

## СПЪТНИКОВИ ИЗСЛЕДВАНИЯ НА КАСПИЙСКО МОРЕ

**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 Каспийско за периода 1988–1999 години. Изследването се основава на ежедневни сателитни данни за температурни зони. Разглеждат се някои особености на възникването на краткосрочните аномалии на повърхността.

## CASPIAN SEA RESEARCH SATELLITES

**Angel Manev**

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

**Key words:** temperature, anomaly, satellite, Caspian Sea.

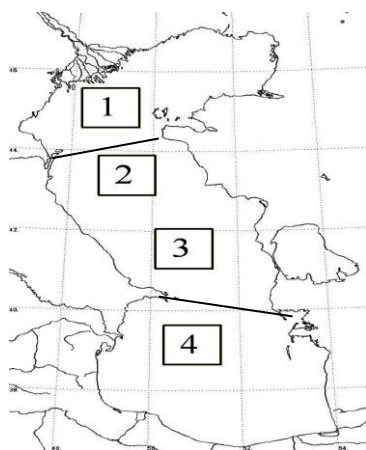
**Abstract:** This article explores the short-term temperature anomalies of the Caspian Sea sea surface for the period 1988–1999 years. The study is based on daily satellite data for temperature zones. Some features of the occurrence of short-term surface anomalies are considered.

Каспийско море е единственото напълно затворено континентално море на Земята. Морето заема най-голямата и дълбока континентална депресия в границите на най-обширната в Европа и Азия област на вътрешен сток. Нивото на морето лежи на 28 m под нивото на океана. По размерите си Каспийско море е най-големият на Земята затворен водоем. Неговата площ съставлява 18 % от общата площ на земните езера. Площта на морето е 4.5 пъти по-голяма от второто по големина езеро в света – Горното езеро в Северна Америка (84 100 km<sup>2</sup>) [3]. За морето е характерно субмеридиално разположение. Най-голямата му протяжност от север на юг е 1030 km, най-голяма ширина достига 435 km, а най-малката 196 km. По дълбочина Каспийско море отстъпва само на двете най-дълбоки езера в света – Байкалското и езерото Танганайка. Средната му дълбочина, пресметната по бариграфичната крива е 208 km.

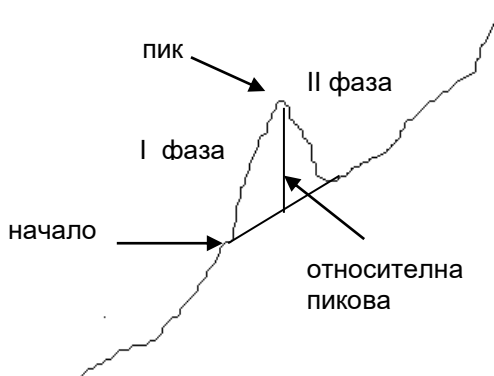
Така описаните геологически характеристики на морето го правят много удобен полигон за изследване на кратковременните аномалии в атмосферата, слънчевата, геомагнитна и сеизмична дейности. Измененията на температурните полета на повърхността на морето са тясно свързани с енергетиката на системата Слънце-Атмосфера-Океан. Проследяването на динамиката на температурата на повърхността може да служи за индикатор за възникнали аномални процеси в Атмосферата и Озонсферата.

За основа на настоящото изследване са използвани данни за температурата на повърхността на морето от спътниковите платформи на NOAA (Национална администрация по атмосфера и океани) на САЩ [5]. 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. Точността, с която са построени картите е 0.3 °C.

На повърхността на морето са избрани четири характеристични зони с размери 116 x 116 km<sup>2</sup>, разположени както е показано на Фиг. 1. Зоните бяха избрани с оглед приетото делене на физико-геофизично райониране. В Средната част на морето са определени две зони (2 и 3) предвид по-голямата протяжност на района. Разположението на 1 и 3-та зони съвпада с географската ширина на Черно море. 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.



Фиг. 1



Фиг. 2

Годишният ход на повърхнинните температури е с ясно обусловен сезонен ход, характерен за водни басейни на средни географски ширини. 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. 2 е показана една такава аномалия. Чрез интерактивна програмна система се определят началото и край на аномалията и 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, съответно с времената на нарастване и спадане на температурата. Пресмятат се 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.

В настоящото изследване е обхванат период от 11 пълни години – от 1989 до 1999 година и се базира изцяло на спътникови данни. 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.

