

## Мониторинг водных объектов с использованием ГИС-технологий на примере озера Камыстыбас

*Ю. Г. Школьная<sup>1\*</sup>, А. В. Ершов<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация

\* e-mail: shkohnaya-yug2018@.sgugit.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрено использование данных дистанционного зондирования Земли мониторинга и применение ГИС-технологий в решении задачи автоматизации ведения мониторинга водных объектов. В качестве объекта исследования было выбрано озеро Камыстыбас, распотожненное в Республике Казахстан. Приведены результаты исследования, показывающие наличие проблемы уменьшения водной поверхности озера.

**Ключевые слова:** мониторинг, ГИС-технологии, данные дистанционного зондирования Земли, мультиспектральные снимки, индекс NDVI

## Monitoring of water bodies using GIS technologies on the example of Lake Kamystybas

*Yu. G. Shkolnaya<sup>1\*</sup>, A. V. Ershov<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

\* e-mail: shkohnaya-yug2018@.sgugit.ru

**Abstract.** The article discusses the use of remote sensing data of Earth monitoring and the use of GIS technologies in solving the problem of automation of monitoring of water bodies. Lake Kamyslybas, located in the Republic of Kazakhstan, was chosen as the object of research. The results of the study are presented, showing the presence of the problem of reducing the water surface of the lake.

**Keywords:** monitoring, GIS technologies, Earth remote sensing data, multispectral images, NDVI index

Государственный мониторинг водных объектов является составной частью системы государственного мониторинга окружающей среды и природных ресурсов и осуществляется на всех водных объектах, входящих в водный фонд Республики Казахстан. Государственный мониторинг водных объектов включает мониторинг поверхностных вод, а также мониторинг подземных вод, который является неотъемлемой частью мониторинга недр.

Водные ресурсы планеты возобновимы, и человечество почему-то считает, что этот источник неисчерпаем, однако это не так. Истощение запасов воды в некоторых местах планеты проявляется очень остро. Питьевая и техническая вода становится все более недоступной для некоторых стран или их регионов.

Сокращение количества воды – актуальная и серьезная экологическая проблема глобального масштаба. Причины обмеления водотоков – сезонные климатические изменения и влияние антропогенных факторов.

Проблема высыхания Аральского моря давно замечена и изучена. Были приняты необходимые меры по предотвращению этой экологической проблемы. Но рядом с Аральским морем расположено множество озер с аналогичной проблемой, одним из таких озер является озеро Камыстыбас.

Системы озер и водно-болотных угодий дельты Сырдарьи являются основой устойчивого существования водных и прибрежных экосистем, основой для рыболовства и производства кормов, необходимым условием для существования населения Казалинского и Аральского районов.

Цель исследования заключается в проведении мониторинга водной поверхности озера Камыстыбас.

Для достижения поставленной цели, необходимо решить следующие задачи:

- собрать исходные данные для работы в виде данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) за определенные временные периоды;
- отвекторизовать контуры озера Камыстыбас;
- сравнить границы озера Камыстыбас по всем временным космоснимкам;
- установить существует ли проблема высыхания озера;
- рассчитать масштаб и тенденцию изменения границ озера.

Для начала рассмотрим, что представляет собой непосредственно сам мониторинг и в частности мониторинг водных объектов.

Мониторинг – это система отслеживания процессов, происходящих в природе в изменяющихся условиях окружающей среды. Это многофункциональная информационная система, в задачи которой входит мониторинг, оценка и прогнозирование состояния окружающей природной среды с целью предотвращения критических ситуаций.

Мониторинг водных объектов представляет собой систему текущего (непрерывного) и комплексного анализа состояния водных ресурсов. Он включает учет и контроль качественных и количественных характеристик во времени, а также систему развития и сохранения водных объектов в различных режимах использования [1].

Объектом исследования в данной работе было взято озеро Камыстыбас – соленое озеро в дельте реки Сырдарья, расположенное в восточной части Приаралья к западу от Кызылординской области в Казахстане. На крутых берегах озера расположена песчаная полоса пляжа обычно шириной 1–4 м, которая местами сменяется галечным пляжем и крупнозернистым песчаником. Расположение и ширина водной и прибрежно-водной растительности (травяных болот) зависит от водности, изрезанности береговой линии и глубины врезки. Ширина участков с интразональной луговой растительностью колеблется от 30 до 600 м. Преобладают тростниковые заболоченные луга и однолетние солянковы луга. Последние образуют сочетания с зарослями кустарников. Антропогенное нарушение растительного покрова среднее и вызвано перевыпасом, распашкой склонов и местами отдыхом. Выровненные участки пиков и склонов холмов вспаханы и местами заброшены [2].

