

УДК 504.455; 551.435.326; 551.435.323  
DOI 10.18413/2712-7443-2020-44-2-186-197

## Периоды отделения и классификация заливов Волгоградского водохранилища по первоначальному объему

<sup>1</sup>Баранова М.С., <sup>1</sup>Кочеткова А.И., <sup>1</sup>Леонтьев Д.А.,  
<sup>1</sup>Брызгалина Е.С., <sup>2</sup>Объедкова О.А.

<sup>1</sup>Волжский филиал Волгоградского государственного университета,  
Россия, 404133, Волгоградская область, г. Волжский, ул. 40 лет Победы, 11

<sup>2</sup>Волгоградский ЦГМС, филиал ФГБУ «Северо-Кавказское УГМС»  
Россия, 400131, г. Волгоград, ул. Гагарина, 12

E-mail: maria\_baranova2902@rambler.ru, aikochetkova@mail.ru,  
denis.leontev92@yandex.ru, bryzgalina\_elen@mail.ru, obedkova.olga@yandex.ru

**Аннотация.** Последствиями переформирования берегов стали производные процессы вдольберегового транспорта и седиментации наносов. В настоящее время данный процесс остается практически не изученным. Выявлено, что к августу 2018 г. к закрытым или заливам на завершающей стадии отделения относится более половины (63,6 %) заливов водохранилища. Более четверти заливов водохранилища (28,3 %) были отделены в период до 1986 года. Первоначальный объем заливов Волгоградского водохранилища является определяющим, но не единственным фактором, способствующим их отделению. По первоначальному объему заливы были разделены на 4 класса: малые (объемом менее 300 тыс. м<sup>3</sup>), средние (300–1000 тыс. м<sup>3</sup>), большие (1000–10000 тыс. м<sup>3</sup>) и очень большие (более 10000 тыс. м<sup>3</sup>). Наиболее активно отделяются от акватории Волгоградского водохранилища малые заливы, в меньшей степени – средние.

**Ключевые слова:** Волгоградское водохранилище, заливы, абразионно-аккумулятивные пересыпи, вдольбереговой транспорт наносов, первоначальный объем залива.

**Благодарности:** исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Администрации Волгоградской области в рамках научного проекта № 19–45–343002 р\_мол\_а «Закономерности формирования абразионно-аккумулятивных пересыпей во входных створах заливов озерного участка Волгоградского водохранилища».

**Для цитирования:** Баранова М.С., Кочеткова А.И., Леонтьев Д.А., Брызгалина Е.С., Объедкова О.А. 2020. Периоды отделения и классификация заливов Волгоградского водохранилища по первоначальному объему. Региональные геосистемы, 44(2): 186–197. DOI 10.18413/2712-7443-2020-44-2-186-197

---

## Periods of separation and classification of the bays of the Volgograd reservoir by the primary volume

Maria S. Baranova<sup>1</sup>, Anna I. Kochetkova<sup>1</sup>, Denis A. Leont'ev<sup>1</sup>,  
Elena S. Bryzgalina<sup>1</sup>, Olga A. Ob'edkova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Volzhskiy branch of the Volgograd State University,  
11, 40 Let Pobedy St, Volgograd region, Volzhskiy, 404133, Russia

<sup>2</sup>Volgograd CHEM, branch of FSBO «North Caucasian DHEM»,  
12, Gagarina St, Volgograd, 400131, Russia

E-mail: maria\_baranova2902@rambler.ru, aikochetkova@mail.ru,  
denis.leontev92@yandex.ru, bryzgalina\_elen@mail.ru, obedkova.olga@yandex.ru

**Abstract.** The derivative processes of alongshore transport and sedimentation of sediments are consequences of the process of coastal performance. Alongshore sediment transfer initiated the separation of the bays from the main water area of the Volgograd Reservoir by abrasion-accumulative jumpers. Now

this process remains virtually unstudied. Determination of the periods of separation of bays by abrasion-accumulative jumpers and primary volume of the bays (1958) presents scientific interest. The separation periods were determined and classification of the bays by primary volume was spent in this article. Satellite imagery and maps of 1958 were the materials of this researching. 76 right-coast bays and 43 left-coast bays were separated from the main water area of the Volgograd Reservoir by August of 2018. More than a quarter of the reservoir bays (28,3 %) were separated before 1986. Now more than half (63,6 % of the total number) of the reservoir bays are closed bays or bays in final stage of separation. The primary volume of the bays of the Volgograd reservoir is a determining, but not the only factor contributing to their separation. The start of activation of abrasion-accumulative processes also depends on other factors: the morphological features of the bay, the lithological composition of the coast, the speed and direction of the waves, the frequency and repeatability of storms, and the anthropogenic factor. The bays by primary volume were divided into 4 classes: small (with a volume of less than 300 thousand m<sup>3</sup>), medium (300–1000 thousand m<sup>3</sup>), large (1000–10000 thousand m<sup>3</sup>) and very large (more than 10000 thousand m<sup>3</sup>). Small bays are most actively separated from the waters of the Volgograd reservoir, medium bays separates a lesser degree.

**Keywords:** Volgograd Reservoir bays, abrasion-accumulative jumpers, alongshore transport of sediments, primary volume of bay, classification of bays.

**Acknowledgements:** The reported study was funded by RFBR and Administration of the Volgograd region according to the research project № 19-45-343002 r\_mol\_a «The patterns of formation of abrasion-accumulative jumpers in the entrance gates of the bays of lake area of the Volgograd reservoir».

