



Научные записки НИЦ МКВК

№ 22

2023

Мониторинг водных ресурсов в Центральной Азии: аналитические аспекты



Научно-информационный центр
Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии
Центральной Азии

**Мониторинг водных ресурсов
в Центральной Азии:
аналитические аспекты**

Ташкент 2023

Оглавление

Анализ водохозяйственной ситуации в бассейнах рек Амударья и Сырдарья в вегетацию 2022 и 2023 годы Эргашев И., Сорокин А.Г.	3
Мониторинг и оценка динамики площадей водной поверхности Рогунского водохранилища Сычугова Л.	6
Методика разработки оценки динамики площадей водной поверхности, ветландов и суши Рузиев И.	11

Анализ водохозяйственной ситуации в бассейнах рек Амударья и Сырдарья в вегетацию 2022 и 2023 годы

Эргашев И., Сорокин А.Г.

В 2022 году в бассейнах рек Амударья и Сырдарья наблюдалось повышение водности по сравнению с предыдущими годами. Так, в бассейне Амударьи фактический сток составил 99% от прогноза, а в бассейне Сырдарьи – 112%. В целом, обеспеченность водозабора в бассейнах рек составила 79% и 86% соответственно.

Однако, ситуация по обеспечению водозабора в бассейнах рек различается по странам. Так, в Казахстане обеспеченность водозабора составила 78%, в Кыргызстане – 64%, в Таджикистане по бассейну Сырдарья – 82 %, а по бассейну Амударья – 95%, в Туркменистане – 83%, в Узбекистане по бассейну Сырдарья – 88 %, а по бассейну Амударья – 69%.

В 2023 году в бассейне реки Амударья наблюдалось повышение, а в бассейне реки Сырдарья наблюдалось снижение водности по сравнению с предыдущими годами. Так, в бассейне Амударьи фактический сток составил 99% от прогноза, а в бассейне Сырдарьи – 87%. В целом, обеспеченность водозабора в бассейнах рек составила 82% в обоих случаях.

Ситуация по обеспечению водозабора в бассейнах рек различается по странам. Так, в Казахстане обеспеченность водозабора за вегетацию 2023 года составила 77%, в Кыргызстане – 70%, в Таджикистане по бассейну Сырдарья – 75 %, а по бассейну Амударья – 98%, в Туркменистане – 91%, в Узбекистане по бассейну Сырдарья – 85 %, а по бассейну Амударья – 73%.

Сравнительный анализ водохозяйственной ситуации в бассейнах Амударьи и Сырдарьи по основным показателям приводится в таблице.

Таблица

**Основные показатели водохозяйственной ситуации
в бассейнах рек Амударья и Сырдарья
в вегетацию 2022 и 2023 годы**

Показатель	Бассейн Амударьи		Бассейн Сырдарьи	
	2022	2023	2022	2023
Водные ресурсы, факт *				
- в % от нормы стока	85	91	97	84
- в % от прогноза	99	99	112	87
Обеспеченность водозабора, в целом, %	79	82	86	82
Обеспеченность по странам, %				
-Республика Казахстан	-	-	78	77
-Кыргызская республика	-	-	64	70
-Республика Таджикистан	95	98	82	75
-Туркменистан	83	91	-	-
-Республика Узбекистан	69	73	88	85
Приток в Приаралье, км ³	0.94	1.2	0.34	0.34

**Водные ресурсы по бассейну Амударьи приняты по не зарегулированному стоку реки Амударья в створе выше водозабора в Гарагумдарью (водность), водные ресурсы бассейна Сырдарьи – по суммарному притоку к водохранилищам Токтогульской, Андижанской, Чарвакской ГЭС.*

В бассейне реки Амударьи объём водозабора выше, чем в бассейне реки Сырдарьи. Это связано с тем, что Амударья является более крупной рекой и имеет большие подвешенные площади.

Обеспеченность водозабора в целом по бассейнам рек Амударья и Сырдарья остается ниже, чем в среднем по странам Центральной Азии.

Это связано с тем, что в этих бассейнах находится большое количество орошаемых земель, которые потребляют значительные объемы воды.