В качестве исходных данных были использованы космические снимки Landsat геологической службы США, так она является единственным ресурсом, на котором можно получить разновременные космические снимки на территорию всей планеты [3, 4]. Космические снимки доступны в открытом доступе любому пользователю, зарегистрировавшемуся на официальном сайте службы. Период наблюдения был взят с 2017 по 2020 гг. Так как уровень воды в водных объектах меняется в зависимости от времени года, для наблюдения за озером были выбраны снимки, сделанные в один и тот же месяц в течение нескольких лет. Поскольку важным условием в выборе космоснимков является наименьшее количество облачности на снимке, этим месяцем был выбран апрель, из-за минимальной облачности на снимках в этот период года. На (рис. 1). представлены космические снимки озера Камыстыбас за период с 2017 по 2020 гг.

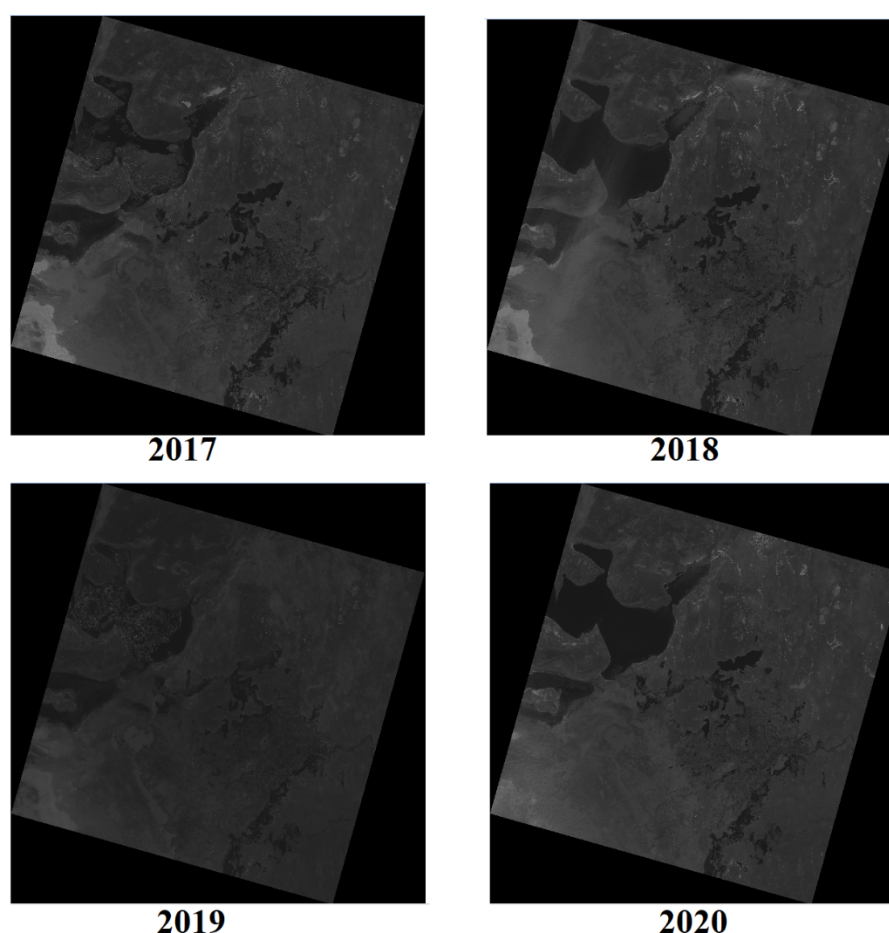


Рис. 1. Космические снимки озера Камстыбас за период с 2017 по 2020 гг.

Полученные космоснимки, сделанные спутником ДЗЗ Landsat 8, являются мультиспектральными, то есть их можно рассматривать в различных каналах видимой части спектра, чтобы выделять такие объекты, как водоёмы, растительность или антропогенные объекты. Для выделения на снимках озера был выполнен расчет индекса NDVI, который можно использовать для определения и мо-

нитинга изменений содержания поверхностных вод. Этот индекс использует контраст характеристик двух каналов из набора мультиспектральных растровых данных. Он вычисляется с использованием ближнего инфракрасного и красного каналов.

Вычисление индекса NDVI было выполнено с использованием инструмента «Калькулятор растров», содержащемся в геоинформационной системе MapInfo Pro 2019. Удобство использования этого инструмента заключается в том, что он содержит уже готовые выражения в виде формул для арифметических операций над каналами растровых данных [5–7].

В результате проведенного расчета было получено одноканальное растровое изображение, каждый пиксель которого имеет значения в пределах от  $-1$  до  $1$ , что соответствует диапазону значений, в которых варьируется индекс NDVI. Результат расчета индекса NDVI для снимка спутника Landsat 8 представлен на (рис. 2).

