

Баранова М.С.<sup>1</sup>, Филиппов О.В.<sup>2</sup>, Кочеткова А.И.<sup>3</sup>, Брызгалина Е.С.<sup>4</sup>

## АТТРИБУТИВНАЯ БАЗА ДАННЫХ ЗАЛИВОВ ВОЛГОГРАДСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

### АННОТАЦИЯ

Одним из самых актуальных для Волгоградского водохранилища становится процесс разрушения берегов, а также производные процессы вдольберегового транспорта и седиментации продуктов разрушения. Активно продолжается процесс образования абразионно-аккумулятивных пересыпей во входных створах его заливов. Поэтому возникает необходимость сбора и систематизации данных о заливах водохранилища. Подобные данные наиболее эффективно хранить в атрибутивной базе данных в геоинформационной системе. В ходе настоящего исследования по снимкам Google Планета Земля был создан полигональный векторный слой заливов водохранилища. После его создания была заполнена атрибутивная таблица. В нее вошли следующие поля: название залива, берег, расстояние от плотины Волжской ГЭС, участок водохранилища, дата снимка Google Планета Земля, по которому проводилось измерение линейных и вычисление площадных величин, ширина залива во входном створе, ширина абразионно-аккумулятивной отмели залива, длина абразионно-аккумулятивной пересыпи, длина (протяженность) залива, наличие связи с водохранилищем, впадающие в залив водотоки, площадь залива; а также для заливов, в устьевых створах которых полностью сформировались абразионно-аккумулятивные пересыпи, – ширина перемычки, год, к которому пересыпь во входном створе сформировалась. Сроки отделения заливов были определены по мозаикам спутниковых снимков Landsat 5, Landsat 7 и Landsat 8 за 1986–2016 гг., остальные линейные и площадные параметры измерялись либо рассчитывались по снимкам Google Планета Земля 2010–2017 гг. Полигональный векторный слой заливов был переведен в точечный. Проведен анализ статистических характеристик заливов, включая среднеквадратическое отклонение, дисперсию и коэффициент вариации.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Волгоградское водохранилище, заливы, атрибутивная база данных, абразионно-аккумулятивные пересыпи, спутниковые снимки.

---

<sup>1</sup> Волжский филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный университет», ул. 40 лет Победы, д. 11, 404133, Волжский, Волгоградская область, Россия, *e-mail*: [maria\\_baranova2902@rambler.ru](mailto:maria_baranova2902@rambler.ru), [unlesi@mail.ru](mailto:unlesi@mail.ru)

<sup>2</sup> Волжский филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный университет», ул. 40 лет Победы, д. 11, 404133, Волжский, Волгоградская область, Россия, *e-mail*: [ovfilippov@list.ru](mailto:ovfilippov@list.ru), [unlesi@mail.ru](mailto:unlesi@mail.ru)

<sup>3</sup> Волжский филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный университет», ул. 40 лет Победы, д. 11, 404133, Волжский, Волгоградская область, Россия, *e-mail*: [aikochetkova@mail.ru](mailto:aikochetkova@mail.ru), [unlesi@mail.ru](mailto:unlesi@mail.ru)

<sup>4</sup> Волжский филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный университет», ул. 40 лет Победы, д. 11, 404133, Волжский, Волгоградская область, Россия, *e-mail*: [bryzgalina\\_elena@mail.ru](mailto:bryzgalina_elena@mail.ru), [unlesi@mail.ru](mailto:unlesi@mail.ru)

**Maria S. Baranova<sup>1</sup>, Oleg V. Filippov<sup>2</sup>, Anna I. Kochetkova<sup>3</sup>, Elena S. Bryzgalina<sup>4</sup>**

## **ATTRIBUTIVE DATABASE OF BAYS OF THE VOLGOGRAD RESERVOIR**

### **ABSTRACT**

One of the most active for the Volgograd reservoir is becoming the process of destroying of coasts and derivatives processes of along the coast transport and the sedimentation of a products of destruction. The process of formation of abrasion-accumulation jumpers in the entrance gates of its bays is actively continuing. Therefore, it is necessary to compile and systematize data about a reservoir bays. This data is most effectively keeps in the attributive database in the geoinformation system. In the course of this research, a polygonal vector layer of the reservoir bays was created using imagery of Google Earth. After its creation the attributive table was filled. It contents the following fields: the name of the bay, the coast, the distance from the dam of the Volzhskaya HPP, the region of the reservoir, the date of the image Google Earth, on which the linear measurements were carried out and the calculation of the area values, the width of the bay in the entrance gates, the width of the abrasion-accumulative shallow of the bay, the length abrasion-accumulative jumper, the length (extent) of the bay, the presence of a connection with the reservoir, watercourses, flowing into the bay, the area of the bay; as well as for the bays in the entrance gates where the abrasion-accumulation jumpers were completely formed, – the width of the jumper, the year to which the jumper in the entrance gates was formed. Terms of the separation of the bays were determined by the mosaics of satellite images Landsat 5, Landsat 7 and Landsat 8 from 1986–2016, the remaining linear and area parameters were measured, or calculated from the images of Google Earth 2010–2017. The polygonal vector layer of the bays was translated into a point one. The analysis of statistical characteristics of the bays, including the standard deviation, dispersion and the coefficient of variation, is carried out.

