

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ  
СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ  
AQUA/TERRA ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ  
ДИНАМИКИ ЛЕДОВОГО РЕЖИМА  
АРАЛЬСКОГО МОРЯ И ДРУГИХ  
ОСОБЕННОСТЕЙ ПРИАРАЛЬЯ  
В 2013 – 2014 ГГ.**

*Т.Ф. Кузьмичёва*

Морской гидрофизический институт  
г. Севастополь, ул. Капитанская, 2  
E-mail: yanart01.81@yandex.ru

*В настоящей работе анализируются снимки, полученные в 2013–2014 гг. со спутников AQUA/TERRA сканирующим радиометром MODIS. Описывается изменчивость ледового режима Аральского моря и другие особенности Приаралья в зимний период этого промежутка времени.*

**Введение.** С океанографической точки зрения сегодняшнее Аральское море является очень специфическим объектом, который имеет мало общего со «старым» морем. К сожалению, современное состояние Аральского моря изучено очень плохо. В настоящее время основным, если не единственным, источником информации о море является космический мониторинг.

В предлагаемой работе анализируются снимки, полученные в 2013 – 2014 гг. со спутников AQUA/TERRA сканером MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectro-radiometer – сканирующий спектро-радиометр среднего разрешения). Отслеживается изменчивость ледового режима Аральского моря (момент появления льда, момент максимального покрытия льдом; день, когда лёд полностью растаял) и другие особенности Приаралья в зимний период этого промежутка времени. Снимки публикуются на сайте, имеющем адрес:

<http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov/subsets/?subset=CentralAsia1.2009084&altdates>.

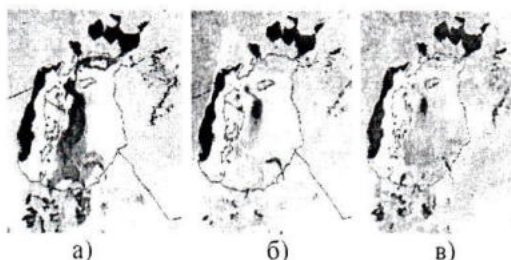
Названия географических пунктов, на которые будут делаться ссылки в предлагаемой статье, приведены в работе [1] настоящего сборника.

**Результаты анализа спутниковых снимков.** Всё лето над Аральским мо-

рем шли дожди, вода в нём, тем не менее, убывала. В сентябре – ноябре, как и обычно, шли циклон за циклоном, принося с собой дожди. Аральское же море по-прежнему продолжало высыхать.

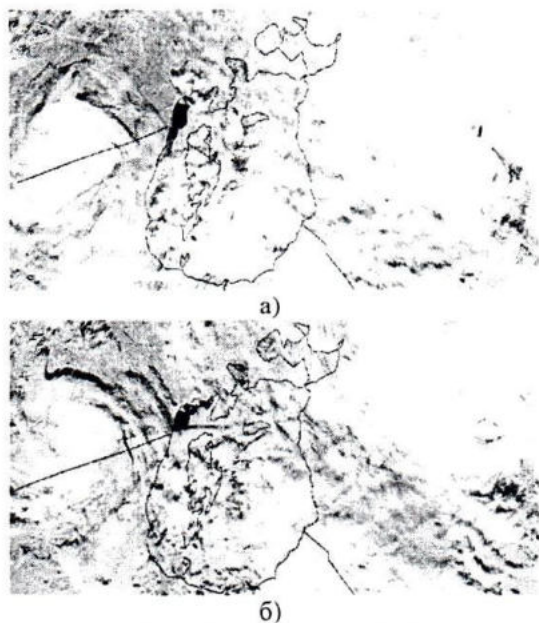
Если сравнить снимки за 07.04.13 (первый снимок при ясной погоде после того, как лёд полностью растаял, рис. 1а) и за 21.11.13 (последний снимок при ясной погоде перед тем, как появился первый лёд, рис. 1б), то хорошо видно, что Промежуточный Арал и пролив, соединяющий Промежуточный Арал с Восточным Аралом, высохли совсем. На юго-востоке Восточного Арала сохранилось русло реки Жанадарья, заполненное водой. В центре Восточного Арала осталось небольшое озерце, лежащее приблизительно между широтами  $45.10^{\circ}$  с.ш. и  $45.50^{\circ}$  с.ш. и долготами  $59.65^{\circ}$  в.д. и  $59.80^{\circ}$  в.д., т.е. размерами приблизительно 43 км в длину и 16 км в ширину. Вместо ветландов остались совсем небольшие болотца.

Если сравнить снимок за 21.11.13 (рис. 1б) со снимком за 18.11.09 (рис. 1в), когда море высохло так же очень сильно, то видно, что центральная часть, заполненная водой, занимает на одном и другом снимках приблизительно одно и то же положение. На рис. 1б исчезло левое русло реки Амударья и почти полностью высохли ветланды, заполняемые водами Амударьи. Русло реки Жанадарья, которая питается водами Сырдарьи, немного увеличилось в размерах. Создаётся впечатление, что либо Амударья стала менее полноводной, либо из неё забирается гораздо больше воды, чем раньше.



