

Правительство Республики Татарстан
Министерство цифрового развития государственного управления,
информационных технологий и связи Республики Татарстан
Казанский (Приволжский) Федеральный университет
ГКУ «Центр цифровой трансформации Республики Татарстан»
ГУП «Центр информационных технологий Республики Татарстан»



ТАТАРСТАНСКИЙ
НЕФТЕГАЗОХИМИЧЕСКИЙ
ФОРУМ



Посвященный году науки и технологий

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
**«АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ГЕОДЕЗИИ
И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ»**

**ПРОГРАММА
ТЕЗИСЫ И ДОКЛАДЫ**

**31 августа-
1 сентября
Казань 2021**



Оценка трансформации берега куйбышевского водохранилища вблизи археологических памятников «Лаишево» и «Остолопово» Республики Татарстан по данным ДЗЗ

И.И.Гайнуллин¹, А.М. Гафуров², М.А.Иванов², Б.М. Усманов²

¹ АНО «НИЦ «Страна городов»

² Казанский (Приволжский) федеральный университет

Куйбышевское водохранилище является крупнейшим в системе Волго-Камского каскада. Среди искусственных водохранилищ России почти по всем показателям оно отличается самыми высокими значениями переформирования прибрежной зоны. Именно поэтому необходимо осуществлять постоянный сбор информации о состоянии и тенденциях развития опасных экзогенных процессов, представляющих опасность для разрушения берегов (Usmanov и др., 2018). Одним из последствий развития таких процессов является разрушение археологических памятников. Актуальными также остаются вопросы, связанные с изъятием больших площадей из землепользования, несоответствие границ кадастрового деления и реального положения береговой линии.

В докладе представлены результаты исследований средневековых археологических памятников, Лаишевского и Остолоповского селищ, а также Остолоповского городища с использованием данных разновременного дистанционного зондирования и современных методов полевых исследований. Изученные участки находятся в зоне активной трансформации берегов и разрушаются с момента создания Куйбышевского водохранилища (Gaynullin и др., 2014).

Остолоповские селище и городище расположены в Алексеевском районе Республики Татарстан, на левом берегу реки Камы. Памятники датируются началом XI – второй половиной XII века, известны с XIX века, археологически описаны и зафиксированы в 1965 году. В 1997-2017 годах стационарные исследования на Остолоповском городище проводились К.А. Руденко.

Лаишевское селище расположено на правом берегу реки Камы, датируется X-XIV веками. Регулярные исследования памятника начались в 1960-х годах. Западная часть поселка в конце 1990-х годов была полностью застроена дачными участками и стала недоступной для исследований. Восточная часть поселка к концу 2010-х годов была практически полностью размыта, за исключением небольшого участка на левом берегу балки «Большая Чакма».

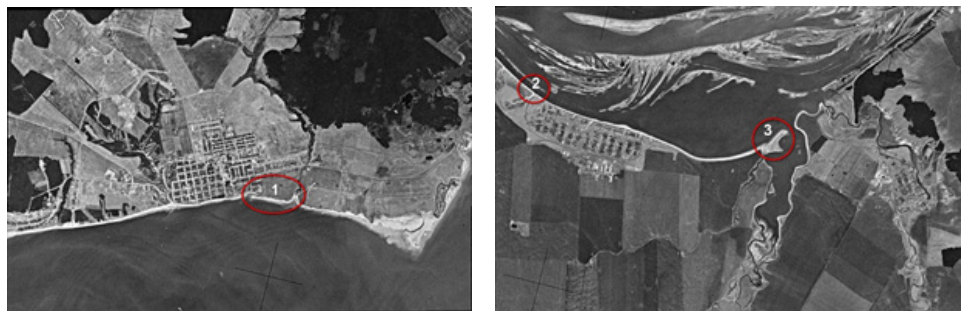


Рис. 1. Лаишевское селище (1), Остолоповские городище (2) и селище (3) на снимках, полученных в рамках программы Corona

