

## Формирование новой дельты Сырдарьи

С. С. Шинкаренко<sup>1,2</sup>, Д. А. Солодовников<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Волгоградский государственный университет, Волгоград, 400062, Россия*

<sup>2</sup> *Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН, Волгоград, 400062, Россия*  
*E-mails: shinkarenko@volsu.ru, solodovnikov@volsu.ru*

В работе представлены материалы, иллюстрирующие современные процессы дельтообразования в устье Сырдарьи. В конце XX в. катастрофически упал уровень Северного Аральского моря (Малого Арала), одновременно с этим начались процессы образования новой дельты Сырдарьи. Построенная к 2005 г. Кокаральская плотина позволила перехватить сток Сырдарьи и наполнить Малый Арал до проектной отметки в 42 м. Несмотря на повышение уровня приёмного водоёма, сток наносов обеспечил увеличение площади дельты. При этом процессы развития дельты ещё не нашли своих исследователей. Материалы спутниковой съёмки КА Landsat позволяют оценить масштабы происходящих изменений дельтовой части Сырдарьи.

**Ключевые слова:** Аральское море, Сырдарья, Landsat, дельта, пролив Берга, спутниковый мониторинг, Кокаральская плотина

Одобрена к печати: 28.03.2018

DOI: 10.21046/2070-7401-2018-15-2-267-271

Из-за падения уровня Аральского моря в 1987 г. водоём разделился на две части: Малое Аральское море (Северное Аральское море, САМ) и Большое Аральское море (южная часть). Северная часть имела положительный водный баланс, и речной сток при превышении естественного уровня сбрасывался в южную часть (*рис. 1*, см. с. 268). Постепенно из-за возрастающей разницы между отметками северной и южной частей Аральского моря размывалось дно порога, что привело к падению уровня САМ и могло вызвать его деградацию. В итоге было принято решение строительства дамбы между частями Аральского моря. Первые попытки были предприняты в 1990-х гг. В результате строительства песчаной дамбы к 1999 г. уровень САМ поднялся до 42 м, однако из-за нагонных явлений дамба была разрушена, и в том же году уровень упал до рекордно низких отметок — 36,8 м (Духовный, 2017; Кипшакбаев и др., 2010). Плотина в проливе Берга вместе с Кокаральским гидроузлом была воздвигнута по проекту Казгипроводхоза в период с 2002 по 2005 г., и уже весной 2006 г. САМ было наполнено до проектной отметки в 42 м (Духовный, 2017).

В период падения уровня моря произошла существенная перестройка гидрологических процессов в устьевой области Сырдарьи. Снижение водности реки и врезание русла превратило огромную старую дельту Сырдарьи в участок транзитного стока. Исчез главный признак дельты — ветвление потока на рукава. В настоящее время эту часть долины Сырдарьи можно считать реликтовой дельтой. Её гидрографическая сеть состоит из единственного русла, врезанного на несколько метров в окружающую равнину, многочисленных ирригационных каналов и других гидротехнических сооружений. Формирование новой дельты выдвигания (по классификации В. Н. Коротаева (Коротаев, 2012)) началось после стабилизации уровня Малого Арала вблизи отметки 42 м. Следует отметить, что формирующаяся в настоящее время новая дельта Сырдарьи уникальна. Кроме собственно развития дельты, в устьевой области Сырдарьи расположен узел сброса излишков вод из котловины Малого Арала в южную часть Аральского моря. Малый Арал стал своеобразным озером с перемежающимся стоком, у которого место впадения единственной питающей реки практически совпадает с расположением истока вытекающей «реки» (таковой можно считать водопропуск Кокаральской плотины, располагающийся всего в 5–10 км от устьев дельтовых проток Сырдарьи). В результате формируется не имеющая аналогов приточно-сточная устьевая область.

После 1988 г. сток Сырдарьи увеличивается, что приводит к повышению уровня и интенсификации русловых процессов, в результате возрастает транспорт наносов и вынос их в дельтовую часть (Шонбаева и др., 2015). Несмотря на повышение уровня приёмного водоёма, возрастающий сток наносов обеспечивает увеличение площади дельты. Также после завершения строительства постоянного руслового гидроузла Аклак стало возможным устойчивое обводнение дельты и пропуск транзитных расходов воды в САМ. Особенностью дельтовой системы Сырдарьи является то, что в отличие от Амударьинской дельты, имеющей центральный регулятор в виде Междуреченского водохранилища, дельта Сырдарьи завершается САМ, которое аккумулирует весь сток реки после его прохождения через дельту (Духовный, 2017).