Приток в Приаралье в 2022 году составил 0,94 км³ в бассейне Амударьи и 0,34 км³ в бассейне Сырдарьи. Это также меньше, чем в предыдущие годы. Несмотря на усилия МКВК, приток в Приаралье остается значительно ниже, чем до 1991 г.

В целом, состояние водных ресурсов бассейна Аральского моря оценивается как удовлетворительное. Однако, в некоторых странах бассейна, таких как Казахстан, Кыргызстан и Узбекистан, обеспеченность водозабора остается низкой. Это связано с тем, что в этих странах водные ресурсы используются в основном для орошения сельскохозяйственных угодий

Для дальнейшего улучшения ситуации необходимо внедрять меры по повышению эффективности использования водных ресурсов, в том числе путем модернизации ирригационных систем.

Рекомендации

Для улучшения ситуации с водообеспеченностью в бассейнах рек Амударья и Сырдарья необходимо:

- Продолжить реализацию совместных проектов по рациональному использованию водных ресурсов между странами Центральной Азии.
- Внедрять меры по повышению эффективности использования водных ресурсов, в том числе путем модернизации ирригационных систем.
- Развивать альтернативные источники водоснабжения, такие как повторные использования воды и использование подземных вод.

Реализация этих рекомендаций позволит обеспечить устойчивое развитие региона и предотвратить дальнейшее опустынивание Аральского моря.

Мониторинг и оценка динамики площадей водной поверхности Рогунского водохранилища

Сычугова Л.

Одним из наиболее высокоточных методов дешифрирования воды является метод, основанный на водных индексах. Наиболее распространенным водным индексом является Normalized Difference Water Index (NDWI), который ослабляет влияние неводных объектов, таких как растительность и почва. Xu Н. (2006) установил, что индекс NDWI не является эффективным и достаточно точным для выявления водных поверхностей. На основе индекса NDWI был сформирован Modification of Normalized Difference Water Index (MNDWI), который может ослабить воздействие почвы и зданий. Но этот индекс не является достаточно эффективным при некоторых условиях, если имеются асфальтные дороги, тени от гор, высотные здания или облака.

В 2012-2019 гг. для определения площади водной поверхности и ветландов данные спутниковых снимков оцифровывались вручную с сопоставлением индекса NDVI (Normalized Difference Vegetation Index / Нормализованный разностный вегетационный индекс).

Ниже приведены результаты спутниковых снимков Landsat 8,9 Рогунского водохранилища, обработанные с использованием индекса NDVI.

NDVI рассчитывается по формуле

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED),$$

где *NIR* и *RED* соответствуют номеру спектрального канала спутниковых снимков.