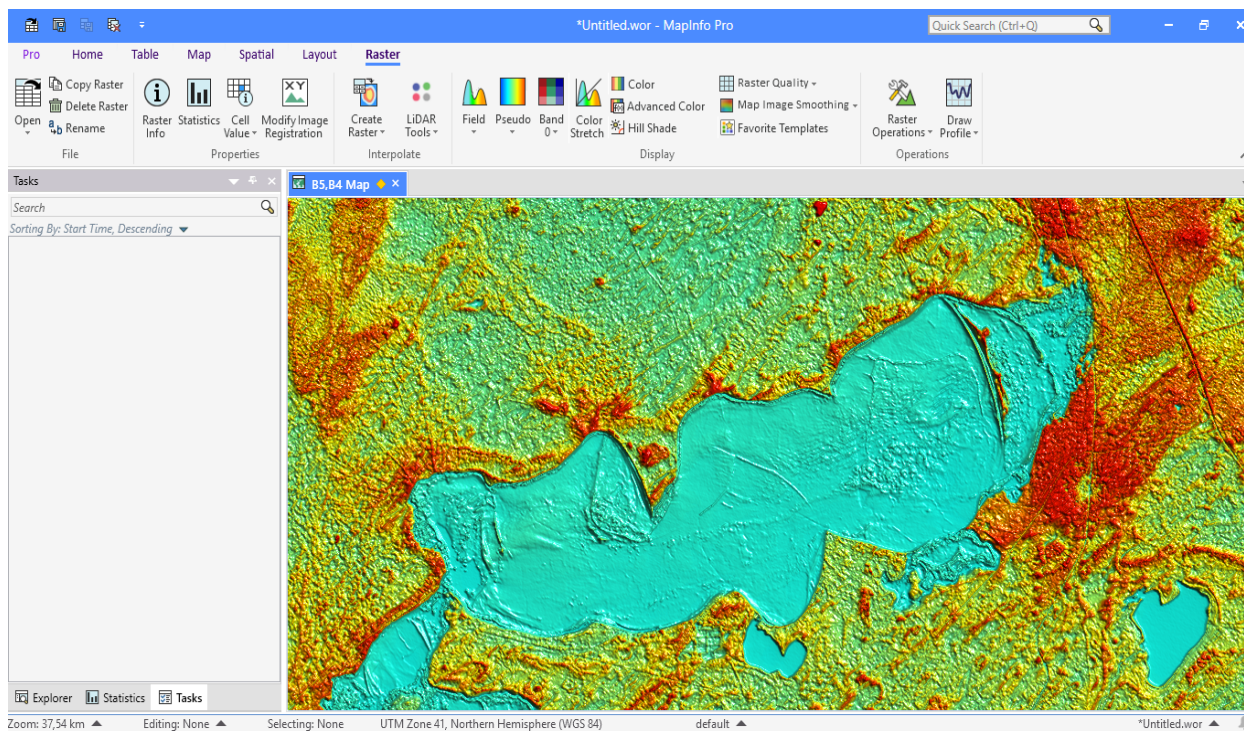


Рис. 2. Результат расчета индекса NDVI для снимка спутника Landsat 8

Следующим этапом была векторизация контура озера на основе полученного растрового изображения. Для определения контура озера была использована функция полигонизации растра, которая соблюдает единый полигон на основе групп пикселей в пределах заданных значений. Пиксели изображения, которым соответствует водная поверхность, имеют отрицательные значения индекса NDVI в пределах от  $-1$  до  $-0.2$ . В результате полигонизации растров были смоделированы контуры исследуемого озера за период с 2017 по 2020 гг, представленные на (рис. 3).