Основните характеристики на откритите аномалии са вече публикувани [4]. Времевите граници на определяните аномалии са от 3 до 15 денонощия. По кратките от 3 денонощия аномалии е много трудно да бъдат идентифицирани и изискват прецизна индивидуална обработка. Наблюдават се и аномалии с продължителност от 16, 17 и 18 денонощия но тяхната поява се оценява като епизодична и не се включва в анализа. Броят на аномалиите с продължителност по-голяма от 11 денонощия са много малко и могат да бъдат изключени от груповата обработка.

За единадесетте години в периода 1.05–20.10 броят на аномалиите с продължителност до 11 денонощия е следния: I зона - 87, II зона - 88, III зона - 112 и IV зона - 152. Върху графиките с хода на температурата на цялата акватория могат да се локализируют 77 аномалии.

Завишеният брой аномалии в IV зона се дължи на по-южното и разположение, където метеорологичните промени са по-динамични и съответно безоблачните дни повече. За голяма част от аномалиите в IV зона по същото време не се наблюдават аномалии в останалите зони. Малкият общ брой на аномалиите за цялата акватория се обяснява с ефекта на „замазване“

при осредняването на пикселните температури на силно протяжният по посока север-юг морски басейн.

За нуждите на анализа времеви период от 1.05 до 20.10 е разделен на 17 интервала от по 10 дни всеки. Така е получено хистограмното разпределение на аномалиите във всеки от десетдневните интервали. Изследването на регресионния коефициент  $r$  при различни регресионни зависимости за зоните и цялата акватория е показано в Таблица 1.

Таблица 1

Зона \ формула	Линейна	Квадратична	Кубична
I	<b>0.308</b>	<b>0.764</b>	<b>0.766</b>
II	<b>0.315</b>	<b>0.469</b>	<b>0.519</b>
III	0.178	<b>0.629</b>	<b>0.629</b>
IV	0.122	<b>0.424</b>	<b>0.425</b>
Цяла акватория	0.083	<b>0.546</b>	<b>0.570</b>

Интерпретацията на корелационния коефициент на Пирсън е следната [1] :

0.70 <  $r$  < 1.00 - много голяма корелация

0.50 <  $r$  < 0.70 - голяма корелация

0.30 <  $r$  < 0.50 - средна корелация

0.10 <  $r$  < 0.30 - слаба корелация

От Таблица 2 се вижда, че вида на разпределението на аномалиите може да се оподоби на квадратично или кубично. Или възникването на аномалиите във времето ще има камбановиден вид с връх на камбаната около средата на изследвания период – средата на лятото. Такова разпределение е очаквано с оглед годишния ход на температурите на повърхността на морето – той подобен и е с максимум около средата на лятото.

Стойността на корелационния коефициент на Пирсън за паралелност в динамиката на появата на аномалии за четирите зони и за цялата акватория и показва в корелационната матрица на Таблица 2.

Таблица 2

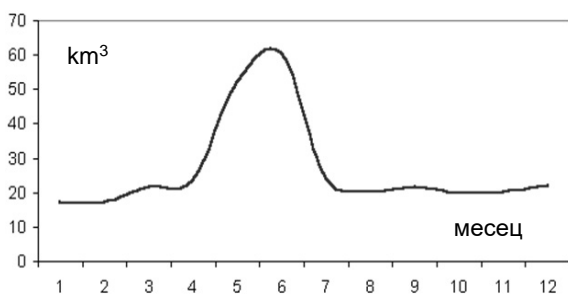
	I	II	III	IV	Цяла акватория
I	1	<b>0.593</b>	<b>0.377</b>	0.131	0.140
II	<b>0.593</b>	1	<b>0.372</b>	0.268	0.22
III	<b>0.377</b>	<b>0.372</b>	1	<b>0.519</b>	<b>0.729</b>
IV	0.131	0.268	<b>0.519</b>	1	<b>0.616</b>
Цяла акватория	0.140	0.220	<b>0.729</b>	<b>0.616</b>	1

От матрицата е видно, че не съществува корелация между възникването на аномалии в I и II зони и тези в IV-та зона. Причината най-вероятно е в отдалечеността на зона IV от зони I и II и подложеността им на различни метеорологични процеси. Кое не означава, че е задължително механизмите за възникването на аномалиите да са различни за зони I и II, от една страна и зона IV от друга.

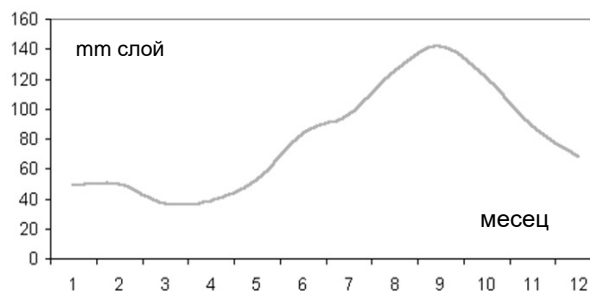
Ниската корелация между зоните I и II и цялата акватория може да се обясни с доста по-големия брой аномалии в IV-та зона.