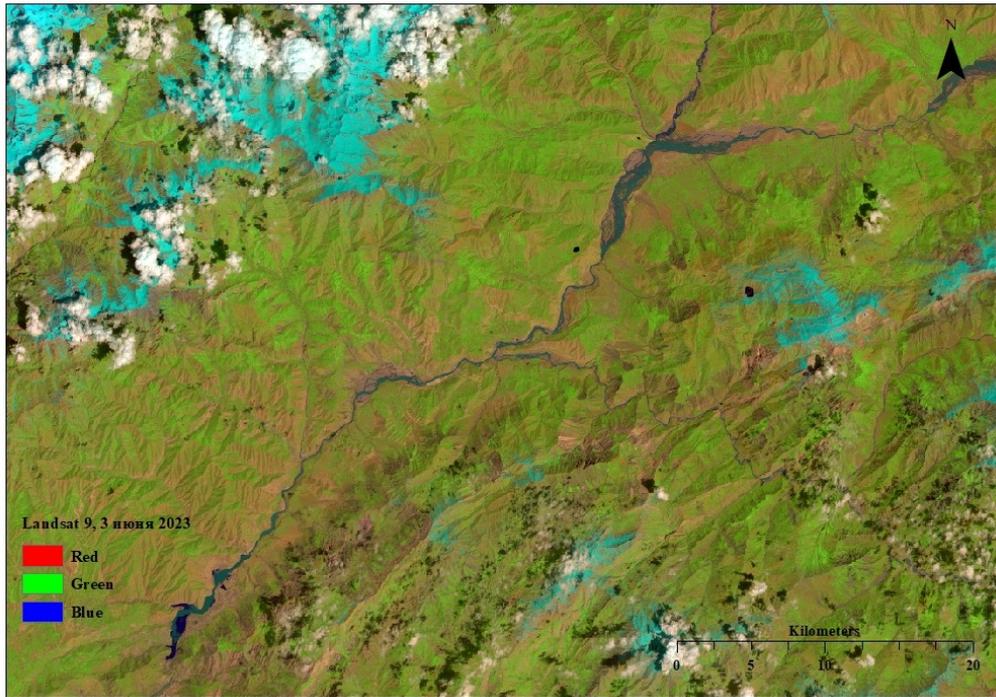


Рис. 1. Рогунское водохранилище по данным Landsat 9

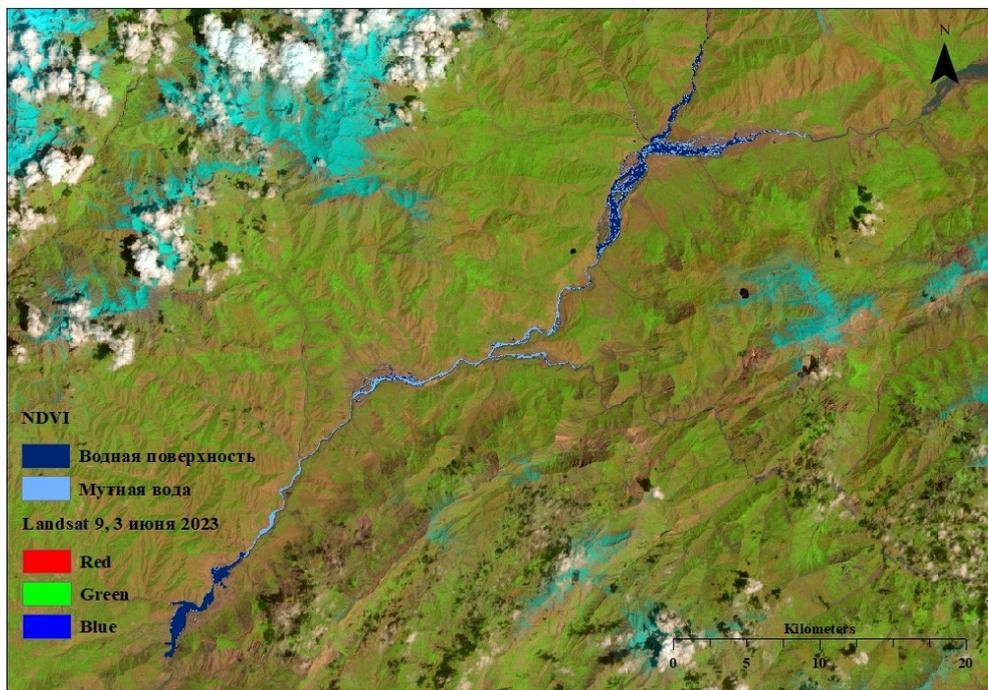


Рис. 2. Результат мониторинга динамики площадей водной поверхности Рогунского водохранилища по спутниковым снимкам Landsat 9 за 3 июня 2023 г.

NDVI принимает значение в диапазоне от -1 до 1, что обозначает плотность и интенсивность растительного покрова. Вода, а также снег и облака принимают отрицательные значения. Индекс NDVI является более чувствительным к наземным объектам и поэтому при мониторинге водной поверхности выделена чистая вода и мутная вода в Рогунском водохранилище. Диапазон значений мутной воды изменчив, скорее всего это зависит от обильности мутности в воде. Мутность воды принимает положительные значения. В таблице приведены результаты мониторинга площади Рогунского водохранилища.

Таблица

Результаты мониторинга площади водной поверхности Рогунского водохранилища по данным спутника Landsat 8,9 в 2023 году

№	Дата снимка	Площадь чистой воды, км ²	Площадь мутной воды, км ²
1	10 мая	17,52	
2	18 мая	6,24	20,88
3	3 июня	12,78	9,93

Отслеживание канала Куштепа по Landsat 8,9 проводилось с использованием паншарпенингового процесса. Данные спутников Landsat 8,9 имеют пространственное разрешение 30 м, для повышения качества идентификации канала Куштепа необходимо улучшить пространственное разрешение снимков. Для этого необходимо для спутникового снимка провести паншарпенинг (Pan sharpening).

