006GL026779

North, G R., J. G. Mengel, and D. A. Short, 1983. Climatic response to a time varying solar constant. In 'Weather and Climate Responses to Solar Variations' (B. M. McCormac, ed.). Colorado Associated University Press, Boulder, 243-255.

O'Brien, 1979, preprint

Ogurtsov M., 2005, On the Possibility of Forecasting the Sun's Activity Using Radiocarbon Solar Proxy, Sol. Phys. v.231, pp 167-176

Pap J.M., Turmon M., Floyd L., Frolich C and Wehrli Ch, 2002, Adv.Space Res., 29, No12, 1923-1932

Parker, D.E., Folland, C.K. and Jackson, M., 1995 "Marine surface temperature: observed variations and data requirements", CLIMATIC CHANGE, Vol. 31, pp. 559-600 (1995).

Pesnell W., 2007, Predictions of Solar Cycle 24, in Support of NASA/GSFC Solar Dynamics Observatory ()

G.M. Raisbeck, F. Yiou, J. Jouzel, J.R. Petit. P. 1990. “Be and ‘H polar ice cores as a probe of the solar variability’s influence on climate. *Philos. Trans. R. Sot. London Ser. A* 300 (1990) 463-470.

Rasspopov *et al.*, 2005, Climate response to the deVries solar cycles: evidence of *Juniperus turkestanica* tree rings in Central Asia, *Memorie della Societa Astronomica Italiana*, Vol.76, pp.760-765. supplement 244.

Reimer, P.J., *et.al.*,(2004), INTCAL04 terrestrial radiocarbon age calibration, 0-26 kyr BP, *Radiocarbon*, Vol. 46, No.3, pp. 1029-1058.

Romanov Yu. and Zgonyaiko W., 1994, The Periodicity of Solar Activity Cycles, *Solar Phys.*, v.152, pp.31-34

Sharma M., 2002, Variations in Solar Magnetic Activity in the Last 200 000 years: Is There a Sun-Climatic Connection? , *Earth and Planet Sci. Let.*, v. 199, pp 459-472;

Schatten, K. H. and Tobiska K., 2003, Solar Activity Heading for a Maunder Minimum?, *BAAS*, 35 (3), 6.03.

Solanki S. K. Usoskin I. G., Kromer B. , Schussler M. & J. Beer, 2004, Unusual activity of the Sun during recent decades compared to the previous 11,000 years *Nature* , 431 ,1084-1087

Shindell D, Schmidt G., Mann M.,Rind D and Waple A., 2001, Solar Forcing of Regional Climate Change During the Maunder Minimum, *Science*, v.294,p 2149-2152

Shopov Y., Stoykova D., Tsankov L., Sanabria M., Lundberg J., Georgiev L., Forti P. and Georgieva D., 2000, *Int. J.Speleol.*, v29, pp 71-75

Schuermans C.J. and Oort A.H., 1969, A Statistical Study of Pressure Changes in the Troposphere and Lower Stratosphere after Strong Solar Flares, *Pure Appl.Geophys.*,v75,No2,pp233-246

Schove, D. J. 1955, The Sunspot Cycle 649 BC to AD 2000, *J. Geophys. Res.*, 60, 127

Schove D.J. ,1983, Sunspot Cycles (Stroudsburg: Hutchinson Ross, Pennsylvania.)

Stuiver M. and Quay P.D., 1980, Changes in Atmospheric Carbon -14 Attributed to a Variable Sun ,*Science*, v207,No 44, p26

Stuiver, M. – Reimer, P. J. 1993: Extended 14C data base and revised CALIB 3.0 14C age calibration program.In: M. Stuiver – A. Long – R. S. Kra eds., Calibration 1993. In: *Radiocarbon* 35, 215–230.

