

**МОНИТОРИНГ ЛЕДОВОГО
ПОКРЫТИЯ АРАЛЬСКОГО МОРЯ
И ДРУГИХ ОСОБЕННОСТЕЙ
ПРИАРАЛЬЯ ПО СНИМКАМ,
ПОЛУЧЕННЫМ
В 2012 – 2013 ГГ. СО СПУТНИКОВ
AQUA/TERRA СКАНЕРОМ MODIS**

Т.Ф. Кузьмичёва

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

В настоящей работе анализируются снимки, полученные в 2012–2013 гг. со спутников AQUA/TERRA сканирующим радиометром MODIS. Описывается изменчивость ледового режима Аральского моря и другие особенности Приаралья в зимний период этого промежутка времени.

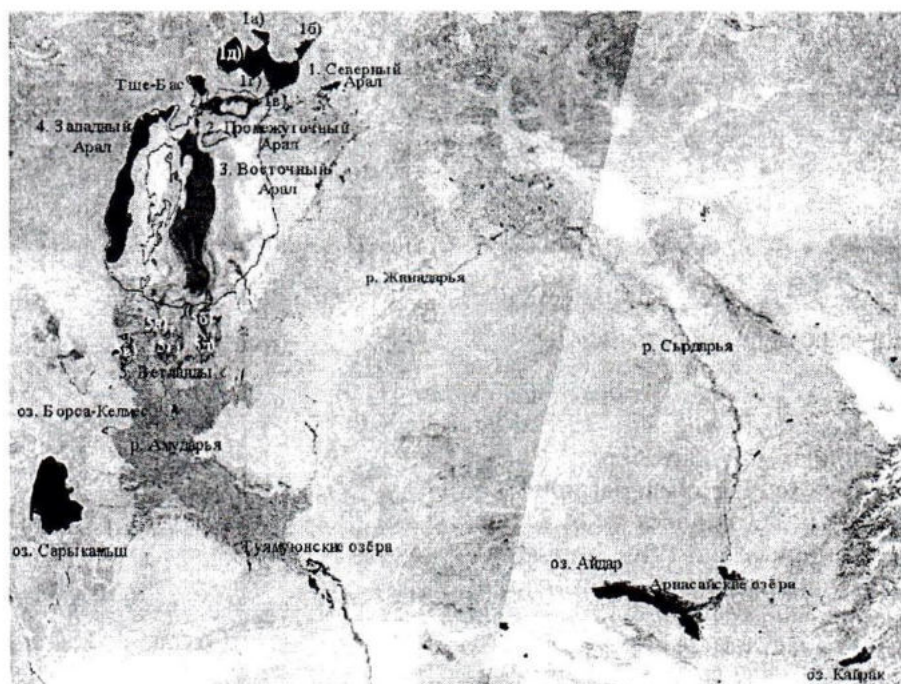
Введение. Проблемы Аральского моря находятся в настоящее время в центре внимания всей мировой научной общественности и по масштабам экологической катастрофы занимают одно из первых мест в мире.

В настоящей работе анализируются снимки, полученные в 2012 – 2013 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>.

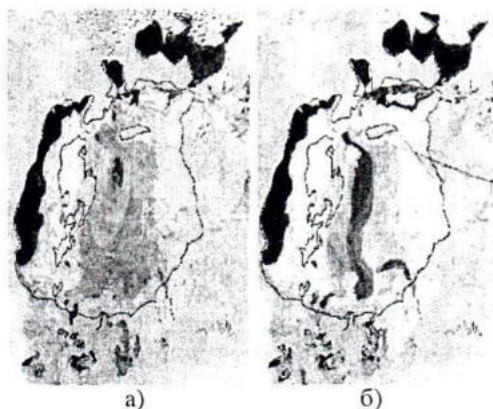
На рис. 1 приведён снимок за 09.10.10, TERRA, с названиями географических пунктов, на которые будут делаться ссылки в настоящей работе.