**KEYWORDS:** Volgograd reservoir, bays, attributive database, abrasion-accumulative jumpers, satellite data.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Процесс разрушения берегов крупных равнинных водохранилищ вместе с производными процессами вдольберегового транспорта и седиментации продуктов разрушения становится на сегодняшний день одним из наиболее актуальных. Повышенное внимание к проблеме переноса материала, образующегося, главным образом, в результате переработки береговых склонов, объясняется различиями в геоморфологическом эффекте, создаваемом деятельностью разнонаправленных процессов (поперечного и продольного перемещения наносов). Поперечное перемещение наносов (от берега) ведет к рассеиванию их

---

<sup>1</sup> Volzhsky branch of federal state autonomous educational institution of higher education "Volgograd State University", 40 Let Pobedy str., 11, 404133, Volzhsky city, Volgograd region, Russia, *e-mail*: **maria\_baranova2902@rambler.ru, unlesi@mail.ru**

<sup>2</sup> Volzhsky branch of federal state autonomous educational institution of higher education "Volgograd State University", 40 Let Pobedy str., 11, 404133, Volzhsky city, Volgograd region, Russia, *e-mail*: **ovfilippov@list.ru, unlesi@mail.ru**

<sup>3</sup> Volzhsky branch of federal state autonomous educational institution of higher education "Volgograd State University", 40 Let Pobedy str., 11, 404133, Volzhsky city, Volgograd region, Russia, *e-mail*: **aikochetkova@mail.ru, unlesi@mail.ru**

<sup>4</sup> Volzhsky branch of federal state autonomous educational institution of higher education "Volgograd State University", 40 Let Pobedy str., 11, 404133, Volzhsky city, Volgograd region, Russia, *e-mail*: **bryzgalina\_elena@mail.ru, unlesi@mail.ru**

большей части на поверхности подводного склона, исключая из процесса самовосстановления контур береговой линии. Продольное перемещение (вдольбереговое), напротив, ведет к формированию относительно устойчивых аккумулятивных тел в непосредственной близости от берега, а иногда даже к его наращиванию [Назаров, 2013].

Актуален процесс накопления наносов в береговой зоне и для Волгоградского водохранилища, являющегося одним из крупнейших равнинных русловых водохранилищ мира и России. Оно было образовано с возведением плотины ГЭС на реке Волге у города Волгограда в 1958 г. По условиям гидрологического режима, а также по особенностям морфологического строения ложа и берегов Волгоградское водохранилище можно разделить на три участка: озерный (Волжская ГЭС – пос. Ровное), озерно-речной (пос. Ровное – г. Маркс) и речной (г. Маркс – Саратовская ГЭС). Геологическое строение и рельеф склонов водохранилища создают благоприятные условия для развития процессов их переформирования. В строении склонов правого берега преобладают плотные полускальные породы (песчаник, опока), устойчивые к действию размыва берегов водохранилища, а в склонах левобережья – менее плотные и более молодые осадочные породы (суглинки, супеси, песок) [Филиппов и др., 2009].

Первые сведения об образовании абразионно-аккумулятивных пересыпей во входных створах заливов в пределах данного водоема мы находим еще в работах 1964 [Зубенко, 1964] и 1976 гг. [Гидрометеорологический режим..., 1976]. Отметим, что заливы в пределах Волгоградского водохранилища многочисленны. Большинство из них представляет собой затопленные водами водохранилища устья балок и оврагов [Гидрометеорологический режим..., 1976; Филиппов и др., 2009].

По данным Л.П. Загора и Е.М. Сенициной [1983] выделяются две группы мелководий водохранилища. К первой группе относились мелководные заливы, глубоко вдающиеся в сушу, соединяющиеся с протоками и речками узким горлом, очень часто зарастающие воздушно-водной и погруженной высшей водной растительностью, заболачивающиеся и в меньшей мере используемые промысловыми видами рыб для нереста и нагула молоди. Дно таких заливов обычно сильно заилено. Ко второй относились заливы, соединенные с основной частью водохранилища широким устьем, где в весенний период сохраняется известная проточность, заостровное открытое мелководье, интенсивно используемое промысловыми рыбами для нереста и нагула молоди. В открытых мелководьях заиленный грунт отмечается лишь в более глубоководной части, в области распространения многолетней жесткой растительности [Загора, Сеницина, 1983].

Существенное значение в биологической продуктивности водохранилищ имеет мелководная зона. Как правило, она ограничивается двухметровой изобатой, но в зависимости от характера залитых водоемов в ней встречаются участки и с большими глубинами – до 5–7 м. Площадь мелководий с глубинами до 2 м в первые десятилетия после создания водохранилища в среднем составляла 17 % общей площади водного зеркала, или 56,2 тыс. га [Загора, Сеницина, 1983]. Учитывая характер распределения рыб и высшей водной растительности, к зоне мелководий Т.К. Небольсина относит и участки, расположенные на свале глубин 7-метровой изобаты, и расширяет зону мелководий до 146 тыс. га [Небольсина, 1974]. Таким образом, заливы играют значительную роль в экосистеме Волгоградского водохранилища в качестве мест нереста и нагула молоди рыб. Поэтому изучение процесса перекрытия абразионно-аккумулятивными пересыпями входных створов заливов представляет значительный научный и практический интерес.