**For citation:** Baranova M.S., Kochetkova A.I., Leont'ev D.A., Bryzgalina E.S., Ob'edkova O.A. 2020. Periods of separation and classification of the bays of the Volgograd reservoir by the primary volume. Regional Geosystems, 44(2): 186–197 (in Russian). DOI 10.18413/2712-7443-2020-44-2-186-197

## Введение

Процессам переформирования берегов морей и равнинных водохранилищ в последние годы уделяется большое внимание. Динамика переработки берегов Балтийского моря представлена в работах Д.В. Корзинина и др. [2019] и Ю.В. Саратовской [2019], Азовского моря – в работах Кубанского государственного университета [Погорелов и др., 2015] и Московского государственного университета им. Ломоносова [Ермолов и др., 2019]. Исследованию переработки берегов Новосибирского и Красноярского водохранилищ посвящена диссертация Е.А. Федоровой [2016], Камского и Воткинского водохранилищ – труды Пермского государственного научно-исследовательского университета [Назаров и др., 2015]. На Цимлянском водохранилище переформирование берегов изучалось еще в 60-х годах прошлого столетия А.И. Барановой и др. [1967] и в более поздние годы Н.А. Шумовой [2017а, б].

Последствиями процесса разрушения берегов стали производные процессы вдольберегового транспорта и седиментации наносов. Вдольбереговые течения формируют абразионно-аккумулятивные формы рельефа – косы и пересыпи [Зубенко, 1964; Баранова и др., 1967; Законнов и др., 2018]. Изучению вдольберегового транспорта наносов посвящены работы В.В. Законнова [2017], S. Ouillon [2018], E. Grottoli et al. [2019], M. Hemmingsena et al. [2019] и др.

Процесс отделения заливов от основной акватории водоема абразионно-аккумулятивными пересыпями (ААП) остается в настоящее время практически не изученным, за исключением некоторых исследований по Цимлянскому и Куйбышевскому [Баранова и др., 1967], Камскому и Воткинскому водохранилищам [Назаров и др., 2015] и некоторых других. Отделение заливов пересыпями развивается и на Волгоградском водохранилище. Процесс был начат еще при наполнении водоема до нормального подпорного уровня (1961 г.) [Зубенко, 1964; Гидрометеологический режим ..., 1976] и активно продолжается в настоящее время.

Волгоградское водохранилище было создано с возведением плотины ГЭС на реке Волге у города Волгограда в 1958 г. Водоохранилище наполнено до проектных отметок в 1961 году и с 1962 года находится в нормальном эксплуатационном режиме. По условиям гидрологического режима, а также по особенностям морфологического строения ложа и

берегов водоем подразделяется на три участка: озёрный (Волжская ГЭС – пос. Ровное), озёрно-речной (пос. Ровное – г. Маркс) и речной (г. Маркс – Саратовская ГЭС). Наиболее интенсивно развитие размыва берегов и производных процессов (вдольберегового транспорта и седиментации продуктов разрушения) происходит на озерном участке водохранилища. В строении склонов правого берега преобладают плотные породы (песчаник, опока) устойчивые к действию размыва берегов водохранилища, а в склонах левобережья – менее плотные и более молодые осадочные породы (суглинки, супеси, песок). Поэтому правый и левый берега водохранилища отличаются и по составу наносов, поступающих на устьевые абразионно-аккумулятивные пересыпи заливов [Баранова и др., 1967; Филиппов и др., 2009].

Ф.С. Зубенко [1964] указывает, что в начальной стадии существования Волгоградского водохранилища по аккумулятивному типу переформирования берегов развиваются заливы в устьях оврагов и малых балок. Основным источников поступления в них наносов являются размывающиеся по соседству берега. Материал к устьям заливов перемещается в виде вдольберегового потока наносов. Вначале здесь могут возникать пересыпи или даже хорошо выраженные косы, растущие навстречу друг другу с обоих мысов. В последующем материал на их заполнение поступает в основном за счет смыва склонов весенними и дождевыми потоками, а так же выноса ручьями [Баранова и др., 1967; Гидрометеорологический режим..., 1976].

Полевые наблюдения абразионно-аккумулятивных процессов во входных створах заливов Волгоградского водохранилища ведутся нами начиная с 2008 года в ходе реализации проекта «Волжский плавучий университет» и при выполнении исследований по грантам. Процесс изучался авторами настоящей работы и в последующие годы [Баранова и др., 2017а, б] в ходе полевых экспедиционных исследований. При изучении процесса образования ААП альтернативным представляется использование данных дистанционного зондирования Земли и геоинформационных технологий. Геоинформационные системы широко используются в нашей стране для определения морфометрических характеристик водоемов [Потахин и др., 2017] и непосредственно при изучении заливов [Калюжная и др., 2017].

Помимо изучения самих абразионно-аккумулятивных пересыпей во входных створах заливов, научный интерес представляет определение периодов отделения последних, а также первоначального объема залива. Под первоначальным объемом в своем исследовании мы будем понимать объем залива в 1958 году (при создании Волгоградского водохранилища) по картам из альбома планов [Сталинградская электростанция ..., 1958].

### **Объекты, материалы и методы исследования**

Объектами настоящего исследования послужили отделяющиеся заливы Волгоградского водохранилища и устьевые абразионно-аккумулятивные пересыпи. Всего было изучено 198 заливов право- и левобережья.

В нашей работе был применен картографический и математический методы исследования. В качестве исходного материала для получения морфометрических данных использовались карты из альбома планов [Сталинградская электростанция..., 1958]. Пространственная привязка, векторизация изолиний и последующие расчеты объемов были произведены в программе ArcGIS 9.3.

Материалом для определения периодов отделения заливов послужили мозаики спутниковых снимков 1986 (как наиболее раннего с наличием снимков, удовлетворяющим требованиям авторов), 1991, 1995, 2001, 2006, 2010, 2016 гг. Мозаики были созданы в программе ScanEx Image Processor 3.6.8. и имеют комбинации спектральных каналов 5–4–3 и 3–2–1. Использовались июльские или августовские спутниковые снимки радиометров ТМ (Landsat 5), ETM+ (Landsat 7) и OLI (Landsat 8), взятые из открытого для пользователей глобального архива геологической службы США [U.S. Geological Survey, 2019]. Снимки имеют пространственное разрешение 30 м. Нами были проанализированы снимки веб-картографического сервиса Google Планета Земля, начиная с 2002–2003 гг. [Google Планета

Земля]. По возможности для анализа были использованы последние снимки периода открытой воды, имеющиеся в архиве программы, датированные 2013–2018 гг.