Stuiver M., Reimer P. J., Bard E., Beck J. W., Burr G. S., Hughen K. A., Kromer B., McCormac F. G., v. d. Plicht J. and Spurk M. , 1998, INTCAL98 Radiocarbon Age Calibration, 24,000-cal BP. *Radiocarbon* 40, 1041-1083

Svensmark, H., and E. Friis-Christensen, 1997, Variation of cosmic ray flux and global cloud coverage—A missing link in solar-climate relationships, *J. Atmos. Sol. Terr. Phys.*, 59, 1225– 1232,

Thompson D, 1997, Dependence of global temperatures on atmospheric CO2 and solar irradiance, *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, v94, pp8370-8377

Tinsley, B.A., 1994, ‘Solar wind mechanism suggested for weather and climate change’, *Eos*, *Trans. Am. Geophys. Un.* 75, pp. 369–374.

Tinsley, B.A., Liu, W., Rohrbaugh, R. P., and Kirkland, M., 1998, ‘South pole electric field responses to overhead ionospheric convection’, *J. Geophys. Res.* 103, pp. 26,137–26146.

Tinsley B.A., 2000, Influence of Solar Wind on the Global Electric Circuit and Inferred Effects on Cloud Microphysics ,Temperature and Dynamics in the Troposphere, *Space Sci Rev.*,00,1-28

Tinsley, B.A., Rohrbaugh, R. P., Hei, M., and Beard, K.V., 2000, ‘Effects of image charges on the scavenging of aerosol particles by cloud droplets, and on droplet charging and possible ice nucleation processes’, *J. Atmos. Sci.* 57, pp. 2118–2134.

Usoskin I., Mursula K. and Kovaltsov D., 2000, Cyclic behaviour of sunspot activity during the Maunder minimum, *Astron. Astrophys.Lett* 354, L33–L36

Usoskin I., Mursula K. Solanki S., Schusler M. and Kovaltsov D., 2002, A physical reconstruction of cosmic ray intensity since 1610, *J. Geophys. Res.*, v.107, . NO. A11, 1374, doi:10.1029/2002JA009343

- Usoskin I., Mursula K., Solanki S., Schlusser M and Alanko K., 2004, Reconstruction of solar activity for the last millennium using ^{10}Be data, Astron. Astrophys., v413,,pp 745-751**
- Usoskin I., Schlusser M., Solanki S and Mursula K.,2005, Proc. 13th Cool Stars Workshop, Hamburg 5-9 July, (ESA SP-560, Jan 2005,F Favata, G.Hussein and B. Battrock eds.)**
- Vaquero J.M., 2005, Historical Sunspot Observations: A Review (electronic edition)**
- Von Schroeder W.,1999, On the existence of solar variations in the 16th to 18th centuries ; <http://verplant.org/history-geophysics/Sun/Sun.htm>**
- Waldmeier M., 1961, The Sunpot Activity in Year 1610-1960, Zurich Schultes Co, Swizerland**
- Wilett,1950 (виж. Б. Рубашев, Проблемы солнечной активности, 1963, изд. Наука, Москва)**
- Wittman A. D and Xu Z.D., 1987, A catalogue of sunspot observations from 165 BC to AD 1684, Astron. Astrophys., Supl.Ser.70, pp 83-94**
- Wolf R., 1862-1893, Astron. Mitt., All issues**
- Yang Bao., et. al., 2002, General characteristics of temperature variation in China during the last two Millennia, Geophys. Res. Lett., Vol.29. No.9.**
- Yu F., 2002, Altitude variations of cosmic ray induced production of aerosols: Implications for global cloudiness and climate, Geophys. Res. Lett., v107, No A7**

СЪДЪРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
1. Слънчево-климатичните връзки: Кратък исторически обзор.....	6
2. Съвременното състояние на проблема.....	7
2.1. Цикълът на “малките ледникови епохи”.....	7
2.2. Едромашабния векови и свръхвекови ход на слънчевите вариации .. и слънчево-климатичните връзки.....	10
2.2.1. “Форбуш-ефектът” и образуването на “космогенни” изотопи.....	10
2.2.2. Слънчевата активност в писмените документи от миналото.....	15
2.2.3. Инструментални слънчеви индекси.....	16
2.2.3.1. Цюрихският ред (1749 - 2006).....	16
2.2.3.2. Редицата на Хойт- Шатън (1610-1995)	17
2.2.3.3. Общият поток слънчева радиация (TSI)	18
2.2.3.4. Еруптивна активност на Слънцето	18
2.2.3.5. Използуване на редиците с инструментални данни..... за реконструкция на едромашабния времеви ход..... на слънчевата активност.....	18
2.2.4. Поведението на Слънцето и климата във времето	19
2.2.4.1. През последните ~400 години	20
Минимумът на Маундер	21
Минимумът на Далтон	21
“Модерният” свръхвекови слънчев максимум(1940-1996/2000)	21
Съвременното затопляне на климата–резултат от	
свръхвековото нарастване на слънчевата светимост след	
Маундеровия минимум (!?!)	26
2.2.4.2. През последните ~2000 години	29
Редът на Шове	29
“Китайският ред” на големите слънчеви петна(168г.пр.н.е. - 1684 г)	31
Аврорални сияния на средни ширини според писмени съобщения от Централна Европа	32
“Космогенните” радиоизотопи “	34
Квазидвувековият слънчев цикъл	36
Слънцето и климатът през последните 2000 години:.....	
Корелационни връзки	37
2.2.4.3. През последните ~10000 години (Холоцен): Радиовъглеродът ...	40
Трендът.....	40
2200-2400 – годишният слънчев (Халщадцайт) цикъл и	
промените на климата в следледниковата епоха	41
Амплитудна модулация на 200-210 годишния от 2200-2400	
годишен (Халщадцайт) слънчев цикъл	44
“Хокейният стик”- слънчевият и климатичвият сценарий	45
2.2.4.4. През последните ~ 200000 години	48
Квази- 100000 годишна цикличност на концентрациите	
на атмосферните CO ₂ и CH ₄ през последните ~ 220 000 години (станция “Восток”-Антарктида).....	50
2.2.4.5. През последните 5 милиона години	51
2.3. За физическите механизми на слънчево- климатичните връзки	52
2.3.1. Обща слънчева радиация (TSI)	52
2.3.2. Слънчевата активност и пълните лунни затъмнения	53
2.3.3. Галактическите космически лъчи, аерозолите и облачността ...	54
2.3.4. ГКЛ и електрическите заряди и токове в атмосферата	55