Результаты анализа спутниковых снимков. Летом и осенью 2012 г. Восточный Арал наполнялся водой. С южной стороны Восточный Арал наполнялся водой из подземного источника, описанного в работе [1]. На севере воды Восточного Арала наполнялись водами Северного Арала, которые, переливаясь через дамбу в проливе Берга, попадали сначала в Промежуточный Арал, затем в пролив, соединяющий Промежуточный Арал с Восточным Аралом и, наконец, в Восточный Арал. Если 14.07.12



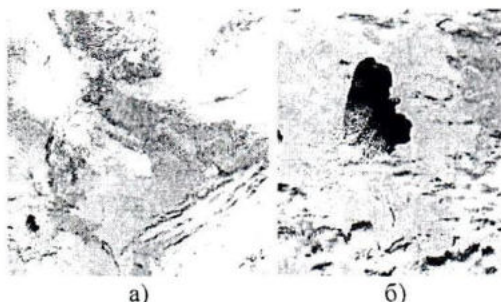
Р и с. 1. Снимок района Приаралья, полученный 09.10.10 со спутника TERRA; 1а) – залив Бутакова, 1б) – залив Сары-Чеганак, 1в) – пролив Берга, 1г) – залив Нессельроде, 1д) – залив Шевченко. Цифрами 5 обозначены ветланды; 5а) – Муйнак-Рыбачье, 5б) – Джилтыр-Бас-2, 5в) – Судочье, 5г) – Междуречье, 5д) – Джилтыр-Бас

Аральское море имело вид, изображённый на рис. 2а, то к осени 2012 г. оно заполнилось водой и приобрело вид, изображённый на рис. 2б.



Р и с. 2. а) Снимок за 14.07.12, terra.721.1km;
б) снимок за 07.11.12, terra.721.1km

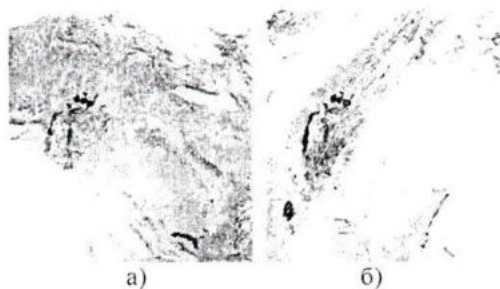
Первое похолодание пришло 12.11.12, когда подул сильный северо-восточный ветер. Это видно по отклонению облака над озером Сарыкамыш (см. рис. 3а, 3б). Верхняя половина снимка занята периферией мощного вихря, центр которого находится где-то на северо-востоке.



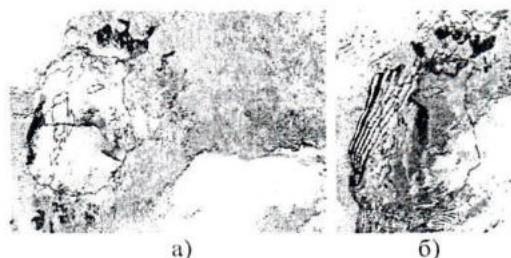
Р и с. 3. а) Снимок за 12.11.12, terra.721.1km;
б) озеро Сарыкамш, тот же снимок

14.11.12 в юго-западном углу снимка появился вихрь (см. рис. 4а). 15.11.12 в северо-западном углу появились облака в виде широких полос, направленных с юго-запада на северо-восток (см. рис. 4б). Когда они исчезли, 19.11.12, восточнее Аральского моря, в долине реки Сырдарья, появился снег (рис. 5а). Через несколько дней этот снег растаял.

17.11.12 над Западным Аралом появилась вереница длинных облаков, оставляющих под собою тень. Длина и направление этих облаков совпадают с длиной и направлением Западного Арала (см. рис. 5б).



Р и с. 4. а) Снимок за 14.11.12, terra.721.1km;
б) снимок за 15.11.12, aqua.721.1km



Р и с. 5. а) Снимок за 19.11.12, terra.721.1km;
б) снимок за 17.11.12, terra.721.1km

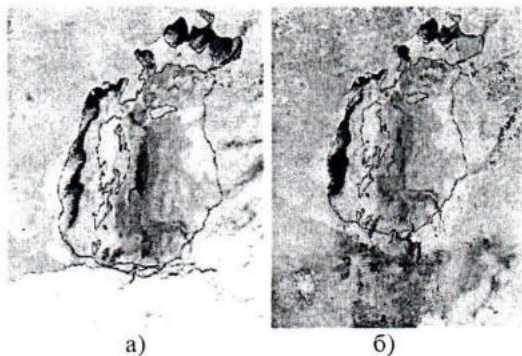
03.12.12, между озером Сарыкамыш и Туямуюнскими озёрами, над самой землёй, при ясной погоде, появился локальный вихрь, граница которого совпадает с границей орошаемых и пустынных земель (см. рис. 6). Похоже, что он состоит из капелек воды, которая испарилась с земли. 04.12.12 он исчез.