Ранее авторами была создана и заполнена атрибутивная база данных заливов Волгоградского водохранилища [Баранова и др., 2018]. Объемы заливов 1958 г. были внесены в эту базу данных в настоящей работе.

### Результаты и их обсуждение

В результате выполненного исследования были определены периоды отделения заливов от основной акватории Волгоградского водохранилища абразионно-аккумулятивными пересыпями. Основные результаты представлены в табл. 1. По ней видно, что в настоящее время от основной акватории Волгоградского водохранилища отделились 76 заливов правобережья и 43 левобережных.

Таблица 1  
Table 1

Периоды отделения заливов Волгоградского водохранилища  
The periods of separation of the Volgograd reservoir bays

№ п/п	Период отделения залива, гг.	Количество отделенных заливов (% от общего количества заливов)	Количество отделенных заливов правого берега (примеры)	Количество отделенных заливов левого берега (примеры)
1	1958–1986	56 (28,3)	38 (Длинная балка, Левин)	18 (Илюшина балка, Глинский яр)
2	1986–1991	15 (7,6)	11 (Мостовой, Короткий Липовый)	4 (Бирючья балка, залив в 5 км к юго-западу от залива Большая балка)
3	1991–1995	5 (2,5)	2 (Щербаковский, залив в 2,9 км к юго-западу от залива Пичуга)	3 (верхнее ответвление залива Мордовский, залив в 1,9 км к юго-западу от залива Солянка)
4	1995–2002	13 (6,6)	7 (Другая балка, Ростовый)	6 (Левчуновский, Коржевския яр)
5	2002–2006	13 (6,6)	9 (Большой, Длинный Липовый)	4 (Баный, нижнее ответвление залива Шарова балка)
6	2006–2010	6 (3,0)	1 (залив в 0,9 км к северо-западу от залива Водяная балка)	5 (Солянка, нижнее ответвление залива Бирючий)
7	2010–2018	11 (5,6)	8 (Морозовский, Песчаная балка)	3 (Томатный, верхнее ответвление залива Шарова балка)

Следует отметить, что пространственное разрешение снимков Landsat не позволяет рассмотреть, завершился ли процесс отделения залива или залив находится на завершающей стадии. В связи с этим датой отделения залива мы считали дату той мозаики снимков, на которой уже видна сформированная пересыпь. Последние снимки Google Планета Земля,

проанализированные нами, относятся к августу 2018 г., поэтому последним периодом отделения мы считали период 2010–2018 гг.

Во входных створах некоторых заливов ААП начали формироваться, но процесс их развития приостановился (как правило, такие образования плохо заметны на снимках Landsat). Поэтому, началом отделения залива мы считали начало активного нарастания абразионно-аккумулятивных пересыпей во входном створе. Некоторые примеры приведены ниже, в скобках указан год отделения залива.

По спутниковому снимку Landsat 1986 г. видно, что некоторые заливы Волгоградского водохранилища находятся в активной стадии отделения (во входных створах прослеживаются абразионно-аккумулятивные косы). К ним относится ряд заливов правобережья: Трубинская Речка (1991), Короткий Липовый (1991), Большой (2006), Мостовой (1991), Сгонная балка (2006), Крестищенская балка (1991), Щербаковский (1995) и один левобережный: верхнее ответвление залива Мордовский (1995). По снимку Landsat 1995 г. отмечено активное нарастание кос во входных створах заливов Длинный Липовый (2006) и Ростовый (2001) (правый берег), среднего и нижнего ответвлений залива Терновый (2006), нижнего ответвления залива Шарова балка (2006) (левый берег) и некоторых других. По снимку 2001 г. отмечается начало активного отделения верхнего ответвления залива Терновый (2006, левый берег); по снимку 2006 г. – залива Солянка (2010, левый берег).

Приведем два примера поступательного развития ААП во входных створах заливов Волгоградского водохранилища. На рис. 1 представлено формирование пересыпи залива Большой (правый берег, первоначальный объем 518,95 тыс. м<sup>3</sup>). По снимкам Landsat 5 и Landsat 7–8 видно, что активное нарастание абразионно-аккумулятивных образований наблюдается, начиная с июля 1986 года (см. рис. 1 а–г). К августу 2006 года ААП во входном створе полностью сформировалась (см. рис. 1 д). На снимках 2010 и 2016 гг. заметно увеличение ширины пересыпи (см. рис. 1 е, ж).