Для оценки динамики береговой линии использовались данные разновременного дистанционного зондирования. На современный период (2019 год) – это спутниковые снимки очень высокого разрешения, полученные компанией Maxar Technologies. Эти изображения доступны в виде глобальных базовых карт от Google в модуле QGIS –HCMGIS. Положение береговой линии для периода 1950-х гг. дешифрировалось по архивным аэрофотоснимкам (Библиотека Казанского университета). Данные за 1960-1970-е гг. представляли собой спутниковые снимки, полученные в рамках разведывательной космической программы Corona (Рис. 1) – 3 снимка с KeyHole-4A (28.06.1967) и 1 снимок со спутника KeyHole-9 Hexagon (05.09.1977) из открытого архива Геологической службы США. Поскольку архивные данные не имеют координатной привязки, она проводилась с помощью модуля Georeferencing в QGIS. В качестве опорных точек были выбраны перекрестки дорог и неизменные объекты, как на архивных, так и на современных изображениях. Фрагменты изображений Corona на территории Лаишевского селища и Остолоповского комплекса средневековых памятников привязывались отдельно для достижения максимальной точности. Применялся полиноми-альный тип преобразования 3-го порядка и линейная интерполяция. Максимальные ошибки географической привязки для обоих участков составили менее 3 пикселей (15 м). Для оценки современного положения береговой линии в 2018 г. и 2021 г. проведены полевые исследования на Остолоповском и Лаишевском селищах, а в 2020 году – на Остолоповском городище. Использовался беспилотный летательный аппарат DJI Phantom 4 PRO v2, оснащенный 20-ти мегапиксельной камерой.

Для количественной оценки смещения береговой линии использовалась цифровая система анализа береговой линии (DSAS), как дополнительный модуль программного обеспечения ArcGIS. Этот модуль эффективен для упрощения анализа изменений положения береговой линии. Основное применение DSAS заключается в использовании полилинейных слоев в качестве представления конкретного объекта береговой линии в определенный момент времени. На основе сопоставления позиций береговой линии составляется ряд статистических показателей ее изменений: изменение положения береговой линии (NSM), огибающие изменения береговой линии (SCE), скорость конечной точки (EPR), скорость линейной регрессии (LRR) и взвешенная скорость линейной регрессии (WLR) (Himmelstoss, 2009). Данный модуль эффективен для упрощения анализа изменения положения береговой линии (Oyedotun, 2014).

Была создана база геоданных в программе ArcGIS, в которую были внесены слои береговых линий (shorelines) в виде .shp-файлов. Затем на береговой части строилась базовая линия (baseline). За основу была взята береговая линия 1958 г. (сразу после заполнения водохранилища). В автоматическом режиме были построены трансекты в пределах крайних положений береговой линии, по которым автоматически рассчитывались такие показатели, как линейная скорость отступления (м/год), смещение береговой линии (м). В результате исследований была проведена оценка отступления береговой линии путем дешифрирования данных дистанционного зондирования и полевого мониторинга с использованием БПЛА. Количественная оценка трансформации береговой линии Куйбышева позволяет оценить ущерб, нанесенный археологическим памятникам, и риск их дальнейшего разрушения.

Переформирование берегов водохранилищ является сложным процессом, который зависит от многих природных и антропогенных факторов. Высокая интенсивность их переработки приводит к негативным последствиям. Поэтому необходимо осуществлять постоянный сбор информации о тенденциях развития экзогенных процессов, приводящих к разрушению берегов. Проблема актуальна и для кадастровой деятельности. Таким образом, чтобы отслеживать происходящие изменения и своевременно обновлять сведения на кадастровых картах целесообразно применять алгоритмы и инструменты, реализованные в современных ГИС.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 18-09-40114

Список литературы

1. Usmanov B., Nicu I.C., Gainullin I. Monitoring and assessing the destruction of archaeological sites from Kuibyshev reservoir coastline, Tatarstan Republic, Russian Federation. A case study // *Journal of Coastal Conservation*. 2018. Vol. 22, Is.2. P. 417–429.
2. Gaynullin I., Sitdikov A., Usmanov B. Destructive abrasion processes study in archaeological sites placement (Kuibyshev and Nizhnekamsk reservoirs, Russia) // *International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences & Arts SGEM, Bulgaria*. 2014. P. 339–346.
3. Himmelstoss E.A. DSAS 4.0 Installation Instructions and User Guide / Thieler E.R., Himmelstoss E.A., Zichichi J.L. and Ergul Ayhan. 2009 *Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0 – An ArcGIS extension for calculating shoreline change*. 2009.
4. Oyedotun T.D.T. *Shoreline Geometry: DSAS as a Tool for Historical Trend Analysis* // *British Society for Geomorphology. Geomorphological Techniques*. 2014. Chap. 3, Sec. 2.2.