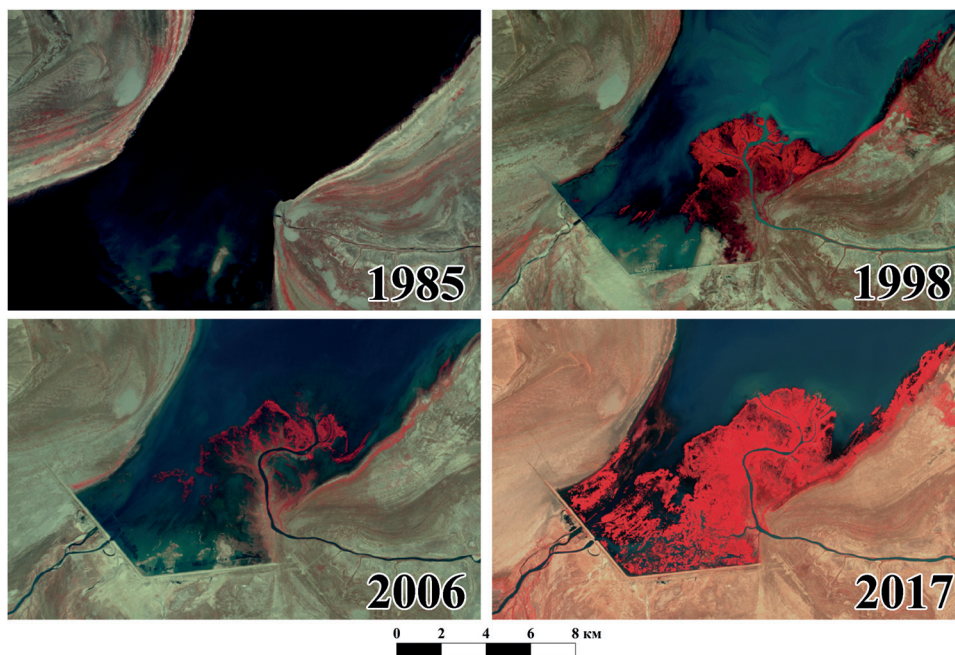


Рис. 1. Фрагменты цветосинтезированных спутниковых изображений устья р. Сырдарьи (комбинации каналов 4-3-2 Landsat-5 и 5-4-3 Landsat-8)