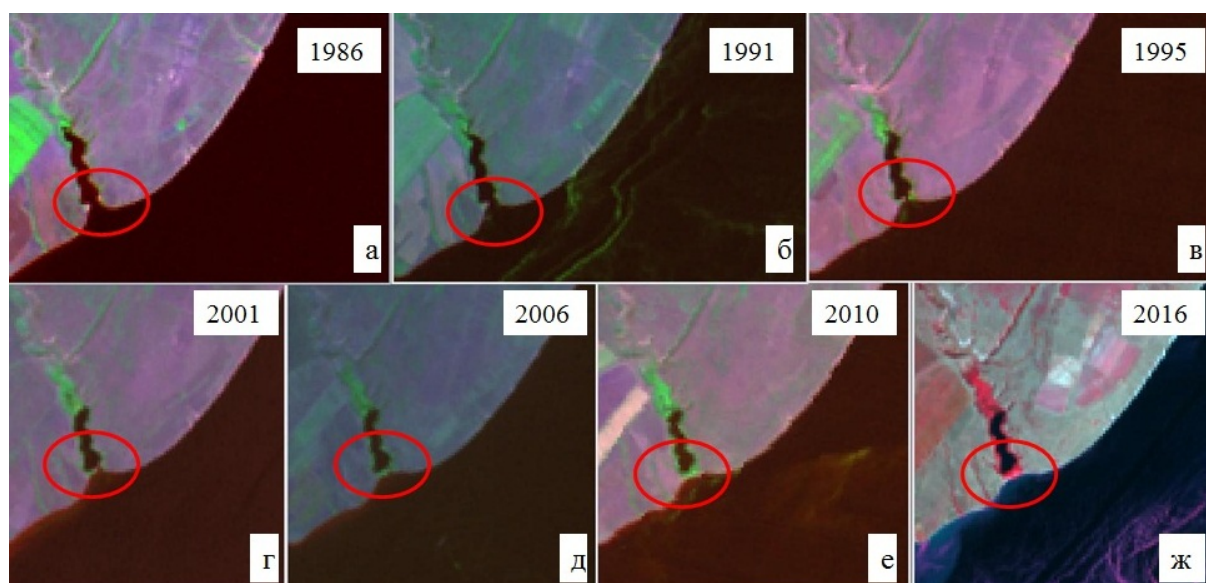


Рис. 1. Процесс формирования устьевой абразионно-аккумулятивной пересыпи правобережного залива Большой (составлено авторами с использованием снимков [U.S. Geological Survey])

Fig. 1. The process of formation of estuarial abrasion-accumulative jumper of right-coast bay Bol'shoj (it was compiled by the authors using satellite imagery [U.S. Geological Survey])

Поступательное развитие ААП залива Томатный (левый берег, первоначальный объем 132,64 тыс. м<sup>3</sup>) представлено на рис. 2. По июльскому снимку Google Планета Земля 2002 г. с обеих сторон входного створа залива наблюдаются абразионно-аккумулятивные

косы шириной около 10 м (см. рис. 2 а). На рисунках 2б (август 2009 г.) и 2в (июль 2010 г.) видно увеличение правобережной и левобережной кос. К июлю 2010 г. пересыпь практически сформирована, но связь между заливом и водохранилищем еще сохраняется. В 2012 г. (по данным полевых наблюдений) залив полностью закрылся. Сформированная ААП представлена на майском снимке Google Планета Земля 2017 года (см. рис. 2 г).

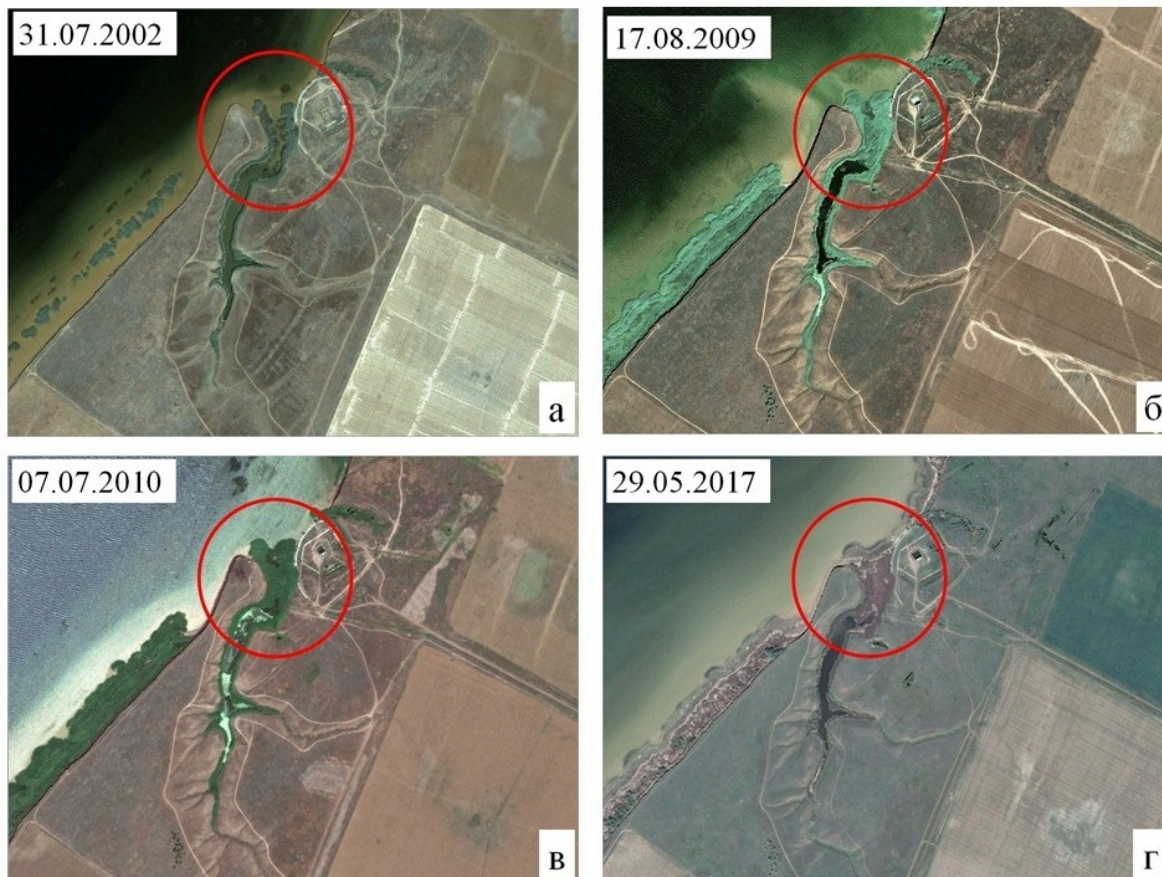


Рис. 2. Процесс формирования устьевой абразионно-аккумулятивной пересыпи левобережного залива Томатный (составлено авторами с использованием снимков [Google Планета Земля])  
Fig. 2. The process of formation of estuarial abrasion-accumulative jumper of left-coast bay Tomatnyj (it was compiled by the authors using imagery [Google Earth])

В настоящей работе были рассчитаны первоначальные объемы заливов Волгоградского водохранилища. Значения объемов составляют от 9,78 тыс. м<sup>3</sup> (залив без названия в 0,7 км к северу от залива Карагачева балка) до 354006,26 тыс. м<sup>3</sup> (залив Еруслан). Объемы заливов 1958 г. были внесены в атрибутивную базу данных заливов Волгоградского водохранилища (поле V1958) (рис. 3).