Р и с. 1. а) 07.04.13, terra.721.1km;  
б) 21.11.13, terra.721.1km;  
в) 18.11.09, terra.721.1km

25.11.13 над Приаральем наблюдаются два небольших циклона (рис. 2). Центр одного из них находится западнее Аральского моря, в точке с координатами приблизительно  $45.70^{\circ}$  с.ш.;  $57.10^{\circ}$  в.д., центр другого – восточнее Аральского моря, с координатами приблизительно  $45.60^{\circ}$  с.ш.;  $64.40^{\circ}$  в.д. Из рис. 2а и 2б видно, что эти вихри движутся на север.



Р и с. 2. а) 25.11.13, terra.721.1 km;  
б) 25.11.13, aqua.721.1 km

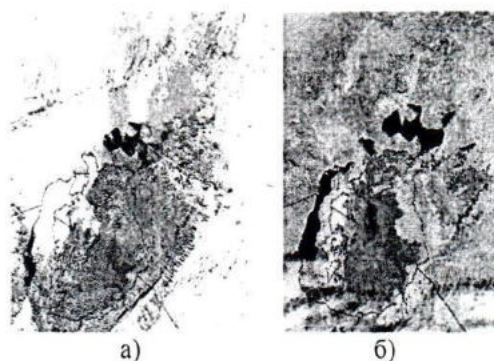
Весь декабрь Аральское море покрыто плотным слоем облаков, через которые время от времени проглядывают то одна, то другая части Аральского моря.

Через эти окошки можно рассмотреть, что 01.12.13 (рис. 3а) на северном и северо-западном берегах Северного и Западного Арала появился снег. К 05.12.13 (рис. 3б) этот снег растаял. На снимке за 05.12.13 появились узкие полосы снега южнее Аральского моря.

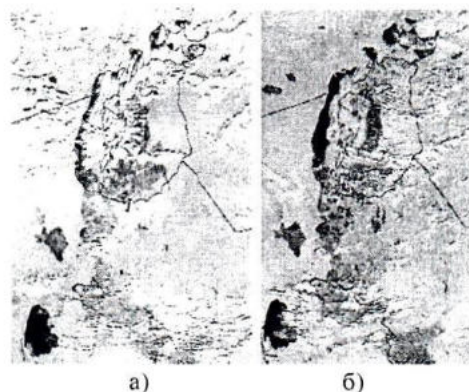
На снимке за 16.12.13 (рис. 4а) снегом покрыто Приаралье до озера Сарыкамыш. Юго-восточная часть Аральского моря (русло Жанадарьи) покрыта льдом. На открывшемся из-под облаков 17.12.13 (рис. 4б) Северном Арале льдом покрыты бухты Бутакова, Сарычеганак и примыкающая к бухте Сарычеганак восточная треть Северного Арала. На юге и юго-западе Северного Арала появился толстый слой припая. Широкий припай

просматривается вдоль восточного берега Западного Арала и юго-восточного берега бухты Тше-Бас.

До конца декабря Аральское море было затянуто толстым слоем облаков. К 05.01.14 (см. рис. 5) полностью покрылись льдом Северный Арал и залив Тше-Бас. Почти весь январь Приаралье закрыто плотным слоем облаков.



Р и с. 3. а) 01.12.13, terra.721.1 km;  
б) 05.12.13, terra.721.1 km



Р и с. 4. а) 16.12.13, terra.721.1 km;  
б) 17.12.13, terra.721.1 km



Р и с. 5. 05.01.14, terra.721.1km

На снимках за 14.01.14, 15.01.14 (см. рис. 6) хорошо видно, как с юго-запада, по высохшему руслу реки Узбой, идут потоки тёплого воздуха, образовавшие мощный вихрь севернее Аральского моря. Оттепели сменяются очередным похолоданием. 27.01.14 покрылся льдом залив Чернышёва и примыкающая к нему часть Западного Арала.



а)



б)

Р и с. 6. а) 14.01.14, terra.721.1km;  
б) 15.01.14, aqua.721.1km

01.02.14 по отклонению небольшого облака над озером Сарыкамыш видно (см. рис. 7а), что дует северо-восточный ветер. Северо-западная часть озера Сарыкамыш (приблизительно 25 %) покрылась льдом. Льдом покрылся Восточный Арал, залив Чернышёва, прилегающая к нему часть в Западном Арале. На востоке и юго-востоке южной части Западного Арала появился широкий припай. В результате интенсивного выхолаживания на следующий день, 02.02.14 (рис. 7б), льдом была покрыта уже около 50 % озера Сарыкамыш (западная часть), к 03.02.14 – около 75 % (рис. 7в), а к 04.02.14 свободной ото льда осталась лишь узкая восточная часть (рис. 7г). 05.02.14 с северо-запада пришёл мощный снежный циклон, который к 07.02.14 засыпал снегом всё Приаралье ( $\approx$  до  $40^\circ$  с.ш.). Ветер изменил направление на северо-западное. В результате громадное ледяное поле в озере Сарыка-

мыш оторвалось от северо-западного берега и переместилось на середину (см. снимок за 07.02.14, рис. 7д). Задержал его, по всей видимости, узкий хребет, который проходит через всё озеро Сарыкамыш с северо-востока на юго-запад. К 08.02.14 лёд в озере Сарыкамыш достиг максимального покрытия ( $\approx$  95 %, рис. 7е). В Западном Арале лёд достиг максимального покрытия 11.02.14 и 12.02.14, что составляет приблизительно 20 %.