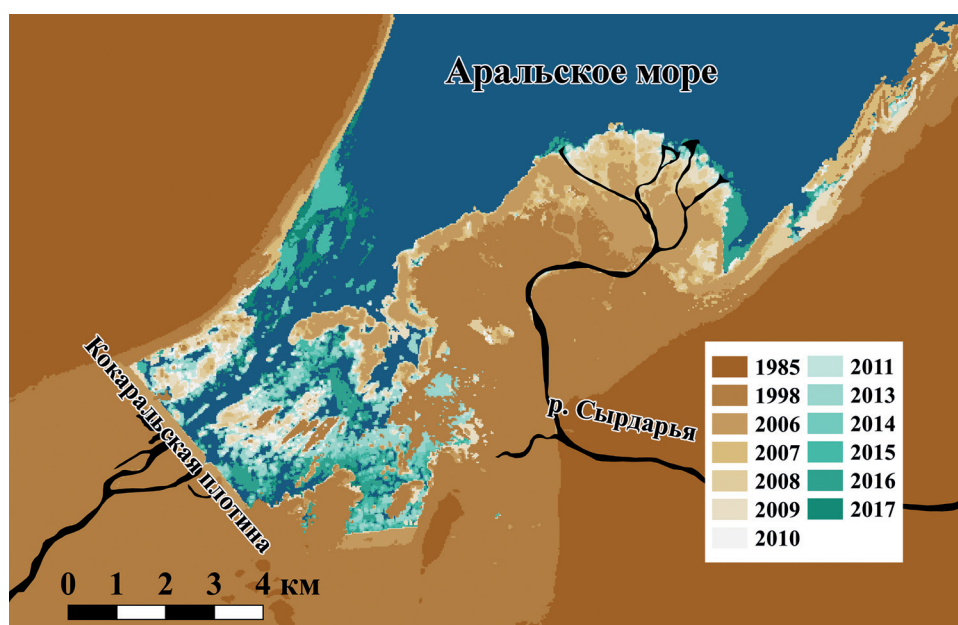


Рис. 2. Схема изменений береговой линии САМ в устьевой области р. Сырдарьи

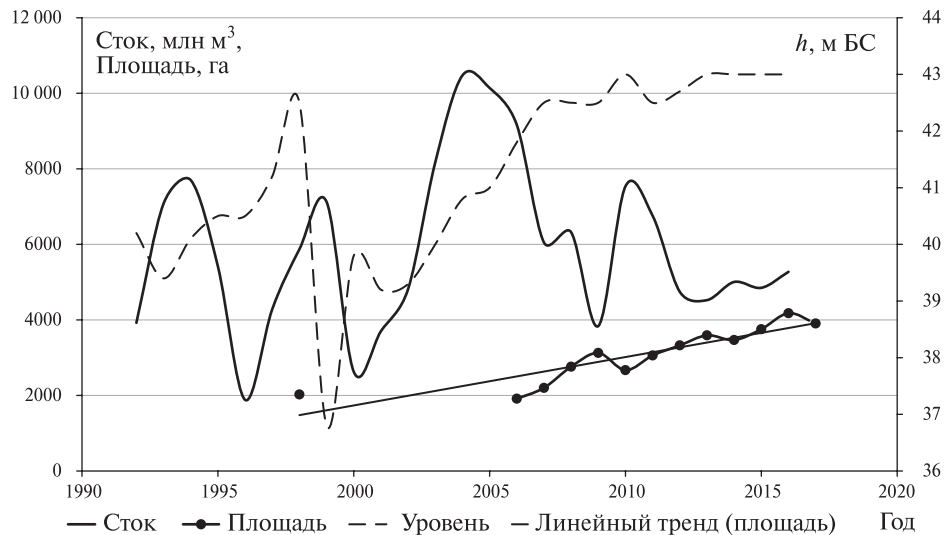


Рис. 3. Изменения годового стока р. Сырдарьи по гидрологическому посту Каратерень, уровня САМ (Духовный, 2017) и площади дельты

Применение материалов дистанционного зондирования позволяет оценить масштабы этих процессов. В работе использованы снимки КА Landsat-5 (от 28 июля 1985 г., 16 июля 1998 г., 7 августа 2006 г., 3 августа 2007 г., 27 июля 2008 г., 2 июля 2009 г., 1 августа 2010 г., 13 июля 2011 г.) и Landsat-8 (от 3 августа 2013 г., 13 августа 2014 г., 16 августа 2015 г., 18 августа 2016 г., 5 августа 2017 г.). На основе классификации комбинации красного и инфракрасного каналов в QGIS 2.14 (SemiAutomatic Classification Plugin) было векторизовано водное зеркало. Вычитанием получившейся маски определены контуры суши и дельты. Сопоставление получившихся полигонов позволяет оценить изменения дельты, а расчёт площадей даёт количественную характеристику процесса (рис. 2, см. с. 268). Для периода до строительства Кокаральской плотины площадь дельты определялась только для тех лет, когда уровень САМ соответствовал современному, — 1985 и 1998 гг. В остальных случаях объективное определение границ дельты невозможно, так как уровень существенно менялся. Площадь дельты увеличилась с 2025 га в 1998 г. до 3905 га в 2017 г. Изменения стока Сырдарьи и соответствующие колебания уровня моря в 2006–2017 гг., безусловно, сказываются на точности определения площади. Тем не менее рост дельтовой части нагляден.

Анализ изменений площади дельты (рис. 3) показывает, что при общем тренде, направленном на увеличение, этот процесс неравномерен. Обращает на себя внимание временной интервал 2009–2011 гг., когда после многоводного 2010 г. площадь дельты в 2011 г. немного уменьшилась по сравнению с 2009 г. Аналогичная ситуация наблюдалась в 2016–2017 гг. В многоводные годы баланс наносов в устьевой области Сырдарьи становится отрицательным из-за усиленного стока (в том числе и твёрдого стока) через Кокаральскую плотину. Близость устья Сырдарьи и водопропуска плотины обеспечивает высокую «чуткость» реакции устьевой геоморфологической системы на любые изменения стока и уровня моря.

Пока процессы развития новой дельты Сырдарьи не охвачены вниманием исследователей, несмотря на огромный интерес к бассейну Аральского моря. На наших глазах происходит формирование новой дельты, что позволяет исследовать разные стадии дельтообразования, как это получилось, например, с Тереком после Каргалинского прорыва. Интересно, что новая дельта Терека также увеличивала площадь даже в периоды повышения уровня Каспия (Михайлова, Кравцова, 2013). В настоящее время дельта Сырдарьи находится на стадии выдвигания, когда русло реки выдвигается в море после выполнения залива САМ наносами. При этом образуются новые рукава. Изучение процессов формирования новой дельты Сырдарьи в условиях повышения уровня приёмного водоёма представляет большой научный интерес. В то же время необходимы планомерные полевые исследования для оценки морфометрических (в частности, высотных) характеристик новой дельты, баланса и состава наносов

устьевой части Сырдарьи. Эти процессы должны привлечь внимание геоморфологов и гидрологов, особенно учитывая планы по модернизации Кокаральского гидроузла для увеличения уровня САМ в рамках проекта «Регулирование русла реки Сырдарьи и сохранение северной части Аральского моря».