Через 25 лет после наполнения Волгоградского водохранилища (к 1986 году) от его акватории было отделено 56 заливов первоначальным объемом менее 300 тыс. м<sup>3</sup>. Такие заливы классифицированы в нашем исследовании как малые. К августу 2018 г. закрылись еще 48 малых заливов. В настоящее время 87,5 % закрытых заливов относятся к малым.

Отметим, что не все заливы объемом менее 300 тыс. м<sup>3</sup> на сегодняшний день отделены от акватории водохранилища. Этот факт можно объяснить их морфологическими особенностями. Входные створы заливов, расположенных ниже (южнее) выступающих береговых мысов закрываются медленнее (заливы Гусева, Рубежный и др.). Севернее Бутковского рынка (расположен в 201 км к северу от плотины Волжской ГЭС) процесс размыва берегов распространен меньше, здесь береговые деформации происходят в основном за

счет речной эрозии. Из-за дефицита строительного материала, обусловленного снижением энергетики ветрового волнения, заливы, расположенные севернее Бутковского рынка, также медленнее закрываются (заливы Сухая Осина, Байдаков овраг и др.). Некоторые формы антропогенного воздействия на входные створы заливов препятствуют перекрытию последних (заливы Сухой, Котловый и др.). В других случаях вблизи устья залива было проведено берегоукрепление, что препятствует размыву берегов и отделению заливов (залив Беленький).

FID	Shape *	Название	L ВГЭС, км	Берег	V1958	S1958	Дата снимка	Год отд.	В, м
69	Полигон	Левчуновский	162.9	Левый	207.69	7.91	29.05.2017	2000	81
186	Полигон	Залив в 1,3 км к с от залива Осадный	2.2	Левый	211.87	8.59	16.04.2017		120
114	Полигон	Шербаковский	214.2	Правый	216.24	6.91	19.09.2010	1995	134
67	Полигон	Залив в 3,4 км к с-в от залива Коржевский Яр	141.6	Левый	216.76	8.77	16.07.2017	1991	81
173	Полигон	Черная Гряда	160.4	Правый	218.15	7.2	29.05.2017		89
70	Полигон	Залив в 3,1 км к ю-з от залива Томатный	166.2	Левый	222.73	7.39	29.05.2017	2010	83
71	Полигон	Залив в 2,7 км к ю-в от залива Томатный	166.7	Левый	222.73	7.39	29.05.2017	1986	52
193	Полигон	Основый	97	Правый	229.47	5.76	06.10.2016		133
115	Полигон	Трубинская Речка	249.1	Правый	244.3	8.76	12.07.2010	1991	139
138	Полигон	Сухая Осина	250	Правый	244.75	9.23	12.07.2010		115
120	Полигон	Другалка	192	Правый	248.04	8.48	15.07.2010	2018	95
167	Полигон	Местный Рубежный	113.5	Правый	252.74	7.23	22.08.2010		68
194	Полигон	Нижняя Речка	122.4	Правый	262.57	8.13	04.09.2016		100
123	Полигон	Залив в 1,4 км к ю-в от залива Пичуга	16.6	Правый	264.7	7.78	24.11.2017		94
3	Полигон	Залив в 4,1 км к ю-з от залива Дубовка	23	Правый	267.44	7.51	15.06.2015	1986	144
195	Полигон	Верхняя Речка	123.1	Правый	271.3	9.48	04.09.2016		139
153	Полигон	Залив в 4,1 км к с от залива Карагачева Балка	48.6	Левый	272	9.87	06.10.2016		143
154	Полигон	Залив в 4,2 км к с от залива Карагачева Балка	48.7	Левый	272	9.87	06.10.2016		44
103	Полигон	Меловская Речка	246.5	Правый	276.95	8.52	03.08.2010	2013	123
62	Полигон	Солянка	114.4	Левый	287.56	11.87	04.09.2016	2010	152
53	Полигон	Залив в 2,9 км к с-в от залива Большая Балка	57.4	Правый	298.41	8.52	06.10.2016	1986	94
162	Полигон	Водяная Балка	32.1	Правый	304.36	11.88	30.07.2016		153
151	Полигон	Залив в 1,8 км к с от залива Осадный	2.7	Левый	332.6	12.5	16.04.2017		133
39	Полигон	Баный, нижнее ответвление	241.4	Правый	361.76	11.74	03.08.2010	2006	88
101	Полигон	Баный, верхнее ответвление	241.8	Правый	361.76	11.74	03.08.2010	2006	78
158	Полигон	Суводский	79.9	Правый	371.54	15.82	06.10.2016		118
126	Полигон	Мартышкин Сад балка	300.7	Правый	402.54	15.02	29.06.2017		113
166	Полигон	Широкий	86.6	Правый	425.96	11.15	06.10.2016		138
157	Полигон	Стрельный	60	Правый	459.87	14.59	06.10.2016		150
55	Полигон	Бирючья Балка	69.8	Левый	468.26	33.22	06.10.2016	1991	230
32	Полигон	Большой	196	Правый	518.95	17.27	15.07.2010	2006	179
148	Полигон	Татаркина	10.2	Правый	519.2	17.69	18.07.2017		90
64	Полигон	Залив в 3,5 км к ю от залива Кислово	125.4	Левый	528.83	25.78	04.09.2016	2000	200
180	Полигон	Даниловский	223.8	Правый	556.76	16.92	19.09.2010		223
169	Полигон	Нижний	120.3	Правый	580.88	11.56	04.09.2016		150
7	Полигон	Крестищенская Балка	45.4	Правый	602.46	15.23	13.07.2016	1991	157
77	Полигон	Залив в 4 км к с-в от балки Мартышкин Сад	299.8	Левый	606.64	21.87	29.06.2017	1995	202
48	Полигон	Залив в 5,1 км к с-в от залива Илюшина балка	21.6	Левый	655.68	16.2	30.07.2016	1991	205