2.3.5. Слънцето и вулканизмът	56
2.3.6. Комбиниран ефект по време на слънчевите минимума	59
2.3.7. Слънчевото корпускулярно излъчване и климатът	60
3. Слънчевото корпускулярно излъчване и климатът на Земята – някои	
допълнителни аспекти	61
3.1. Субвековите (60-70 годишни) колебания на температурата на	
Световния океан	61
3.2. Квази 60-70 и 30-35-годишни цикли в годишните пръстени на	
дърветата	63
3.3. Квази 65-годишни цикли в данните за 10Ве	65
3.4. Сиянията на средни ширини и 60-65 годишна цикличност в честотата на тяхното появяване	66
3.5. Сиянията на средни ширини и остатъчните отклонения спрямо връзката “Rh -> δT “ (регресионният модел (3))	68
3.6. Необходима ли е хипотеза за допълнителен фактор, влияещ върху климата след 1975 година?	71
3.7. “Гренландският” берилиев ред и сиянията на средни ширини	72
3.8. Годишният брой на дните с геомагнитни бури (1930-2006)- климатични аспекти	74
4. Слънчевата активност и климатът: Сценарии за 21-и век	76
4.1. Общи бележки	76
4.2. Слънчевата активност през 21-и век: Приблжава ли нов свръхвекови минимум?	77
4.2.1. Сценарии без свръхвекови минимум	78
4.2.2. Сценарии със свръхвекови минимум	78
Цюрихският ред (1749-2006)	79
Редът на Хойт-Шатън (1610-1995)	80
Редът на Шове (296-2000)	81
“Космогенният” берилий	84
Радиовъглеродният ред (INTCAL98)	84
SODA-модел	86
4.2.3. Цикъл No 24 – мощен или слаб?	86
4.3. Климатът през 21-и век: Прогнози, свързани със Слънцето.....	87
4.3.1. Слънчевият свръхвекови минимум и “глобалното застудяване” през 21-и век	87
4.3.2. Четири слънчево-климатични сценария (2005-2030).....	88
Северното полукълбо	89
Световният океан	90
Корпускулярната активност на Слънцето. Регионалните ефекти	90
5. Слънчеви модуляции върху климата на България	93
5.1. Общи бележки	93
5.2. Регионалните ефекти на слънчево-климатичните връзки и географското разположение на България	93
5.3. Влияние на слънчевите цикли върху климата на България през 20-и век: Инструменталните данни	95
5.3.1. Данните	95
5.3.2. Топлото полугодие и 20-22 годишният слънчево-климатичен цикъл: Валежите	96
Еволюция на 20-22 годишния валежен слънчево-климатичен цикъл през 20-и век	99
Температурният 20-22 годишен цикъл	100
5.3.3. Температурният квази-11 годишен цикъл през студеното полугодие	100
“Зими- рекордьори”: Съществува ли 20-22 годишен цикъл за	

тези природни събития ?	101
Студеното полугодие, слънчевата активност и геомагнетизма: Факторни връзки	103
5.4. Климатът на Централна България през последните ~ 200 години по дендрохронологични данни. Връзки със слънчевата активност	106
5.5. Климатът в българските земи през последните ~ 1500 години по исторически сведения	109
5.6. Климатът на България в края на 20-и и началото на 21-и век. Вероятен сценарий за близкото бъдеще	112
6. Дискусията	115
6.1. Четирите “официални” основни гледни точки за климата	115
“Астрономическата хипотеза”	115
“Гей- хипотезата”	115
“Атинската хипотеза”	117
“Хипотеза за хаоса”	118
6.2. Теорията за “антропогенното глобално затопляне” и “бръсначът на Окъм”	118
6.3. “Хелиотараксия” – комплексно влияние на Слънцето върху Земята	121
6.4. Следствията	124
6.4.1. Възможна ли е борбата срещу промените в климата?	124
6.4.2. Свръхвековият слънчево-климатичен минимум през 21-и век: Какво да се очаква и какво да се прави?	126
6.4.2.1. Свръхвековите слънчеви минимума и големите природни катаклизми	126
6.4.2.2. Общопланетарни ефекти от слънчево-климатичния минимум	127
6.4.2.3. Следствия за България	130
Селско стопанство	130
Горско стопанство	131
Водни запаси и водно стопанство	131
Транспорт	132
Енергетика	133
Туризм	134
7. Заключителни бележки	134
ПРИЛОЖЕНИЕ I : Т-Р периодограмен анализ	136
ПРИЛОЖЕНИЕ II: Процедури, свързани с използването на “плаващи епохи”	138
ПРИЛОЖЕНИЕ III: Видими с просто око слънчеви петна , включително до 1900- та година-реконструкция на Вакуеро (Vaquero, 2005)	140
ПРИЛОЖЕНИЕ IV: Първото петно на слънчев цикъл No 24 ?	140
Литература	141

ЦЕНТЪР ЗА
МАРКЕТИНГ, РЕКЛАМА
И ВРЪЗКИ С ОБЩЕСТВЕНОСТТА



Печатна реклама
Външна и транспортна реклама
Събитийен и директен маркетинг
Художествена фотография
Промоции
Издателска дейност

Стара Загора, ул. "Г.С.Раковски" 65
e-mail: almarket@abv.bg; www.alfa-market.com
тел.: 042/ 605 111, 042/ 253 028