### Литература

1. *Духовный В. А.* Аральское море и Приаралье. Обобщение работ НИЦ МКВК по мониторингу состояния и анализу ситуации. Ташкент: Baktria Press, 2017. 123 с.
2. *Кипшакбаев Н., Шуттер Ю., Духовный В. А., Мальковский И. М., Огарь Н. П., Хайбуллин А. С., Япрынцева В. В., Тучин А. И., Яхиева К. К.* Восстановление экологической системы в дельте Сырдарьи и северной части Аральского моря. Алматы: ЭВЕРО, 2010. 220 с.
3. *Коротаев В. Н.* Очерки по геоморфологии береговых и устьевых систем: Избранные труды. М.: Географический факультет МГУ, 2012. 540 с.
4. *Михайлова М. В., Кравцова В. И.* Формирование Новой дельты Терека // Устья рек Каспийского региона: история формирования, современные гидролого-морфологические процессы и опасные гидрологические явления. М.: ГЕОС, 2013. С. 542–559.
5. *Шонбаева Г. А., Шаянбекова Б. Р., Балмаханов А. А., Наурызбаев Р.* Анализ процессов размыва и заиливания русла низовья реки Сырдарья // Наука и мир. 2015. № 3. С. 97–99.

### Formation of a new delta of Syr Darya

S. S. Shinkarenko<sup>1,2</sup>, D. A. Solodovnikov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Volgograd State University, Volgograd 400062, Russia*

<sup>2</sup> *Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Meliorations and Agroforestry RAS  
Volgograd 400062, Russia*

*E-mails: shinkarenko@volsu.ru, solodovnikov@volsu.ru*

Materials illustrating the current processes of delta formation in the Syr Darya estuary are presented in the work. At the end of the 20th century, the level of the Northern Aral Sea (the Small Aral Sea) tragically decreased, and the processes of the new Syr Darya delta formation simultaneously began. The Kokaralsky dam (built by 2005) allowed to intercept the Syr Darya flow and fill the Small Aral Sea to the design level of 42 m. Despite the receiving reservoir level raise, sediment runoff provided to increase the delta area. At the same time, the delta development processes have not been studied properly yet. The satellite imagery of Landsat SC allows to estimate the current changes in the Syr Darya delta part.

**Keywords:** Aral Sea, Syr Darya, Landsat, Delta, Berg Strait, satellite monitoring, Kokaral dam

Accepted: 28.03.2018

DOI: 10.21046/2070-7401-2018-15-2-267-271

### References

1. *Dukhovnyi V. A., Aral'skoe more i Priaral'e. Obobshchenie rabot NITs MKVK po monitoringu sostoyaniya i analizu situatsii* (The Aral Sea and the Aral region. Generalization of SIC ICWC work on condition monitoring and situation analysis), Tashkent: Baktria Press, 2017, 123 p.
2. *Kipshakbaev N., Shutter Yu., Dukhovnyi V. A., Mal'kovskii I. M., Ogar' N. P., Khaibullin A. S., Yapryntsev V. V., Tuchin A. I., Yakhieva K. K., Vosstanovlenie ekologicheskoi sistemy v del'te Syrdarii i severnoi chasti Aral'skogo morya* (Restoration of the ecological system in the delta of the Syr Darya and the northern part of the Aral Sea), Almaty: EVERO, 2010, 220 p.

3. Korotaev V.N., *Ocherki po geomorfologii beregovykh i ust'evykh sistem: Izbrannye trudy* (Essays on the geomorphology of coastal and estuary systems: Selected works), Moscow: Geography Faculty MSU, 2012, 540 p.
4. Mikhailova M. V., Kravtsova V.I., *Formirovanie Novoi del'ty Tereka* (Formation of New delta of Terek), In: *Ust'ya rek Kaspiiskogo regiona: istoriya formirovaniya, sovremennye gidrologo-morfologicheskie protsessy i opasnye gidrologicheskie yavleniya* (The mouths of the rivers of the Caspian region: the history of formation, modern hydrological-morphological processes and dangerous hydrological phenomena), Moscow: GEOS, 2013, pp. 542–559.
5. Shonbaeva G. A., Shayanbekova B. R., Balmakhanov A. A., Nauryzbaev R., *Analiz protsessov razmyva i zaileniya rusla nizov'ya reki Syrdar'ya* (Analysis of the processes of erosion and siltation of the lower Syr Darya river), *Nauka i Mir*, 2015, No. 3, pp. 97–99.