Рис. 3. Атрибутивная база данных заливов Волгоградского водохранилища с объемами 1958 г.

Fig. 3. The attributive database of bays of Volgograd reservoir with volumes of 1958

Заливы с первоначальным объемом более 1000 тыс. м<sup>3</sup> (большие заливы) к настоящему времени еще не закрылись пересыпями. Исключение составили дву- и трехрогие заливы левобережья. Вследствие интенсивного размыва берегов вблизи устья такие заливы постепенно утратили отдельные ответвления и разделились на две или три отдельных акватории (заливы Терновыи, Шарова балка). Большие правобережные заливы относятся только к открытым или к начальной стадии отделения, а большие заливы левобережья, кроме того, находятся в активной и в завершающей стадиях отделения.

Заливы Еруслан, Горный Балыклей и Пичуга имеют объем на порядок больше (более 10000 тыс. м<sup>3</sup>), они выделены нами в отдельный класс – очень большие заливы.

Устьевые створы заливов объемом от 300 до 1000 тыс. м<sup>3</sup> (средние заливы) в меньшей степени подвержены процессу занесения, чем малые. В период 1986–1991 гг. закрылись средние заливы Большой, Крестищенская балка и залив без названия в 5,1 км к северо-востоку от залива Илюшина балка.

В последующие годы закрылись еще 7 заливов. Перекрытие входных створов средних заливов пересыпями возможно связано с морфологическими особенностями залива и с

литологическим составом берегов водоема вблизи входного створа. Классификация заливов Волгоградского водохранилища по первоначальному объему приведена в табл. 2.

Таблица 2  
Table 2Классификация заливов Волгоградского водохранилища по объему 1958 г.  
Classification of the bays of the Volgograd reservoir by the volume of 1958

Класс	Объем, тыс. м <sup>3</sup>	Количество заливов	% отделенных к 2018 г. заливов	Примеры заливов правобережья	Примеры заливов левобережья
Малые	менее 300	135	77,0	Мостовой, Водяная балка	Илюшина балка, Левчуновский
Средние	300–1000	29	34,5	Большой, Даниловский	Бирючья балка, Солонечный
Большие	1000–10000	31	16,1	Горная Пролейка, Нижний Ураков	Песчаный, Яблоновый
Очень большие	Более 10000	3	0	Горный Балыклей, Пичуга	Еруслан

### Заключение

В результате выполненного исследования были сделаны следующие выводы:

1. Процесс образования устьевых абразионно-аккумулятивных пересыпей начался еще при наполнении Волгоградского водохранилища до нормального подпорного уровня (1961) и активно продолжается в настоящее время. Более четверти заливов водохранилища (28,3 %) были отделены в период до 1986 года.

2. На сегодняшний день к закрытым или заливам на завершающей стадии отделения относится более половины (63,6 % от общего количества) заливов водохранилища, большая часть которых (38,4 %) принадлежит правому берегу.

3. Первоначальный объем заливов Волгоградского водохранилища является определяющим, но не единственным фактором, способствующим их отделению. Начало активизации абразионно-аккумулятивных процессов зависит и от других факторов: морфологических особенностей залива, литологического состава берегов, скорости и направления волнения, частоты и повторяемости штормов, антропогенного фактора.

4. По первоначальному объему заливы были разделены на 4 класса: малые (объемом менее 300 тыс. м<sup>3</sup>), средние (300–1000 тыс. м<sup>3</sup>), большие (1000–10000 тыс. м<sup>3</sup>) и очень большие (более 10000 тыс. м<sup>3</sup>).

5. Наиболее активно отделяются от акватории Волгоградского водохранилища малые заливы, к 1986 году было отделено 77,0 % таких заливов. В меньшей степени подвержены процессу занесения входные створы средних заливов.

Полученные в ходе настоящего исследования результаты необходимы для выявления закономерностей образования абразионно-аккумулятивных пересыпей во входных створах заливов для последующего прогнозирования и предотвращения начала активного отчленения заливов Волгоградского водохранилища.

### Список источников

1. Google Планета Земля. URL: <https://www.google.ru/intl/ru/earth/> (дата обращения: 17.02.2020)



2. Ouillon S. 2018. Why and How Do We Study Sediment Transport? Focus on Coastal Zones and Ongoing Methods IN Water.10 (4), 390. Available at: <https://www.mdpi.com/2073-4441/10/4/390/html> (accessed 10 February 2020)
3. U.S. Geological Survey. Available at: <http://earthexplorer.usgs.gov/> (accessed 20 August 2019)