Полевые исследования абразионно-аккумулятивных процессов во входных створах заливов и притоков водоема ведутся нами начиная с 2008 г. в ходе реализации проекта «Волжский плавучий университет» и при выполнении исследований по грантам. Однако при изучении заливов и процесса формирования пересыпей во входных створах помимо

полевого метода исследований также целесообразно использование спутниковых снимков и географических информационных систем (геоинформационных систем).

Проведение исследований в современных геоинформационных системах тесно связано с использованием данных дистанционного зондирования Земли. Космическая съемка является еще одним важнейшим методом изучения изменений природной среды. Такую съемку характеризуют оперативность поступления информации, возможность регулярного повторения наблюдений при достаточно высоком разрешении [Кравцова, Шуматиев, 2005].

Для выявления закономерностей процесса формирования абразионно-аккумулятивных перемычек возникает необходимость сбора и систематизации данных о заливах водохранилища. Подобную информацию наиболее эффективно хранить в атрибутивной базе данных в геоинформационной системе.

Целью данного исследования стало создание атрибутивной базы данных заливов Волгоградского водохранилища в программе ArcGIS 9.3.

Задачи исследования включают в себя:

- создание полигонального слоя в программе Google Earth в формате kml и дальнейший его экспорт в shp-формат в программе ArcGIS;
- сбор и систематизацию данных по заливам с использованием спутниковых снимков, прежде всего, данных, характеризующих образование абразионно-аккумулятивных перемычек;
- заполнение атрибутивной базы данных;
- апробацию созданной атрибутивной базы данных в работе и анализ статистических характеристик заливов Волгоградского водохранилища.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

По спутниковым снимкам в настоящем исследовании нами были изучены заливы право- и левобережья Волгоградского водохранилища. Во внимание не принимались эстуарии притоков речного участка водохранилища (притоки левобережья: Большой Караман, Малый Караман, Большой Иргиз, Тарлык, и правобережья: Курдюм, Терешка, Роцца, Каменка, Черниха, Березовка и др.). Следует отметить, что процессы размыва берегов и вдольберегового транспорта наносов преобладают в основном на озерном участке, но местами встречаются и на озерно-речном (входные створы заливов Хомутинка, Мартышкин Сад и др.). В работе не учитывались мелководные лиманы, а также заливы речного и озерно-речного участков в местах, не подверженных процессу размыва берегов.

Нами использовались снимки веб-картографического сервиса Google Планета Земля [Google Планета Земля [Электронный ресурс] URL: <https://www.google.ru/intl/ru/earth/> (дата обращения: 26.02.2018)] с пространственным разрешением 0,5–1,0 м. Анализ проводился по возможности по последним снимкам периода открытой воды, имеющимся в архиве программы (2010–2017 гг.). Снимки веб-картографического сервиса Google Планета Земля не являются многоспектральными, однако благодаря высокому пространственному разрешению их применение наиболее оптимально (например, в сравнении со снимками Landsat) при изучении заливов Волгоградского водохранилища. Всего было изучено 50 снимков из программы Google Планета Земля. Измерение линейных величин (ширины залива во входном створе, длины перемычки и ширины отмели) производилось с округлением до целого значения. Каждый залив прорисовывался в программе в виде полигона. Созданные полигональные объекты были сохранены в kml-формате, а затем экспортированы в shp-формат в программе ArcGIS 9.3. После этого в той же программе была заполнена атрибутивная база данных.

Сроки отделения заливов были определены по мозаикам спутниковых снимков 1986 (как наиболее раннего с наличием снимков, удовлетворяющих требованиям), 1991, 1995, 2001, 2006, 2010, 2016 гг. Мозаики были созданы в программе ScanEx Image Processor 3.6.8. В работе

