

## ОБЗОР НА ТЕМПЕРАТУРНИТЕ АНОМАЛИИ НА ПОВЪРХНОСТТА НА ЧЕРНО МОРЕ В ПЕРИОДА 1988 – 1999 ГОДИНИ

Ангел Манев

*Институт за космически изследвания и технологии – Българска академия на науките  
e-mail: amanev@abv.bg*

**Ключови думи:** температура, аномалии, спътник, Черно море

**Резюме:** В настоящата статия се изследват краткосрочните температурни аномалии на морската повърхност на Черно море за периода 1988–1999 години. Изследването се основава на ежедневни сателитни данни за температурни зони. Разглеждат се някои особености на краткосрочните аномалии на повърхността. Определени са обективните параметри на тези аномалии.

## SUMMARY OF THE TEMPERATURE ANOMALIES OF THE BLACK SEA SURFACE IN THE PERIOD OF 1988 TO 1999 YEARS

Angel Manev

*Space Research and Technology Institute – Bulgarian Academy of Sciences  
e-mail: amanev1@abv.bg*

**Key words:** temperature, anomaly, satellite, Black Sea,

**Abstract:** This article explores the short-term temperature anomalies of the Black Sea sea surface for the period 1988–1999 years. The study is based on daily satellite data for temperature zones. Some features of short-term surface anomalies are considered. The objective parameters of these anomalies are defined.

### Въведение

На повърхността на Земята водата играе ролята на акумулатор на топлина, доколкото тя поглъща инфрачервената радиация от Слънцето, загрява се и участва в процесите на изпарение и кондензация. Над големите сухи зони това влияние е притъпено. Затова там се наблюдават най-големите денонощни температурни амплитуди а в океанските райони се регистрират най-малки температурни изменения. Океанът е голям температурен резервоар в сравнение със сушата и акумулира и съхранява големи количества топлина, като по този начин отслабва годишните колебания на температурата. Постъпващата от Слънцето инфрачервена радиация взаимодейства с атмосферата, облаците и повърхността на Земята. Измененията на температурните полета на повърхността на морето са тясно свързани с енергетиката на системата Слънце-Атмосфера-Океан. Енергията се пренася по посока от Екватора към полюсите от ветровете и океанските течения, които определят и различното нагриване на земната повърхност. Динамичните процеси в атмосферата и океана екранират прякото въздействие на Слънцето, геомагнитната и сеизмична дейности. Поради това за изучаването на Слънчево-Земните въздействия, за изследвани динамиката на озоновия слой и други „частни“ научни проблеми, свързани с енергетиката на системата Слънце- Земя е необходима да се използват водени басейни, който да отговарят на условия при които се намалва до максимална степен влиянието на земните въздушни и океански динамични въздействия. Подходящи са затворени, достатъчно големи басейни в които влиянието на сточните води и теченията са минимални.

Кратковременните температурни аномалии на повърхността на Черно море представляват интерес за много области на човешката дейност. Регистрацията им е в основата

на динамичното моделиране на конвекционните процеси и в дълбочина. Този тип аномалии са важен параметър и за анализите на взаимодействие на атмосферата с морската повърхност. Те са и в основата на резките изменения на радиационния режим на повърхността. В същото време проблемът с генерацията на краткотрайните температурни аномалии на повърхността на океана и моретата не е изучен до край и се нуждае от натрупването на още характеристични данни във времето с достатъчна пространствена широко обхватност. Съществуват редица методики за непосредствени измервания на температурата на повърхността на морето като единствено дистанционните спътникови измервания дават необходимата оперативност и широкообхватност на наблюдаваните части от земна повърхност.

Черно море е много удобен полигон за тестване на моделите на взаимодействие на атмосферата с морето. Морето е затворено и няма големи водни течения, които да пренасят водни маси от далечни зони, където атмосферните условия са силно изменени. Басейнът е безотточен и достатъчно голям за да се наблюдават отчетливо сезонните изменения на хидроложките параметри. Източно-западната протяжност на Черно море го прави удобно за анализ на метеорологичните процеси свързани с въртенето на Земята. Черно море е много удобно за полигони при анализа на Слънчево-Земните въздействия.