### Список литературы

1. Баранова А.И., Зубенко Ф.С., Кудрявцева Е.Н., Радченко Э.К., Семенова Н.Н. 1967. Изучение физико-геологических процессов на побережьях и берегах водохранилищ по аэроснимкам. Л., Наука, Ленинградское отделение, 283 с.
2. Баранова М.С., Кочеткова А.И., Филиппов О.В., Брызгалина Е.С., Обьедкова О.А. 2017а. Применение геоинформационных систем и спутниковых данных при исследовании заливов и устьевых абразионно-аккумулятивных пересыпей Волгоградского водохранилища. ИнтерКарто / ИнтерГИС: Материалы междунар. Конференции, 23 (3): 119–131.
3. Баранова М.С., Филиппов О.В., Кочеткова А.И. 2017б. Исследование заливов и устьевых абразионно-аккумулятивных пересыпей Волгоградского водохранилища. VI Международная научная практическая конференция. Пермь, Пермский государственный национальный исследовательский университет: 17–22.
4. Баранова М.С., Филиппов О.В., Кочеткова А.И., Брызгалина Е.С. 2018. Атрибутивная база данных заливов Волгоградского водохранилища. ИнтерКарто / ИнтерГИС: Материалы Международной конференции, 24 (2): 385–395.
5. Гидрометеорологический режим озер и водохранилищ СССР. Волгоградское водохранилище. 1976. Под ред. В.А. Знаменского и Б.И. Ушакова. Л., Гидрометеиздат, 84 с.
6. Ермолов А.А., Игнатов Е.И., Кизяков А.И., Илюшин Д.Г. 2019. Абразионные берега Азовского и Черного морей. Экология. Экономика. Информатика. Серия: геоинформационные технологии и космический мониторинг, 4: 142–146.
7. Законнов В.В. 2017. Течения и их роль в формировании наносов. VI Международная научная практическая конференция. Пермь, Пермский государственный национальный исследовательский университет: 65–68.
8. Законнов В.В., Законнова А.В., Цветков А.И., Шерышева Н.Г. 2018. Гидродинамические процессы и их роль в формировании донных осадков водохранилищ Волжско-Камского каскада. Труды ИБВВ РАН, Борок, Учреждение РАН Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, 81 (84): 35–46.
9. Зубенко Ф.С. 1964. Берега Волгоградского водохранилища. Материалы к изучению перестроения берегов Волгоградского водохранилища. М.-Л., Наука: 78–124.
10. Калюжная Н.С., Калюжная И.Ю., Хоружая В.В., Самотева В.В., Сохина Э.Н. 2017. Опыт изучения состояния нерестилищ верхнего плеса Цимлянского водохранилища с использованием ГИС. Материалы Международной конференции «ИнтерКарто. ИнтерГИС», 23 (1): 308–322.
11. Корзинин Д.В., Леонтьев И.О., Штремель М.Н. 2019. Динамика берегов Нарвского залива Балтийского моря: современное состояние и тенденции развития. Геоморфология, 4: 40–48.
12. Назаров Н.Н., Никонорова И.В., Филиппов О.В., Фролова И.В. 2015. Крупные аккумулятивные образования береговых зон водохранилищ. В кн.: Эрозионные и русловые процессы. М., Географический факультет Моск. гос. ун-та им. М.В. Ломоносова: 199–207.
13. Погорелов А.В., Антоненко М.В., Федорова С.А., Елецкий Ю.Б. 2015. Количественные изменения Вербяной косы в Азовском море по данным ежегодного мониторинга. Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе, 11: 63–70.
14. Потахин М.С., Зобков М.Б., Гурбич В.А. 2017. Разработка и применение цифровой модели рельефа котловины и водосбора Онежского озера. VI Международная научная практическая конференция. Пермь, Пермский государственный национальный исследовательский университет: 140–145.
15. Саратовская Ю.В. 2019. Актуальные вопросы берегового природопользования северного побережья Калининградской области. Молодой ученый, 3: 126–129.

16. Сталинградская электростанция на реке Волге. Альбом планов судового хода на участке от плотины до Балаково. 1958. Л., Гос. институт проектирования на речном транспорте Ленгипроречтранс, 54 с.
17. Федорова Е.А. 2016. Особенности осадконакопления в котловинах водохранилищ равнинного и предгорного типа на примере Новосибирского и Красноярского водохранилищ. Канд. дис ... геогр. наук. Геленджик, 178 с.
18. Филиппов О.В., Золотарев Д.В., Солодовников Д.А. 2009. Экологические проблемы заливов и устьевых притоков Волгоградского водохранилища в условиях абразии и вдольберегового транспорта наносов. В кн.: Проблемы комплексного исследования Волгоградского водохранилища. Волгоград, Волгоградское научное издательство, 119–142.
19. Шумова Н.А. 2017а. Анализ динамики разрушения берегов Цимлянского водохранилища. Аридные экосистемы, 23 (3 (72)): 95–103.
20. Шумова Н.А. 2017б. Смещение бровки коренного берега Цимлянского водохранилища за 60 лет эксплуатации. VI Международная научная практическая конференция. Пермь, Пермский государственный национальный исследовательский университет: 189–194.
21. Grottoli E., Bertoni D., Pozzebon A., Ciavola P. 2019. Influence of particle shape on pebble transport in a mixed sand and gravel beach during low energy conditions. Implications for nourishment projects Ocean and Coastal Management, 169: 171–181.
22. Hemmingsena M., Eikaas H., Marsdena D. 2019. A GIS approach to sediment displacement in mixed sand and gravel beach environment. Journal of Environmental Management, 249: 1–11.