применялись июльские или августовские спутниковые снимки радиометров TM (Landsat 5), ETM+ (Landsat 7) и OLI (Landsat 8), взятые из открытого для пользователей глобального архива геологической службы США (USGS) [Глобальный архив геологической службы США (USGS) [Электронный ресурс]. URL: <http://earthexplorer.usgs.gov/> (дата обращения: 29.02.18)]. Используемые нами снимки Landsat являются многоспектральными (со спектральными каналами 1–7, от видимой до дальней инфракрасной зоны). Созданные мозаики имеют комбинацию спектральных каналов 5-4-3. В этой комбинации 5 канал соответствует средней инфракрасной части спектра (1,55–1,75 мкм), 4-й – ближней инфракрасной части (0,75–0,90 мкм), а 3-й – видимой красной (0,63–0,690). Снимки характеризуются пространственным разрешением 30 м. Один кадр имеет размеры 185 км на 185 км, поэтому полностью водохранилище можно отобразить на трех базовых кадрах (за исключением снимков 2016 г., где водохранилище располагается на пяти кадрах), из которых и были составлены мозаики. В работе, таким образом, было использовано 23 снимка Landsat. Также для определения сроков отделения заливов были проанализированы снимки Google Планета Земля (начиная с 2002–2003 гг.; порядка 30 снимков).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящем исследовании изучение процесса разрушения берегов непосредственно связано с изучением производных процессов вдольберегового транспорта и седиментации наносов, в частности, с исследованием линейных параметров (длины, ширины) устьевых абразионно-аккумулятивных пересыпей, процесс образования которых обусловлен вдольбереговым транспортом наносов, а также линейных и площадных параметров самих заливов (ширины заливов во входном створе, протяженности (длины), площади), чтобы в дальнейшем определить, какие из заливов имеют «предрасположенность» к перекрытию их входных створов перемычками. На рис. 1 представлен залив Длинный Липовый с полностью сформированной абразионно-аккумулятивной пересыпью во входном створе.



Рис. 1. Сформированная абразионно-аккумулятивная пересыпь во входном створе залива Длинный Липовый по снимку Google Планета Земля (06.10.2016 г.). Белой линией прорисована граница залива [Google Планета Земля [Электронный ресурс] URL: <https://www.google.ru/intl/ru/earth/> (дата обращения: 26.02.2018)]  
Fig. 1. Formed abrasion-accumulative jumper in entrance gate of the Dlinniy Lipoviy bay from the image Google Earth (06.10.2016). White line traced the border of the bay [Google Earthe, available at: <https://www.google.ru/intl/ru/earth/>, accessed 26.02.2018]

Одним из основных параметров заливов водохранилища является ширина абразионно-аккумулятивной отмели залива (с глубинами до 5 м). Если абразионно-аккумулятивная перемычка формируется не только в мелководной, но и в глубоководной части устьевого створа (за пределами береговой отмели), то процесс отделения заливов от основной акватории водохранилища переходит в активную стадию.

Также нами было отмечено наличие связи залива и основной акватории Волгоградского водохранилища, которое может косвенно свидетельствовать о степени сформированности абразионно-аккумулятивных пересыпей во входных створах заливов. Водотоки, впадающие в залив, также являются дополнительным фактором (хоть и не связанным с ветро-волновым разрушением берегов), влияющим на процесс занесения входных створов заливов. Подобные водотоки могут способствовать либо размыванию формирующейся пересыпи (при достаточно больших скоростях течения), либо, напротив, седиментации принесенных ими наносов.

Последний параметр, который был нами изучен, – это год отделения заливов (с полностью сформированными пересыпями) для последующего определения сроков отделения заливов.

После создания полигонального векторного слоя в shp-формате и сбора данных о заливах была заполнена атрибутивная база данных. Она включила в себя 16 полей, представленных в табл. 1 и на рис. 2. Всего в базу данных вошло 198 заливов.

Таблица 1. Поля атрибутивной базы данных заливов Волгоградского водохранилища  
Table 1. Fields from attributive database of bays of Volgograd reservoir

№ п/п	Название поля	Содержание поля
1	FID	Порядковый номер залива (присваивается программой автоматически)
2	Shape	Тип объекта (полигональный, линейный, точечный; поле создается программой автоматически при создании объектов слоя)
3	Название	Название залива
4	Берег	Берег (правый/левый)
5	L ВГЭС, км	Расстояние от плотины Волжской ГЭС, км
6	Участок	Участок водохранилища (озерный/озерно-речной)
7	Дата снимка	Дата снимка Google Планета Земля, по которому проводилось измерение линейных и вычисление площадных величин
8	В, м	Ширина залива во входном створе, м
9	В ААО, м	Ширина абразионно-аккумулятивной отмели залива (с глубинами до 5 м), м
10	L ААП, м	Длина абразионно-аккумулятивной пересыпи, м
11	L, м	Длина (протяженность) залива, м
12	Водотоки	Впадающие в залив водотоки
13	S, га	Площадь залива, км <sup>2</sup>
14	Связь	Наличие связи залива и основной акватории Волгоградского водохранилища (есть/нет)
15	В ААП, м	Ширина абразионно-аккумулятивной пересыпи, м
16	Год отд.	Год, к которому сформировалась абразионно-аккумулятивная пересыпь в устьевом створе залива