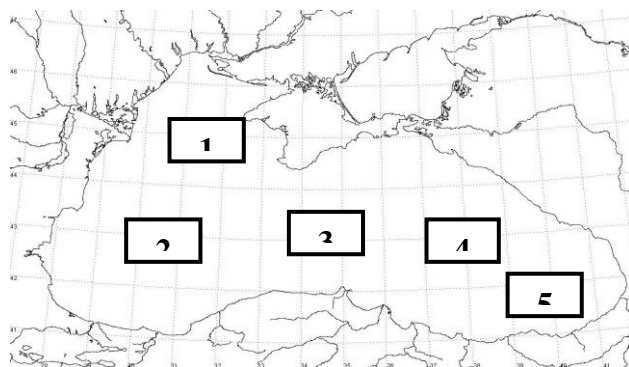
### Експериментален анализ

При настоящото изследване са използвани данни за температурата на повърхността на морето от спътниковите платформи на NOAA (Национална администрация по атмосфера и океани) на САЩ [1]. Спътниковата система включва няколко оперативни, полярни спътника, оборудвани с еднотипна апаратура, които летят на близки орбити. Температурните данни за наземната повърхност се набавят главно от радиометъра с висока разделителна способност AVHRR. Пространствената разделителна способност на апаратурата е 1.1 x 1.1 km, но след обработка за потребителите картите се строят с разделителна способност 9 x 9 km. След използване на многоканални методи за анализ и прилагането на относително строги правила за отбор на „смутените“ данни се строят ежедневни температурни карти. Данните от тази карта са достъпни в електронен вид на сървъра на NOAA. В настоящото изследване са използвани данните за ежедневния ход на повърхностните температури в продължение на 11 години за периода 1989–1999 г. Точността, с която са построени картите е 0.3 °C.

За съжаление съществуват множество причини, които влияят на точността на възстановяване на температурните полета при дистанционните наблюдения. Това налага като първа задача да се уточни методиката на възстановяване на полетата по отдалечени във времето данни и след това да се доказва статистическата достоверност на наблюдавани закономерности и аномалии. В предишни изследвания [2] е описана методика за възстановяване на температурните полета на повърхността на Черно море. Така точността на температурните данни е доведена до 0.3–0.4 °C.

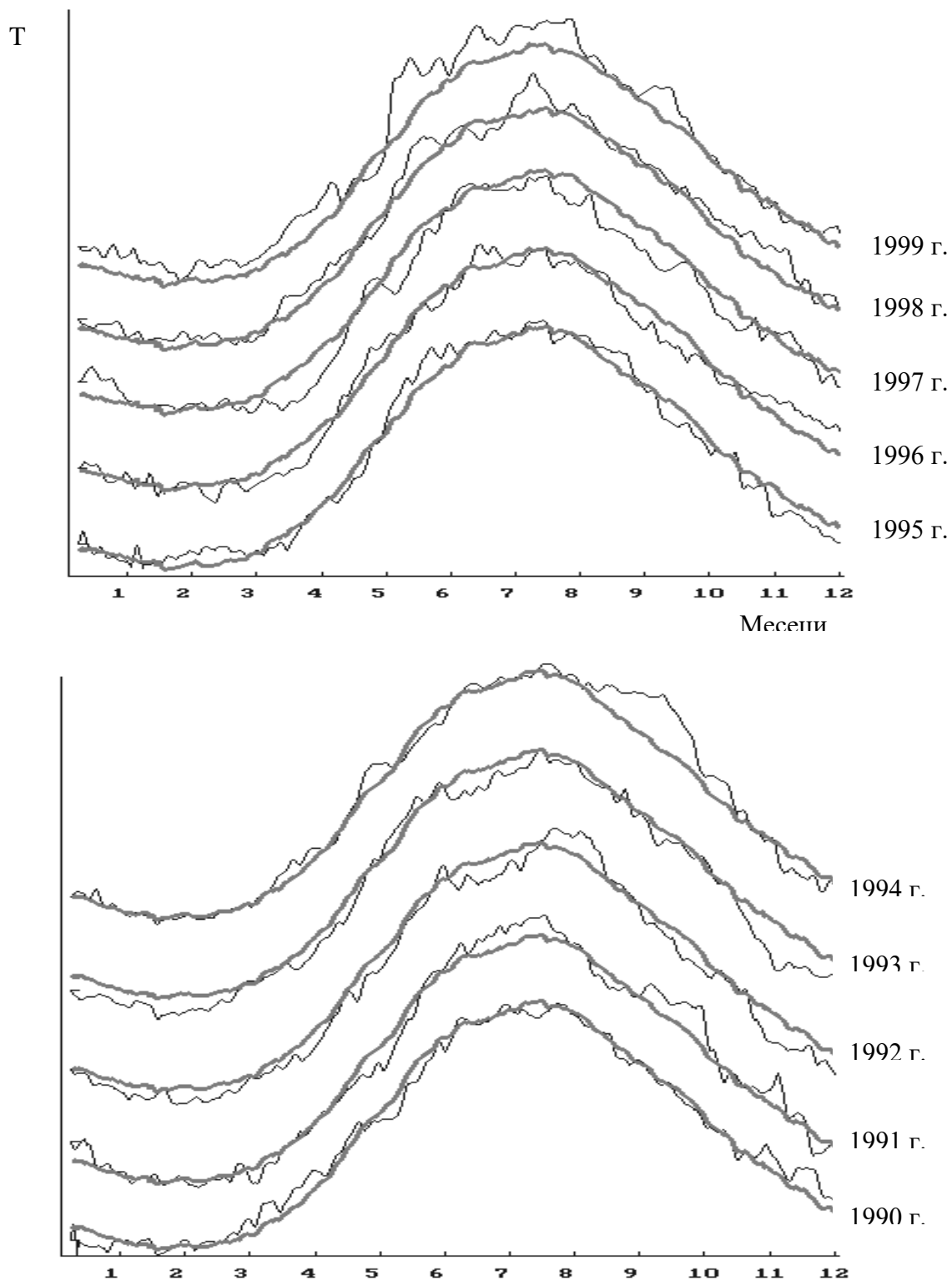
На повърхността на морето са определени пет характеристични зони, показани на фиг.1 с размери 117 x 117 km, чрез които се цели да се отчетат локалните особености на морето. Зоните бяха избрани с оглед приетото делене на физико-геофизично райониране. Размерът на зоните е достатъчно голям за да се намали влиянието на малки по-размер, локални, аномални фактори като наличие на разкъсана облачност. Зоните са сравнително далеч от бреговата ивица и така се снижава въздействието на сушата.