Паншарпенинг – это процесс объединения панхроматических изображений с высоким разрешением и мультиспектральных изображений с низким разрешением для создания единого цветного изображения с высоким разрешением. Чтобы применить технику паншарпенинга, изображения должны иметь географическую привязку или иметь одинаковые размеры. В идеале мультиспектральные и панхроматические изображения должны быть получены с одного и того же датчика. Большинство новейших мультиспектральных датчиков, в том числе и

Landsat 8,9 включают панхроматический диапазон, пространственное разрешение которого равен 15 м. Паншарпенинг идеально подходит для улучшения визуальной четкости изображения для дешифрирования или оцифровки.

Ширина полосы съемки спутника Landsat 8,9 составляет 185 км, поэтому необходимо было построить мозаику двух изображений за разные даты. Разница в датах только один день. Длина канала рассчитывалась в программном обеспечении ArcMap при помощи инструмента «Measure». Ниже приведены результат изменения канала Куштепа.

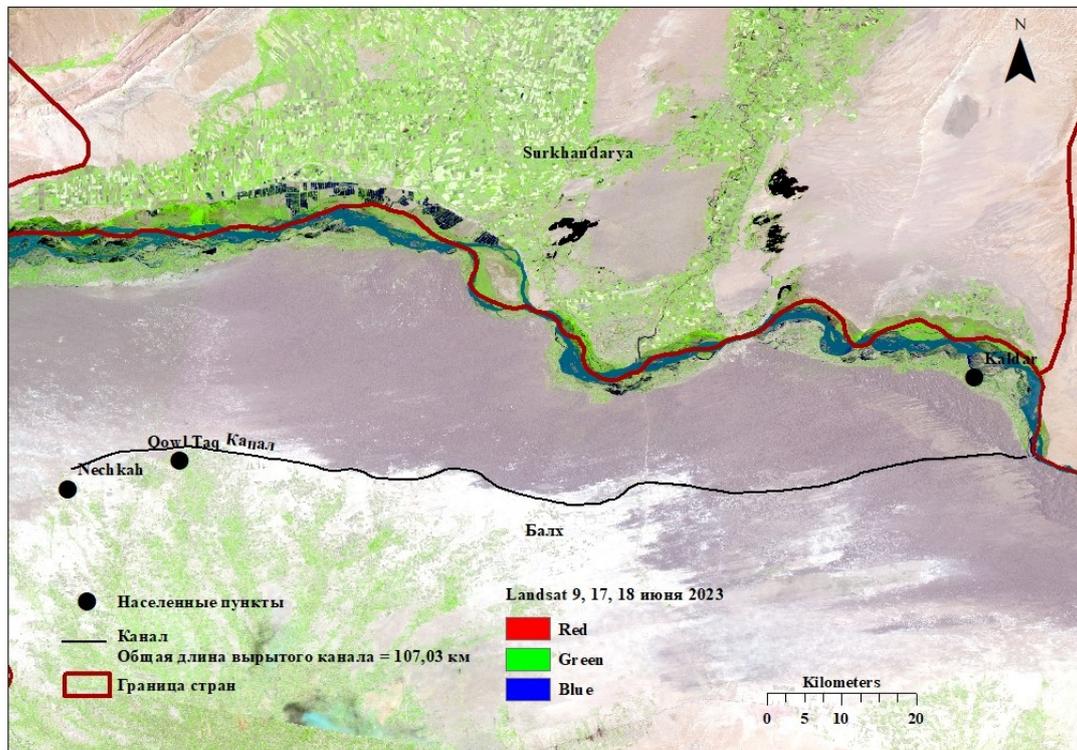


Рис. 3. Общая длина вырытого канала (17 и 18 июня 2023)