FID	Shape	Название	Берег	L ВГЭС, км	Участок	Дата снимка	В, м	В ААО, м	L ААП, м	L, м	S, га	Связь	В ААП, м	Год отд.	Водотоки
163	Полигон	Песковатка	Правый	36,1	Озерный	06.07.2016	707	45	28	2468	80,64	Есть	0		Временный водоток
188	Полигон	Ерзовка	Правый	11	Озерный	18.07.2017	704	18	0	6053	99,55	Есть	0		Река Ерзовка
183	Полигон	Хомутина	Левый	260	Озерно-ре	29.06.2017	673	35	25	7182	66,29	Есть	0		Временный водоток
149	Полигон	Камышинский	Правый	152,6	Озерный	01.05.2017	541	88	0	3966	140,48	Есть	0		Реки Камышинка, Е
171	Полигон	Сестренки	Правый	141,7	Озерный	01.05.2017	478	56	29	3567	66,34	Есть	0		Ионов родник
178	Полигон	Нижняя Добринка	Правый	185,4	Озерный	29.05.2017	438	26	22	2442	45,91	Есть	0		Река без названия
189	Полигон	Пичуга	Правый	17,2	Озерный	05.07.2016	391	135	4	5075	198,32	Есть	0		Река Пичуга
128	Полигон	Калмыцкий	Левый	63,6	Озерный	06.10.2016	374	26	140	2895	25,99	Есть	0		Временный водоток
190	Полигон	Горноводной	Правый	53	Озерный	13.07.2016	347	77	0	1136	16,04	Есть	0		Временный водоток
129	Полигон	Сухая Балка	Левый	37,8	Озерный	13.07.2016	346	30	118	6674	137,33	Есть	0		Временный водоток
187	Полигон	Оленья	Правый	42,4	Озерный	13.07.2016	343	162	0	2939	74,38	Есть	0		Река Оленья
191	Полигон	Горная Пролейка	Правый	65,5	Озерный	06.10.2016	324	50	7	2006	27,61	Есть	0		Река Пролейка
176	Полигон	Нижний Ураков	Правый	174,1	Озерный	29.05.2017	315	156	96	2500	26,9	Есть	0		Река без названия
161	Полигон	Дубовка	Правый	27,3	Озерный	30.07.2016	281	28	15	2185	34,97	Есть	0		Река с условным на
59	Полигон	Мордовский (Мороз	Левый	85,1	Озерный	06.10.2016	280	166	280	663	1,1	Нет	136	1995	Временный водоток
179	Полигон	Галка	Правый	194,7	Озерный	15.07.2010	280	96	15	2343	40,9	Есть	0		Река без названия
132	Полигон	Кислово	Левый	129,1	Озерный	04.09.2016	279	48	168	5640	52,42	Есть	0		Временный водоток
170	Полигон	Жилой	Правый	130,7	Озерный	04.09.2016	278	70	65	1064	21,48	Есть	0		Временный водоток
164	Полигон	Родники	Правый	56,4	Озерный	06.10.2016	273	13	10	1479	18,18	Есть	0		Временный водоток
122	Полигон	Песчаный	Левый	73,9	Озерный	06.10.2016	257	257	199	3455	30,21	Есть	0		Временный водоток
150	Полигон	Осадный	Левый	1,1	Озерный	16.04.2017	247	41	0	7158	109,27	Есть	0		Временный водоток
131	Полигон	Терновка балка	Левый	323,6	Озерный	29.06.2017	245	53	124	3022	19,45	Есть	0		Река без названия
141	Полигон	Карагачева Балка	Левый	44,5	Озерный	06.10.2016	237	237	220	3365	18,66	Есть	0		Временный водоток
55	Полигон	Бирючья Балка	Левый	69,8	Озерный	06.10.2016	230	24	230	906	4,28	Нет	99	1991	Временный водоток
180	Полигон	Даниловский	Правый	223,8	Озерный	19.09.2010	223	73	51	1058	17,24	Есть	0		Река Даниловка
145	Полигон	Мордовский (Мороз	Левый	84,3	Озерный	06.10.2016	221	221	209	3059	13,6	Есть	0		Временный водоток
127	Полигон	Большая Балка	Левый	54,6	Озерный	06.10.2016	212	30	80	3396	38	Есть	0		Временный водоток
130	Полигон	Карагачев	Левый	94	Озерный	13.10.2016	209	60	106	2921	31,85	Есть	0		Временный водоток
125	Полигон	Широкий (Широкая	Правый	133,1	Озерный	11.04.2015	208	41	69	1356	11,38	Есть	0		Временный водоток
107	Полигон	Шарова балка верх	Левый	13,2	Озерный	30.07.2016	207	190	207	4981	4,2	Есть	308	2017	Временный водоток
104	Полигон	Морозовский	Правый	257,6	Озерный	25.04.2015	207	12	207	1173	10,03	Есть	18	2015	Река Морозовка
48	Полигон	Залив в 5,1 км к с-в	Левый	21,6	Озерный	30.07.2016	205	153	205	3358	7,58	Есть	93	1991	Временный водоток
175	Полигон	Сухая Речка	Правый	171,4	Озерный	29.05.2017	205	20	18	1882	29,82	Есть	0		Временный водоток
77	Полигон	Залив в 4 км к с-в о	Левый	299,8	Озерно-ре	29.06.2017	202	134	202	2129	12,19	Нет	16	1995	Временный водоток
64	Полигон	Залив в 3,5 км к ю	Левый	125,4	Озерный	04.09.2016	200	149	200	3109	12,63	Есть	132	2000	Временный водоток
174	Полигон	Терновка	Правый	167,7	Озерный	29.05.2017	186	41	16	1586	17,63	Есть	0		Река без названия
32	Полигон	Большой	Правый	196	Озерный	15.07.2010	179	56	196	1164	8,52	Есть	61	2006	Временный водоток
124	Полигон	Водяной	Правый	111,4	Озерный	22.08.2010	179	20	69	912	6,51	Есть	0		Временный водоток
50	Полигон	Бирючий, верхнее	Левый	25,4	Озерный	30.07.2016	176	140	176	2256	10,69	Есть	122	2016	Временный водоток
76	Полигон	Залив в 7,8 км к с-з	Левый	215,7	Озерный	19.09.2010	169	150	169	462	0,75	Нет	57	1986	Временный водоток
177	Полигон	Верхний Ураков	Правый	174,7	Озерный	29.05.2017	162	39	28	2053	22,17	Есть	0		Река без названия
140	Полигон	Мочаги	Левый	30,9	Озерный	30.07.2016	159	159	144	6194	22,6	Есть	0		Временный водоток
7	Полигон	Крестинская Ба	Правый	45,4	Озерный	13.07.2016	157	42	157	931	5,28	Нет	51	1991	Временный водоток
57	Полигон	Терновый, среднее	Левый	81,6	Озерный	06.10.2016	155	0	0	1132	2,15	Нет	122	2006	Временный водоток
184	Полигон	Соборный	Левый	92,7	Озерный	06.10.2016	154	46	29	3594	44,4	Есть	0		Временный водоток