На фигура 3 е показан средно годишния речеви сток на водите в Каспийско море. При съпоставката на хода на водния сток с динамиката на възникването на температурните аномалии на цялата повърхност на морето се получава коефициент на Пирсън 0.136, или почти не съществува корелация между двете явления. Следователно водния сток не е свързан с процесите на генерация на кратковременните температурни аномалии.

На фиг. 4 е средногодишния ход на изпарението от повърхността на Каспийско море [5]. Корелацията с възникването на аномалиите се измерва с коефициент на Пирсън равен на 0.259 или на границата на средната и слаба корелация. В случая е на лице въздействие на повишената температура на аномалиите върху процеса на изпарени. Но той във всички случаи е много малък.

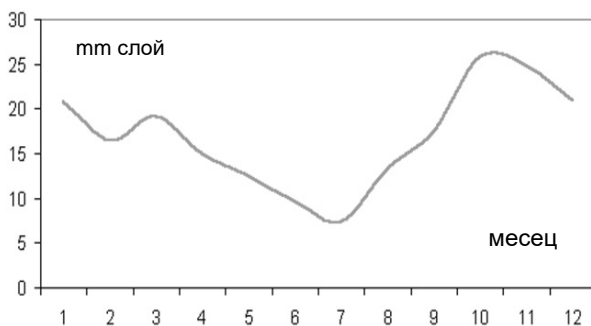


Фиг. 3

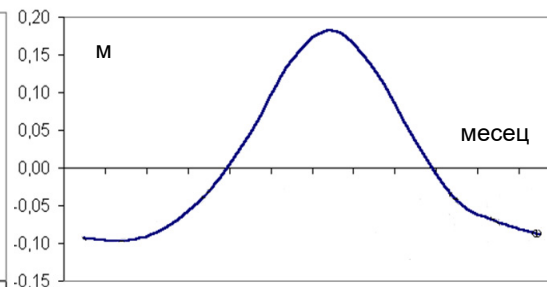


Фиг. 4

Годишните валежни суми над морето са показани на фиг. 5. Корелацията им с възникването на аномалии е отрицателна и малко над прага на средната корелация – 0.332. Логиката налага да се приеме тази отрицателна връзка – валежите са повече при облачно време, а тогава или не възникват положителни температурни аномалии или ако възникнат не могат да бъдат наблюдавани.



Фиг. 5



Фиг. 6

На фиг. 6 е показан един много интересен параметър на Каспийско море – вертикалното движение на водната повърхност на цялото море през годината. Корелационният коефициент е 0.436 и показва средна, стабилна корелация. Да се търси причинно-следствена връзка с генезиса на температурните аномалии на повърхността е много смело действие, тъй като механичното повдигане на нивото на водата на цялата повърхност не е сходна с голямата динамика на появата и изчезването на температурните аномалии.

В заключение могат да се направят следните изводи:

1. Генерацията на кратковременните температурни аномалии на повърхността на Каспийско море не е еднаква и едновременна върху цялата повърхност на морето.
2. Изследваните процеси: валежи, изпарение, воден сток и динамика на нивото на повърхността не са сред главните причини за възникването на температурните аномалии.

#### Литература:

1. Ганева, З., Да преоткрием статистиката с IBM SPSS STATISTICS, 2016, Печат Елестра ЕООД, ISBN 978-619-7292-01-5
2. Гидрометеорология и гидрохимия морей. Том VI. Каспийское море. Выпуск 2. Гидрохимические условия и океанологические основы формирования биологической продуктивности. С-Пб: Гидрометеоиздат, 1996.
3. Касынов, А. Г. "Каспийское море" Л. 1987.
4. Манев, А., С. Стоянов, Ж. Жеков, В. Ташев, К. Палазов, С. Спасов, С. Райков. Краткосрочни температурни аномалии на повърхността на Каспийско море. Сб. доклади на Юбилейна научна сесия „50 години от полета на Първия изкуствен спътник на Земята“, НВУ „В. Левски“, факултет „Авиационен“, Д. Митрополия, 2007, с. 254–261, ISBN 978-954-713-091-3.
5. <http://www.oceanography.ru/esimo/zaklin/>
6. <http://ncdc.noaa.gov>