Данните се обработват отделно за всяка зона и за цялата акватория на съответното море.



Фиг. 1

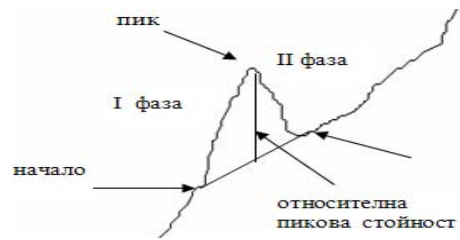
На фиг. 2 е показан годишния ход на температурата на цялата повърхност на морето през изследваните години. Плътната сива линия представлява осреднетата ежедневна температура за девет годишен период, като е изключена годината чийто графика е показана с тънка линия. От пръв поглед се вижда силно изразената сезонност на ежедневните температури, дължаща се на географската ширина на която се намира морето. Отчетливо се откроява по-големия пролетен градиент на нарастване и по-бавното изстиване на морето есенно време.



Фиг. 2

На фона на годишната крива на температурите се открояват кратковременни пикови отклонения най-вече в посока на повишаване на температурата. Тези пикови изменения се определят като аномални отклонения и са предмет на настоящия анализ.

На Фиг.3 е показана една такава аномалия. Чрез интерактивна програмна система се определят началото и край на аномалията. След това автоматично се определят няколко параметъра на индивидуалната аномалия. Аномалията се разделя на два времеви отрязъка – I фаза, фаза на повишаване на температурата и II фаза, фазата на спад.