Р и с. 6. Снимок за 03.12.12, aqua.721.1km

Снимки за 3 – 5 декабря 2012 г. – последние снимки при ясной погоде перед началом замерзания (см. рис. 6). На этих снимках видно, что ветланды и Промежуточный Арал заполнены водой. В Восточном Арале глубокие воды, окрашенные темно-серым цветом, тянутся полосой от $\approx 44^{\circ} 11'$ с.ш. до $\approx 46^{\circ}$ с.ш. На юго-востоке Восточного Арала хорошо видны воды реки Жанадарья, окрашенные темно-серым цветом, которые соединяются с водами Восточного Арала приблизительно в районе $\approx 44^{\circ} 25'$ с.ш. На юго-западе хорошо видны два удлинённых пятна темно-серого цвета. Здесь когда-то протекал левый приток Амударьи.

На открывшихся из-под облаков снимках, сделанных 11 и 12 декабря, по направлению полос видно, что дует северо-восточный ветер (см. рис. 7).



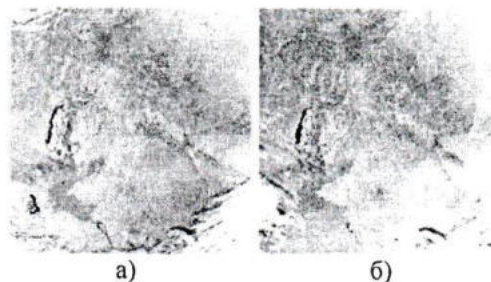
Р и с. 7. а) Снимок за 11.12.12, terra.721.1km; б) снимок за 12.12.12, terra.721.1km

Бухты Бутакова и Сары-Чеганак в Северном Арале, Промежуточный Арал и южная часть Восточного Арала покрыты льдом. 14 декабря покрылся льдом залив Тще-Бас; 15 декабря – Северный Арал и Восточный Арал. В Западном Арале появилась кромка льда вдоль восточного берега. Снег лежит полосой южнее Аральского моря и севернее озера Сарыкамыш. 16 декабря замёрзли ветланды. 17 декабря замёрз залив Чернышёва на севере Западного Арала. На снимке за 16.12.12 видно, что снега в Приаралье практически нет, а над Аральским морем, озёрами Сарыкамыш и Айдар повисли облака из испарившейся воды, которые ветром сносятся на юго-запад.

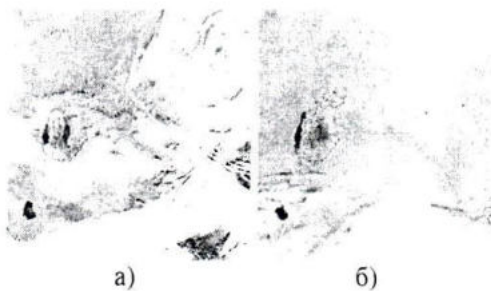
19.12.12 юго-восточнее Аральского моря появился снег. Интерес-

но, что вокруг Аральского моря снега нет (рис. 8б).

На снимке за 23.12.12, *TERRA*, в северо-восточном углу появился мощный вихрь размерами приблизительно 500×500 км² (рис. 9а). Южнее его, в предгорьях Тянь-Шаня (правый берег реки Сырдарья), появилась странная цепь облаков, состоящая из длинных полос, тянущихся с северо-запада на юго-восток, оставляющих под собой тень. Точно такие же полосы появились юго-западнее озера Айдар.



Р и с. 8. а) Снимок за 16.12.12, terra.721.1km; б) снимок за 19.12.12, terra.721.1km



Р и с. 9. а) Снимок за 23.12.12, terra.721.1km; б) снимок за 26.12.12, terra.721.1km

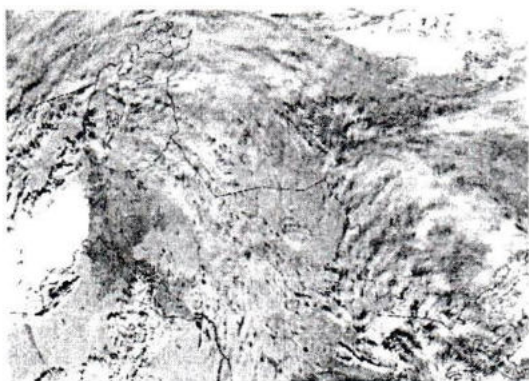
На снимке за 26.12.12 (рис. 9б) видно, что снегом покрыто уже всё Приаралье. Южная и северная части Восточного Арала покрыты льдом. Северная треть Западного Арала полностью покрыта льдом. Ледяные поля появились вдоль южного и восточного берегов Западного Арала.