Рис. 2. Фрагмент атрибутивной базы данных заливов Волгоградского водохранилища  
Fig. 2. The fragment from attributive database of bays of Volgograd reservoir

Последние два поля заполнялись для заливов с полностью (или практически полностью) сформированной перемычкой во входном створе.

После заполнения атрибутивной базы данных была проведена апробация ее работы. На рис. 2 приведен пример расширенной сортировки (инструмент «Расширенная сортировка» программы ArcGIS 9.3, позволяющий провести сортировку по 2 и более полям) нашей атрибутивной базы данных заливов Волгоградского водохранилища. Данные были сначала отсортированы по ширине залива во входном створе (В, м) от максимального к минимальному значению, затем – по берегу (левый/правый). Данная сортировка позволяет сразу выявить отдельно для каждого из берегов ширину залива во входном створе.

По каждому отдельному визуализированному на карте заливу может быть получена атрибутивная информация (инструмент «Идентификация» ArcGIS 9.3). Например, по заливу Другалка, согласно полученным при идентификации данным, можно сделать вывод, что залив активно отделяется от основной акватории Волгоградского водохранилища (рис. 3).

В некоторых случаях возникает необходимость использования векторного точечного слоя, например, при классификации объектов или при построении локализованных диаграмм. Поэтому полигональные слои были переведены в точечные с помощью инструментов модуля ArcToolbox: Управление данными – Пространственные объекты – Объект в точку [ArcGIS 9. Геообработка в ArcGIS, 2004]. Процесс перевода полигонального

слоя заливов Волгоградского водохранилища в точечный (слой «Заливы Волгоградского водохранилища точки») приведен на рис. 4. У точечного слоя заливов сохранилась та же таблица атрибутов, что и у полигонального.

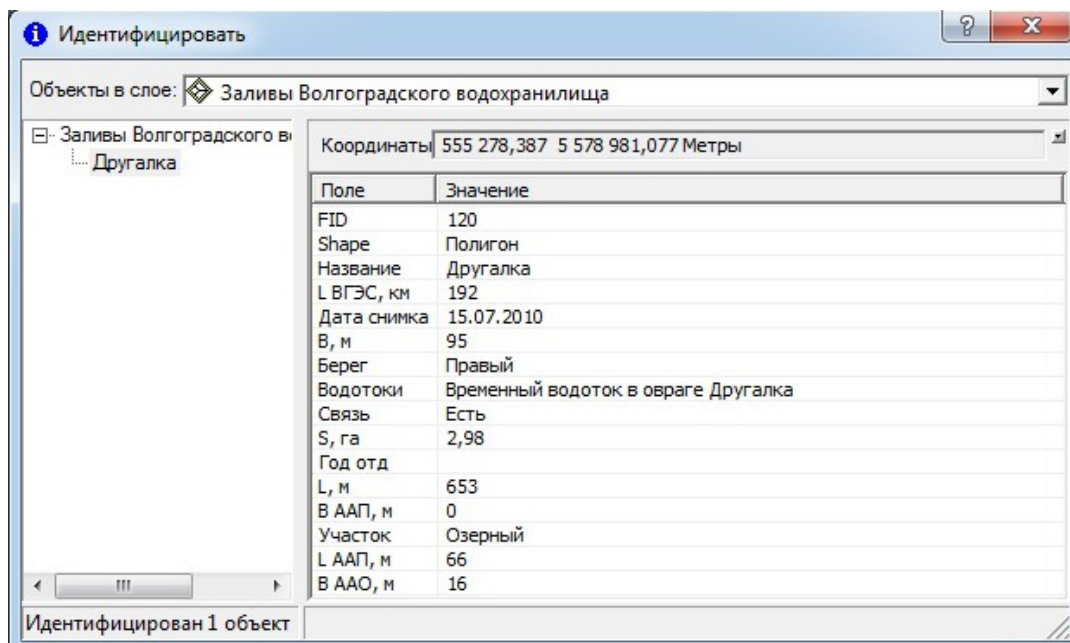


Рис. 3. Таблица идентификации залива Другалка  
Fig. 3. The identification table of the Drugalka bay