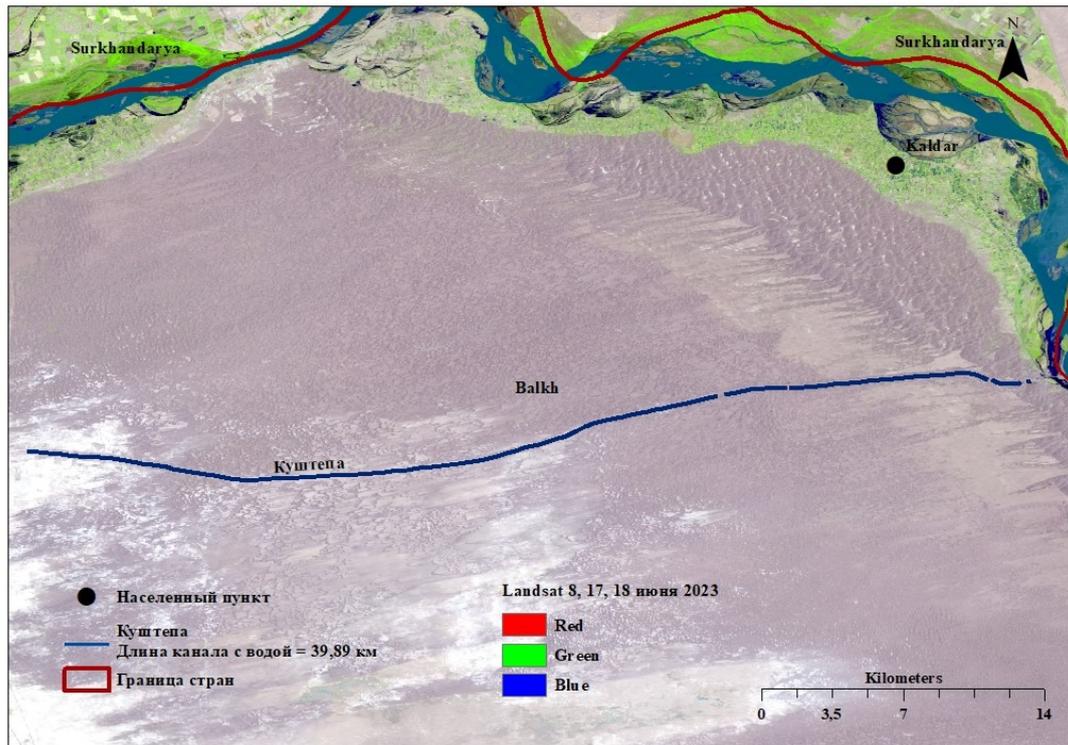


Рис. 4. Длина канала с водой (17 и 18 июня 2023)

В результате визуального дешифрирования отмечено, что канал Куштепа не соединен с Амударьей. Канал Куштепа заполняется водой за счет подземных вод Афганистана.

Использованная литература

1. Курганович К.А., Носкова Е.В. Использование водных индексов для оценки изменения площадей водного зеркала степных содовых озер юго-востока Забайкалья, по данным дистанционного зондирования, Вестник ЗабГУ №06, (121), 2015, стр. 16-24.
2. Функция Панхроматическое слияние (Pan-sharpening) / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/10.3/manage-data/raster-and-images/pansharpening-function.htm>

Методика разработки оценки динамики площадей водной поверхности, ветландов и суши

Рузиев И.

С 2019 г. НИЦ МКВК начал использовать новую методику распознавания водной поверхности и ветландов на основе контролируемой классификации значения пикселей (Automated Water Extraction Index, AWEI), разработанную под руководством д-ра Ш. Кенжабаева. Границы водных объектов и ветландов (т.е., озерная система Судочье, Междуреченское водохранилище, озера Макпалкуль, Джылтырбас и др.), оцифрованные вручную в 2016 г., использовались в качестве «условной проектной» территории, где статистика велась относительно суммы площадей открытой водной поверхности и ветландов этих водоемов (т.е., общая площадь водоема = площади открытой воды + площади ветланда).

Данный метод сводит к минимуму вероятность ошибочного отнесения/оцифровки площадей к водной или земной поверхности (например, из-за покрытия воды растениями). Однако, вопрос определения площади водно-болотных угодий (ветландов), т.е. возможность отличить ее от поверхности суши (сухих, деградированных земель) все-таки оставался открытым. При этом, площади покрытия ветландов в границах 2016 г. существенно изменились за последние годы, в основном в сторону уменьшения/высыхания (вместо ветландов появились сухие, деградированные земли). Поэтому, в начале 2022 г. проведено исследование с целью усовершенствования методики, предложенное в 2019 г. Для этого определены пороговые значения открытой водной поверхности (глубина воды 5-25 см в зависимости от прилива и отлива воды), ветланды (глубина воды до 5 см, мокрая и влажная почва), а также неводные объекты (все другие земельные покрытия, кроме открытой воды и ветландов) по 10 спектральным индексам (включая NDVI и AWEI). На основе результатов исследования, были выбраны пороговые значения NDVI (< -0.001 для открытой воды, $-0.001 \div 0.05$ для ветланда и > 0.05 для других земельных покрытий) в целях дальнейших классификаций водных объектов.