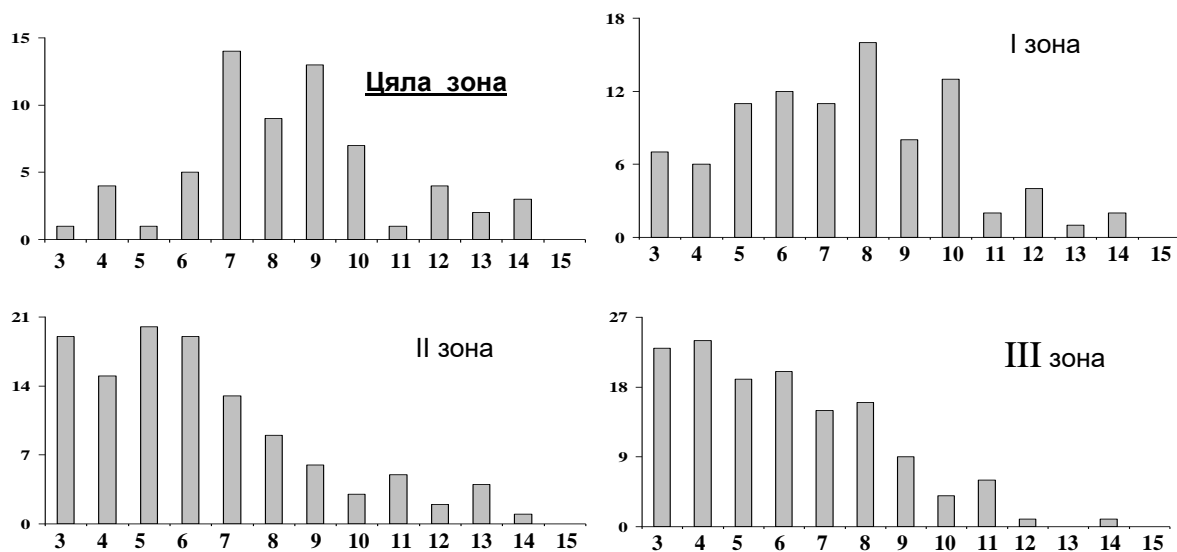


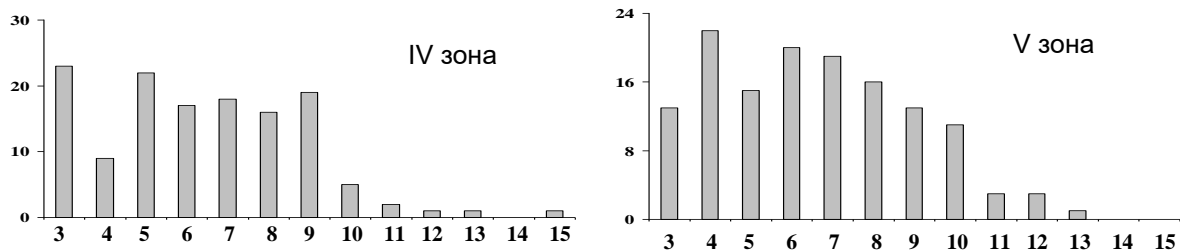
Фиг. 3

С времената на нарастване и спадане на температурата се пресмятат градиентите на нарастване и спадане като средни за между дневните градиенти в рамките на фазата. Определя се и един относителен параметър – относителна пикова стойност. Това е максималното отклонение на температурата спрямо евентуалния нормален сезонен ход на температурата. Така определените индивидуални характеристики се записват в годишни файлове и след това се обработват статистически.

През късната есен, зимата и ранната пролет облачността над морето е значителна и не може да се отстрани влиянието и върху точността на определяната температура на повърхността на водата. Затова изследването включва периода от 31.03. до 22.10. на съответната година – период през който температурните полета са достатъчно добре определени.

Първият показател по който се селектираха аномалиите бе тяхната продължителност. На Фиг. 4 са показани хистограмните разпределения на аномалиите според продължителността им. Времевите граници на определяне на Фиг. 3 са от 3 до 15 денонощия. По кратките от 3 денонощия аномалии е много трудно да бъдат идентифицирани и изискват прецизна индивидуална обработка. Наблюдаваха се и аномалии с продължителност от 16, 17 и 18 денонощия, но тяхната поява се оценява като епизодична и не се включва в анализа. Аномалии по-продължителни от 15 дни не се анализират защото се приема, че такива изменения са повече климатично обусловени отколкото предизвикани от особени, инцидентни геофизични или слънчево земни фактори. Продължителност в дни на общия брой аномалии за периода 1988–1999 е съответно: I зона - 96, II-зона -116, III-138, IV зона -129, V зона -136, 0 зона - 54. Под «0» зона се разбира цялата акватория на морето. От вида на разпределенията се приема за краткотрайна аномалията в границите 3–11 денонощия. Резултатите от анализа на всички аномалии по зони е показан в Таблица 1. Характерно за данните е, че при осредняването на параметрите на характеристичните зони и средните параметри за целия басейн има разлика. Това се дължи на ефекта на бреговите зони.