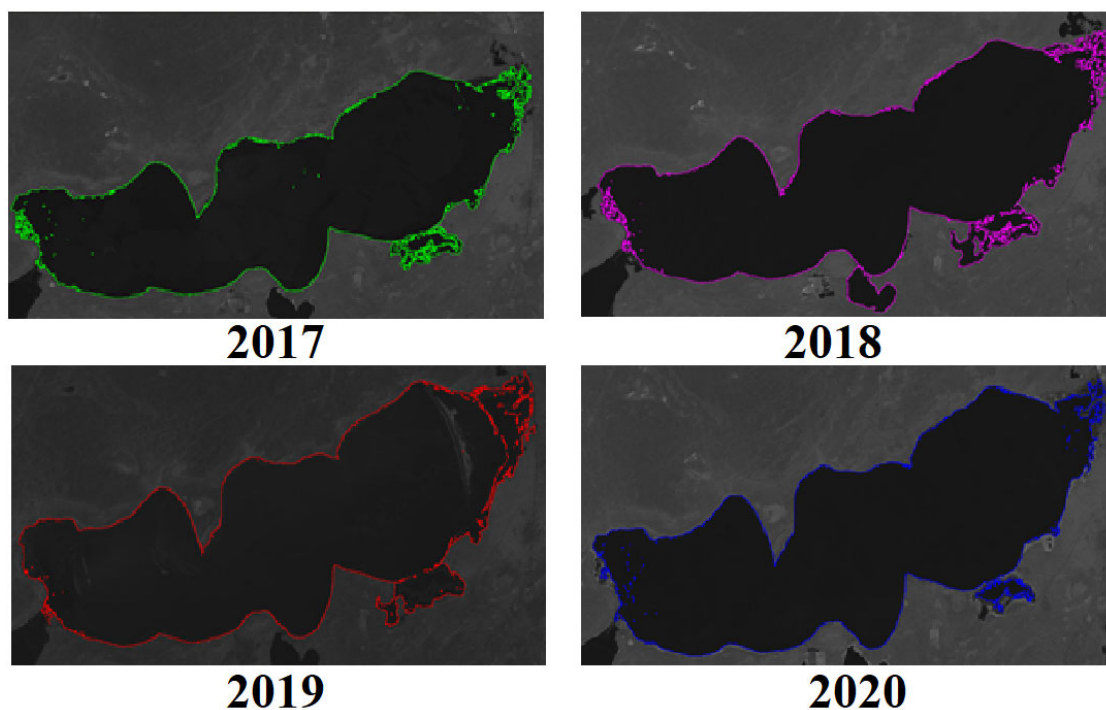


Рис. 3. Полученные контуры озера Камыстыбас за период с 2017 по 2020 гг

На основе полученных контуров можно проследить динамику изменение границ озера и выполнить расчет изменения его площади. На (рис. 4). представлено сравнение контуров озера Камыстыбас.



Рис. 4. Сравнение контуров озера Камыстыбас

Значения площади озера Камыстыбас, представленные в таблице, наглядно демонстрируют проблему высыхания озера, ее масштаб и тенденции.

## Значения площади озера Камыстыбас

Год наблюдения	Площадь озера, км <sup>2</sup>
2017	165,2
2018	173,3
2019	169,6
2020	158,5

Исходя из полученных данных можно сделать вывод, что наибольшее «высыхание» озера произошло в период с 2019 по 2020 год. Площадь озера уменьшилась на 11,1 км<sup>2</sup>, что говорит о необходимости принятия необходимых мер по ликвидации данного негативного процесса.

В случае отсутствия возможности восстановления прежних границ озера возникает необходимость внесения в государственный земельный кадастр Республики Казахстан уточненных границ водного объекта с последующим изменением границ его водоохранной зоны.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Постановление Правительства Республики Казахстан от 26 января 2004 года N 85 САПП Республики Казахстан, 2004 г., N 3, ст.45 [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://cawater-info.net/library/rus/kaz\\_85\\_2004.pdf](http://cawater-info.net/library/rus/kaz_85_2004.pdf).
2. Кипшакбаев Н., Соколов В.И. Водные ресурсы бассейна Аральского моря – формирование, распределение, водопользование. /Сборник научно-практической международной конференции «Водные ресурсы Центральной Азии». Алматы, 2002. – С.47-55.
3. Identification of Water Bodies in a Landsat 8 OLI Image Using a J48 Decision Tree / T. D. Acharya, D. H. Lee, I. T. Yang, J. K. Lee // Sensors. – 2016. – Vol. 16. – No. 7. – P. 1075.
4. NASA Earth Observatory. Night Lights 2012 Map [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://earthobservatory.nasa.gov/images/79765/night-lights-2012-map>.
5. Яковенко, Н. В. ГИС-технологии как эффективный инструмент исследования водно-озерных объектов / Н. В. Яковенко, Д. С. Марков, Е. П. Туркина // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5. – С. 617.
6. Геоинформационные системы: разработка комплексного геоинформационного проекта для оценки состояния земельных ресурсов прибрежной территории Новосибирского водохранилища [Текст]: учеб.-метод. пособие / А. В. Дубровский, А. В. Ершов, О. И. Малыгина. – Новосибирск: СГУГиТ, 2018. – 55 с.
7. Донцов А.А., Пестунов И.А., Рылов С.А., Суторихин И.А. Автоматизированный мониторинг площадей акваторий озер и водохранилищ по спутниковым данным // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017. XIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 17–21 апреля 2017 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2017. Т. 2. – С. 38–45.

© Ю. Г. Школьная, А. В. Ершов, 2022