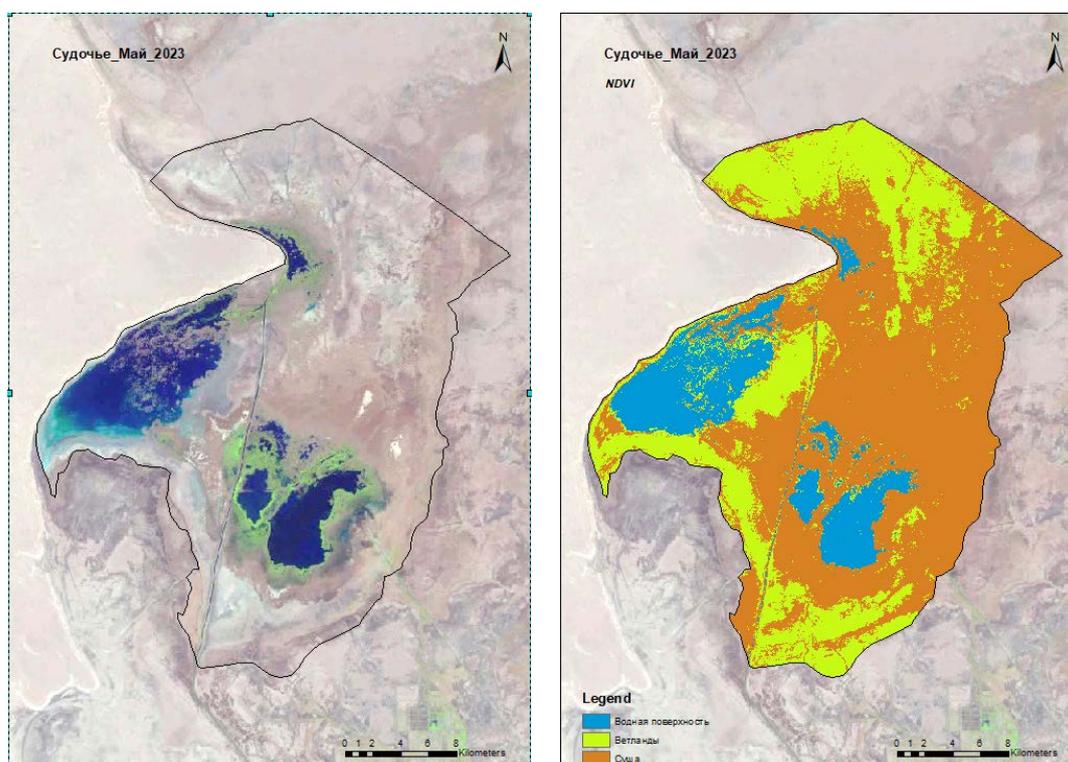
В настоящее время материалы (2021 и 2022 гг.) обновлены по усовершенствованной методике. В этой связи могут наблюдаться некоторые расхождения при сопоставлении.

Ниже приведены результаты обработки спутниковых снимков Landsat 8, 9 озера Судочье, обработанные с использованием индекса NDVI.

NDVI рассчитывается по формуле:

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED),$$

где *NIR* и *RED* соответствуют номеру спектрального канала спутниковых снимков.



Водоем	Водная поверхность, га	Ветланды, га	Суша, га
Судочье (май 2023)	9473	21413	41811

Использованная литература

Remote Sensing Based Water Surface Extraction and Change Detection in the Central Rift Valley Region of Ethiopia (doi:10.5923/j.ajgis.20160502.01).

Верстка: Беглов И.

Подготовлено к печати
в Научно-информационном центре МКВК

Республика Узбекистан, 100 187,
г. Ташкент, м-в Карасу-4, д. 11А

sic.icwc-aral.uz