Фиг. 4

Таблица 1

Параметър	Зона	Стойност [°]	Стандартна грешка [°]
<b>Продължителност на цялата аномалия</b> [денонощие]	0	7.61	0.24
	1	6.79	0.23
	2	5.56	0.18
	3	5.65	0.18
	4	5.85	0.19
	5	6.28	0.19
<b>Продължителност на I фаза</b> [денонощие]	0	4.66	0.18
	1	3.89	0.17
	2	3.25	0.13
	3	3.48	0.13
	4	3.49	0.13
	5	3.69	0.13
<b>Продължителност на II фаза</b> [денонощие ]	0	2.94	0.16
	1	2.89	0.17
	2	2.30	0.12
	3	2.16	0.11
	4	2.36	0.12
	5	2.59	1.12
<b>Градиент на нарастване на I фаза</b> [градус/денонощие]	0	0.87	0.07
	1	1.24	0.08
	2	1.12	0.06
	3	1.14	0.07
	4	1.17	0.06
	5	1.20	0.06
<b>Градиент на спадане на на II фаза</b> [градус/денонощие]	0	0.37	0.02
	1	0.59	0.03
	2	0.61	0.03
	3	0.57	0.03
	4	0.58	0.03
	5	0.54	0.03
<b>Относителна пикова стойност</b> [градус]	0	0.83	0.05
	1	1.11	0.04
	2	1.01	0.04
	3	0.97	0.04
	4	1.01	0.04
	5	1.03	0.04
<b>Начало на аномалията</b> [ден]	0	194.2	6.33
	1	195.3	4.61
	2	197.1	4.06
	3	194.9	4.14
	4	196.5	4.23
	5	200.4	4.49

Средната продължителност на кратковременните аномалии на Черно море е 6.03 денонощия. Продължителността на първата, нарастващата фаза, е с повече от половин денонощие по-дълга от тази на втората фаза. Зад тази асиметрия е прикрит фактът, че аномалиите през пролетта за Черно море са 39 % от всички аномалии а тези през есента са само 20 % . Аномалиите през пролетта се характеризират с по-дълга първа фаза, докато през есента изстиването на водата след пик на аномалия е по-продължително. Такава асиметрия се забелязва при градиентите на нагряване и охлаждане. Градиентът на нарастване на температурата е 1.17 °C а градиентът на спадане – 0.58 °C на денонощие

При нагряването на водата температурата расте с по-голяма скорост от колкото изстива след пика на температурната аномалия, или водата много по-бързо се загрива отколкото изстива. Относителната пикова стойност се изменя в граници 0.87–1.85 °C и предвид максималната грешка в определянето на температурата (0.5 °C) ,това гарантира достоверността на определените аномалии. Стойностите на параметрите за цялата акватория се различават от средните за зоните поради влиянието на бреговата зона, което влияние е изключено в самите зони поради отдалечеността им от брега. Относителната пикова стойност – 1.03 °C. Всички параметри на аномалиите са чувствително по-големи като стойности от точността с която работи AVHRR.

Интересен е параметърът “Начало на аномалията”. Пресметнатата стойност от 190 дни за Черно море означава, че вероятността за възникване на аномалия около 190-ти ден е най-голяма. Или в периода от 4.06 до 16.06 най-често възникват атмосферни условия, които водят до резки загривания на повърхността. Това са указания за времето през което е най-добре да се провеждат корабни експедиции за контактено измерване на температурата на повърхността на Черно море с цел изследване на динамиката на повърхнините аномалии.

Температурните аномалии на сравнително големи площи на повърхността на морето не се изменят рязко и с големи амплитуди. Този характер на аномалиите позволява обективно да се анализират параметрите им и да се съпоставят с други физически параметри над морските акватории.

Описаните кратковременни температурни аномалии са много подходящи за изследване на влиянието на Слънчевата активност върху топлинните процеси на Земята. Възможно е да се изясни и генерацията на аномалиите, свързана с геомагнитната активност, с динамиката на дебелината на озоновия слой, с движенията на тропопаузата, и с процесите на Глобалното затопляне на Земята.

#### **Литература:**

1. NOAA/NASA AVHRR Oceans Pathfinder, Sea Surface Temperature Data Set, User's Reference Manual, Version 4.1, February 23, 1998.
2. Manev, A., Ivanov V., Raykov S., Recovery of surface temperature fields of the Black Sea data from operational satellite observations, "Jubilee scientific session 2001" 40 years since the first flight of man in space ", 12–13 April 2001, city, Lower Bishopric, Sb. dokl. Vol. II, pp. 186–191.