а)

б)

в)



г)

д)

е)

Р и с. 7. Озеро Сарыкамыш,  
01.02.14 – 08.02.14

Начиная с 09.02.14, с юго-запада пошли один за другим потоки тёплого воздуха, из-за которых сначала стал таять снег, а затем и лёд в водоёмах Приаралья. К 08.03.14 растаял лёд в районе Туямунских озёр, к 15.03.14, после дождя, – в озере Сарыкамыш. Во второй половине марта и первой половине апреля над Аральским морем проходили один за другим мощные дождевые циклоны.

На снимках с 16.03.14 по 19.03.14 интересно наблюдать (рис. 8), как циклон, пришедший с юго-востока, вытеснил мощный западный циклон, заполнивший собой весь спутниковый снимок ( $\approx 1000 \times 1000$  км<sup>2</sup>).



Р и с. 8. а) 17.03.14, aqua.721.1km;  
б) 18.03.14, terra.721.1km

После того, как этот циклон ушёл (20.03.14), ветланды, Восточный Арал (в том числе и подводное русло реки Жанадарья) полностью освободились ото льда.

В Западном Арале лёд остался лишь на подводных вершинах и на самом северо-востоке бухты Чернышёва. Снега вокруг Аральского моря также не осталось. К 23.03.14 не осталось льда и в заливе Чернышёва. Ко 02.04.14 лёд растаял в заливе Тще-Бас и в Промежуточном Арале. К 16.04.14 лёд полностью растаял в Северном Арале.

На севере Западного Арала наблюдается глубокое русло, которое является как бы продолжением пролива Узун, соединяющего Восточный Арал с Западным Аралом (см. рис. 9).

17.04.14 в проливе, соединяющем Промежуточный Арал с Восточным Аралом, появился язык холодной воды, который, увеличиваясь в размере, движется на юго-запад и юг. К 07.05.14 эти воды локализовались в самой глубокой впадине Восточного Арала, которая находится недалеко от пролива Узун, соединяющего Западный Арал с Восточным Аралом. Ко 02.07.14 эти воды высохли совсем. К 16.08.14 высох пролив, соединяющий Промежуточный Арал с Восточным Аралом. В этот же день появился язык холодной воды рядом с дамбой, построенной в проливе Берга.



Рис. 9. 17.04.14, terra.true.250m

**Выводы.** 1. Вода в Аральском море в 2013 г. стремительно убывала, несмотря на то, что всё лето и осень 2013 г. над Аральским морем шли дожди.

2. 25.11.13 над Приаральем наблюдаются два небольших вихря, движущихся на север. Центр одного из них находится западнее Аральского моря в

точке с координатами приблизительно 45.70° с.ш.; 57.10° в.д., центр другого – восточнее Аральского моря с координатами приблизительно 45.60° с.ш.; 64.40° в.д.

3. Первый снег появился 01.12.13, первый лёд – 16.12.13. Лёд появился на Северном Арале, на юге Восточного Арала, в Западном Арале (восточный берег) и бухте Тще-Бас (юго-восточный берег) одновременно.

4. Почти весь декабрь и январь Приаралье покрыто толстым слоем облаков.

5. На снимках за 14.01.14 и 15.01.14 хорошо видно, как с юго-запада, по высохшему руслу реки Узбой, идут потоки тёплого воздуха, образовавшие мощный вихрь севернее Аральского моря.

6. На снимках с 01.02.14 по 09.02.14 хорошо видно, как северо-восточный ветер приводит к замерзанию озера Сарыкамыш, а северо-западный ветер сначала к движению и разрушению льда, а затем опять к замерзанию.

7. Максимального покрытия лёд в Аральском море достиг с 11.02.14 по 15.02.14.

8. Начиная с 09.02.14, с юго-запада пошли один за другим потоки тёплого воздуха, из-за которых сначала стал таять снег, а затем и лёд в водоёмах Приаралья. К 16.04.14 лёд полностью растаял.

9. На севере Западного Арала наблюдается глубокое русло, которое является как бы продолжением пролива Узун, соединяющего Восточный Арал с Западным Аралом.

10. 17.04.14 в проливе, соединяющем Промежуточный Арал с Восточным Аралом, появился язык холодной воды, который, увеличиваясь в размере, движется на юг – юго-запад.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузьмичёва Т.Ф. Мониторинг ледового покрытия Аральского моря и других особенностей Приаралья по снимкам, полученным в 2012 – 2013 гг. со спутников AQUA/TERRA сканером MODIS // Системы контроля окружающей среды. – Севастополь: МГИ НАН Украины, 2014. – Вып. 20. – С. 179 – 182.