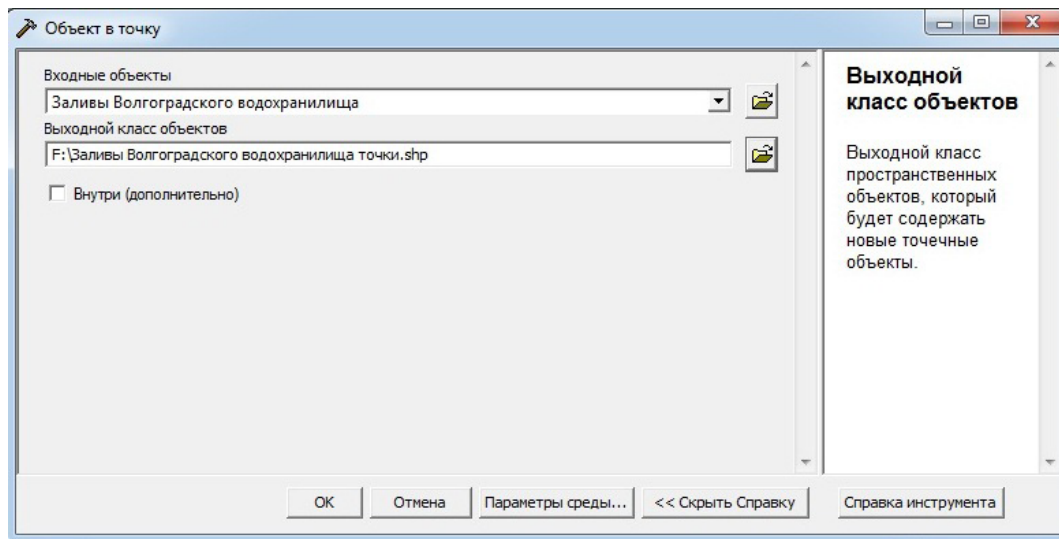


Рис. 4. Процесс перевода полигонального слоя заливов  
Волгоградского водохранилища в точечный  
Fig. 4. The process of translating the polygonal layer of the bays  
of the Volgograd Reservoir into a point one

Анализ статистических характеристик заливов Волгоградского водохранилища приведен в табл. 2. Согласно табл. 2, для таких параметров, как ширина залива во входном створе, протяженность и площадь залива, среднеквадратическое отклонение больше, чем



среднеарифметическое значение тех же параметров, и величина коэффициента вариации больше 100 %, следовательно, распределение полученных результатов отличается от нормального и не может быть описано данными статистическими характеристиками. И разброс значений полученных данных по этим полям очень значительный.

Таблица 2. Статистические характеристики заливов Волгоградского водохранилища  
Table 2. Statistical characteristics of bays of Volgograd reservoir

№ п/п	Название поля, единица измерения	Максимальное значение (примеры заливов)	Среднее значение (примеры заливов)	Минимальное значение (примеры заливов)	Среднеквадратическое отклонение / дисперсия / коэффициент вариации, %
1	В, м	1450,0 (Еруслан)	139,0 (Длинная Балка, Трубинская Речка)	19,0 (Мордово)	162,8 / 26503,8 / 117,1
2	В ААО, м	295,0 (Еруслан)	135,0 (Пичуга)	3,0 (Крутой)	51,9 / 2693,6 / 38,4
3	L ААП, м	220,0 (Карагачева Балка)	103,0 (Котловый)	0,0 (Ерзовка, Горноводяной)	58,1 / 3375,6 / 56,4
4	L, м	43000,0 (Еруслан)	1356,0 (Широкий)	21,0 (залив в 2,8 км к юго-западу от залива Пичуга)	3412,2 / 11643108,8 / 251,6
5	S, га	9915,7 (Еруслан)	67,3 (Залив в 1,8 км к северу от залива Осадный)	0,0 (залив в 2,8 км к юго-западу от залива Пичуга)	709,5 / 503390,3 / 1054,2
6	В ААП*, м	8,0 (Глинский Яр)	62,0 (Пустой Меловой)	308,0 (Шарова балка, верхнее ответвление)	49,3/ 2430,5 / 79,5

*Примечание.* \* – только для заливов с полностью (или практически полностью) сформированной пересыпью.

Созданная атрибутивная база данных в дальнейшем будет наполняться и другой актуальной информацией, полученной по спутниковым снимкам и в ходе полевых исследований. В нее могут войти следующие поля: максимальная и средняя глубина залива, температура, гидрохимические показатели (прежде всего содержание в воде растворенного кислорода и минерализация), информация о видовом составе высшей водной растительности, объем залива, уровень воды в заливе по годам, площадь надводной части абразионно-аккумулятивной пересыпи во входных створах заливов со сформированной пересыпью. По данным атрибутивной таблицы будет возможна последующая классификация заливов Волгоградского водохранилища.