Снег, растаявший в районе озера Айдар, поднимается вверх в виде крохотных облаков. 24 января такими облаками занята уже вся южная половина Приаралья (рис. 10).

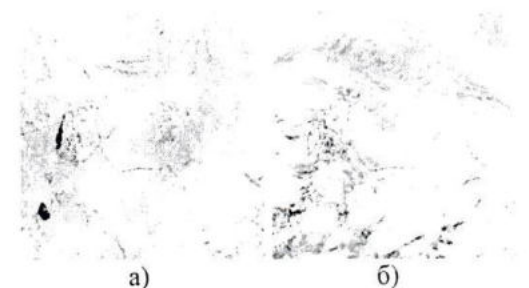
На снимке за 03.01.13 (см. рис. 11а) видно, что верхняя половина снимка занята южной частью мощного вихря. Южная часть Восточного Арала, по ко-

торому протекают русла рек Жанадарья и Амударья, покрыта слоем льда со снегом. Весь январь дует тёплый юго-западный ветер. Почти весь январь Аральское море закрыто плотным слоем облаков.

31.01.13 (см. рис. 11б) над Приаральем наблюдался атмосферный вихрь, представляющий собой диполь, состоящий из циклонического и антициклонического вихря.



Р и с. 10. Снимок за 24.01.13, terra.721.1km



Р и с. 11. а) Снимок за 03.01.13, qua.721.1km;
б) снимок за 31.01.13, terra.721.1km

Весь февраль продолжает дуть тёплый южный – юго-западный ветер. (05–06).02.13 в Аральском море начинает таять лёд на юге Восточного Арала (в русле рек Жанадарья и Амударья) и в ветландах. К 09.02.13 растаял весь снег южнее и юго-восточнее Аральского моря. В конце февраля – начале марта начались дожди. К 07.03.13 (после очередного дождя, пришедшего с запада) растаял лёд в заливе Чернышёва. К 17.03.13 лёд полностью растаял в Восточном Арале (и на юге, и на севере), в ветландах и на подводных вершинах Западного Арала. К 29.03.13 лёд растаял в заливе Тше-Бас и в Промежуточном Арале, к 10.04.13 – в Северном Арале.

Выводы. 1. Летом и осенью 2012 г. Восточный Арал наполнялся водой.

2. Первый снег выпал 19.11.12 восточнее Аральского моря, в долине реки Сырдарья. Через несколько дней этот снег растаял.

3. 03.12.12, между озером Сарыкамыш и Туямуюнскими озёрами, над самой землёй, при ясной погоде, появился локальный атмосферный вихрь, граница которого совпадает с границей орошаемых и пустынных земель.

4. 11.12.12 временное потепление сменилось похолоданием. Лёд появился одновременно в бухтах Бутакова и Сары-Чеганак (Северный Арал), в Промежуточном Арале и на юге Восточного Арала (русла рек Жанадарья и Амударья).

5. Снег в районе Аральского моря появился только 26 декабря. До этого дня он лежал намного южнее.

6. На снимке за 23.12.12, *TERRA*, в северо-восточном углу наблюдается мощный вихрь размерами приблизительно $500 \times 500 \text{ км}^2$.

7. Декабрь зимой 2012 – 2013 гг. оказался самым холодным месяцем. Весь январь и февраль дует тёплый юго-западный ветер.

8. 31.01.13 над Приаральем повис мощный вихрь, представляющий собой диполь, состоящий из циклонического и антициклонического вихрей.

9. В конце февраля – начале марта начались дожди. К 07.03.13 (после очередного дождя, пришедшего с запада) растаял лёд в заливе Чернышёва. К 17.03.13 лёд полностью растаял в Восточном Арале, в ветландах и на подводных вершинах Западного Арала. К 29.03.13 лёд растаял в заливе Тше-Бас и в Промежуточном Арале, к 10.04.13 – в Северном Арале.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузьмичёва Т.Ф. Особенности снимков Аральского моря, выполненных со спутников *AQUA/TERRA* сканером *MODIS* в 2010 – 2012 годах // Системы контроля окружающей среды. – Севастополь: МГИ НАН Украины, 2013. – Вып. 19. – С. 207 – 213.