## ВЫВОДЫ

В результате проделанной работы была заполнена атрибутивная база данных заливов Волгоградского водохранилища в геоинформационной системе с использованием спутниковых данных. Предварительно, по снимкам Google Планета Земля был создан полигональный слой в формате kml, который в дальнейшем был экспортирован в shp-формат в программе ArcGIS 9.3. По снимкам Google Планета Земля были собраны данные по заливам, включающие 16 параметров, и, прежде всего, параметры, характеризующие образование абразионно-аккумулятивных перемычек. После заполнения атрибутивной базы данных была проведена апробация ее работы. Нами были проанализированы статистические характеристики заливов Волгоградского водохранилища, включая среднеквадратическое отклонение, дисперсию и коэффициент вариации. Было выявлено, что распределение полученных результатов для таких параметров, как ширина залива во входном створе, протяженность и площадь залива, отличается от нормального. Разброс значений полученных данных по этим полям очень значительный.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гидрометеорологический режим озер и водохранилищ СССР. Волгоградское водохранилище / Под ред. В.А. Знаменского и Б.И. Ушакова. Л.: Гидрометеоиздат, 1976. 84 с.
2. *Закора Л.П., Синицина Е.М.* Морфологическая характеристика и зарастаемость мелководной зоны Волгоградского водохранилища // Характеристика мелководной зоны Волгоградского водохранилища и перспективы ее использования в рыбоводных целях: Сб. науч. тр. Л., 1983. Вып. 199. С. 4–15.
3. *Зубенко Ф.С.* Берега Волгоградского водохранилища // Материалы к изучению перестроения берегов Волгоградского водохранилища. М.; Л.: Наука, 1964. С. 78–124.
4. *Кравцова В.И., Шуматиев В.В.* Новые подходы к обработке разновременных космических снимков на примере исследования динамики дельты Урала // Геоинформатика. 2005. № 3. С. 52–61.
5. *Назаров Н.Н.* О движении и аккумуляции наносов в береговой зоне Камских водохранилищ на современной стадии их развития // 28-е пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. Пермь: Пермский гос. нац. исслед. ун-т, 2013. С. 32–42.
6. *Небольсина Т.К.* Общая характеристика мелководной зоны Волгоградского водохранилища // Изв. ГосНИОРХ. 1974. Т. 89. С. 151–158.
7. *Филиппов О.В., Золотарев Д.В., Солодовников Д.А.* Экологические проблемы заливов и устьевых притоков Волгоградского водохранилища в условиях абразии и вдольберегового транспорта наносов // Проблемы комплексного исследования Волгоградского водохранилища: Сб. науч. ст. Волгоград: Волгоград. науч. изд-во, 2009. С. 119–142.
8. ArcGIS 9. Геообработка в ArcGIS. М.: Дата+, 2004. 358 с.

## REFERENCES

1. ArcGIS 9. Geoprocessing in ArcGIS. Moscow: Data +, 2004. 358 p.
2. *Filippov O.V., Zolotarev D.V., Solodovnikov D.A.* Ecological problems of bays and estuarial tributaries of the Volgograd reservoir in conditions of abrasion and alongshore sediment transport. Problemy kompleksnogo issledovaniya Volgogradskogo vodohranilishcha: Sb. nauch. st. Volgograd: Volgogradskoe nauchnoe izdatel'stvo, 2009. P. 119–142 (in Russian).
3. Hydrometeorological regime of lakes and reservoirs of USSR. Volgograd reservoir / V.A. Znamenskii, B.I. Ushakov. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1976. 84 p. (in Russian).

4. *Kravcova V.I., Shumatiev V.V.* New approaches to the processing of different-time space images on the example of the investigation dynamic of the delta of the Urals. *Geoinformatika*. 2005. No 3. P. 52–61 (in Russian).
5. *Nazarov N.N.* About movement and accumulation of sediments in the coastal zone of Kama reservoirs at the modern stage of their development. 28 plenarnoe mezhvuzovskoe koordinacionnoe soveshhanie po probleme jerozionnyh, ruslovyh i ust'evykh processov. Perm': Permskij gosudarstvennyj nacional'nyj issledovatel'skij universitet, 2013. P. 32–42 (in Russian).
6. *Nebol'sina T.K.* The total characteristic of the shallow water zone of the Volgograd reservoir. *Izv. GosNIORH*. 1974. T. 89. P. 151–158 (in Russian).
7. *Zakora L.P., Sinicina E.M.* Morphological characteristic and overgrowth of the shallow water zone of the Volgograd reservoir. *Harakteristika melkovodnoy zony Volgogradskogo vodohranilishcha i perspektivy ee ispolzovaniya v rybovodnyh celyah: Sb. nauch. trudov*. Leningrad, 1983. V. 199. P. 4–15 (in Russian).
8. *Zubenko F.S.* Coasts of the Volgograd reservoir. *Materialy k izucheniju pereformirovanija beregov Volgogradskogo vodohranilishha*. Moscow; Leningrad: Nauka, 1964. P. 78–124 (in Russian).