## References

1. Baranova A.I., Zubenko F.S., Kudrjavceva E.T. Radchenko Je.K., Semenova N.N. 1967. Izuchenie fiziko-geologicheskikh protsessov na poberezh'yakh i beregakh vodokhranilishch po aerosnimkam [Study of physical and geological processes on the coasts of reservoirs from aerial photographs]. Leningrad, Publ. Nauka, the Leningrad branch, 283 p.
2. Baranova M.S., Kochetkova A.I., Filippov O.V., Bryzgalina E.S., Ob"edkova O.A. 2017a. Primenenie geoinformacionnyh sistem i sputnikovyh dannyh pri issledovanii zalivov i ust'evykh abrazionno-akkumuljativnyh peresypej Volgogradskogo vodokhranilishha. InterKarto / InterGIS: Materialy mezhdunarodnoj konferencii [Application of geoinformation systems and satellite data in the investigation of bays and estuarial abrasion-accumulative jumpers of the Volgograd reservoir. InterKarto/InterGIS: Materials of the international conference]. Moscow, Moscow University Press, 23 (3): 119–131. DOI: 10.24057/2414-9179-2017-3-23-119-131
3. Baranova M.S., Filippov O.V., Kochetkova A.I. 2017b. Issledovanie zalivov i ust'evykh abrazionno-akkumuljativnyh peresypej Volgogradskogo vodokhranilishha. Trudy VI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii [The investigation of bays and estuarial abrasion-accumulative jumpers of the Volgograd reservoir. Proceedings of VI International Scientific Practical Conference]. Perm, Perm State National Research University: 17–22.
4. Baranova M.S., Filippov O.V., Kochetkova A.I., Bryzgalina E.S. 2018. Atributivnaja baza dannyh zalivov Volgogradskogo vodokhranilishha. InterKarto / InterGIS: Materialy Mezhdunarodnoj konferencii. [Attributive database of bays of the Volgograd reservoir. InterKarto / InterGIS: Materials of the international conference], Petrozavodsk, Karelian Research Center of the Russian Academy of Sciences, 24 (2): 385–395. DOI: 10.24057/2414-9179-2018-2-24-385-395
5. Gidrometeorologicheskij rezhim ozer i vodokhranilishch SSSR. Volgogradskoe vodokhranilishche [Hydrometeorological regime of lakes and reservoirs of USSR. The Volgograd reservoir]. 1976. Pod red. V.A. Znamenskogo, B.I. Ushakova. Leningrad, Publ. Gidrometeoizdat, 83 p.
6. Ermolov A.A., Ignatov E.I., Kizyakov A.I., Ilyushin D.G. 2019. Abrazionnye berega Azovskogo i Chernogo morej [Abrasion coast of the Azov and Black seas]. Jekologija. Jekonomika. Informatika. Serija: geoinformacionnye tehnologii i kosmicheskij monitoring, 4: 142–146. DOI: 10.23885/2500-123X-2019-2-4-142-146
7. Zakonnov V.V. 2017. Tehenija i ih rol' v formirovanii nanosov. Trudy VI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii [Currents and their role in formation of sediments. Proceedings of VI International Scientific Practical Conference]. Perm, Perm State National Research University: 65–68.

8. Zakonnov V.V., Zakonnova A.V., Tsvetkov A.I., Sherysheva N.G. 2018. Gidrodinamicheskoe processy i ih rol' v formirovanii donnyh osadkov vodohranilishh Volzhsko-Kamskogo kaskada [Hydrodynamic processes and their role in the formation of bottom sediments of the reservoirs of the Volga-Kama cascade]. Trudy IBVV RAN, 81 (84): 35–46.
9. Zubenko F.S. 1964. Berega Volgogradskogo vodohranilishha [The coasts of the Volgograd reservoir]. V kn.: Materialy k izucheniju pereformirovaniya beregov Volgogradskogo vodohranilishha [Materials for the study of the reorganization of the coasts of the Volgograd reservoir]. Moscow-Leningrad, Publ. Nauka: 78–124.
10. Kalyuzhnaya N.S., Kalyuzhnaya I.Yu., Khoruzhaya V.V., Samoteeva V.V., Sokhina E.N. 2017. Opyt izuchenija sostojaniya nerestilishh verhnego plesa Cimljanskogo vodohranilishha s ispol'zovaniem GIS. InterKarto / InterGIS: Materialy mezhdunarodnoj konferencii [GIS-based experience of investigation the status of spawning areas within the upper section of the Tsimlyansk reservoir. InterKarto/InterGIS: Materials of the international conference]. Moscow, Moscow University Press, 23 (1): 308–322. DOI: 10.24057/2414-9179-2017-1-23-308-322
11. Korzinin D.V., Leont'ev I.O., Shtremel' M.N. 2019. Dinamika beregov Narvskogo zaliva Baltijskogo morja: sovremennoe sostojanie i tendencii razvitiya [The dynamics of the coast of the Narva bay of the Baltic Sea: current status and development trends]. Geomorfologija, 4: 40–48. DOI: 10.31857/S0435-42812019440-48
12. Nazarov N.N., Nikonorova I.V., Filippov O.V., Frolova I.V. 2015. Krupnye akumuljativnye obrazovaniya beregovykh zon vodohranilishh [Large accumulative formations of coastal zones of reservoirs] V kn.: Jerozionnyye i ruslovyje process [Erosion and channel processes] Pod red. R.S. Chalova. Moscow, Publ. Moscow State University named after M.V. Lomonosov. 6: 199–207.
13. Pogorelov A.V., Antonenko M.V., Fedorova S.A., Eletskiy Yu.B. 2015. Kolichestvennyye izmeneniya Verbjanoy kosy v Azovskom more po dannym ezhegodnogo monitoring [Quantitative changes in the Verbena spit in the Sea of Azov according to annual monitoring]. Zashhita okruzhajushhej sredy v neftegazovom komplekse, 11: 63–70.
14. Potakhin M.S., Zobkov M.B., Gurbich V.A. 2017. Razrabotka i primeneniye cifrovoj modeli rel'efa kotloviny i vodosbora Onezhskogo ozera. Trudy VI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii [The development and application of digital elevation of the lake Onego basin and catchment area. Proceedings of VI International Scientific Practical Conference]. Perm, Perm State National Research University: 140–145.
15. Saratnikova Yu.V. 2019. Aktual'nye voprosy beregovogo prirodopol'zovaniya severnogo poberezh'ja Kaliningradskoj oblasti [Actual issues of coastal nature management of the northern coast of the Kaliningrad region]. Molodoj uchenyj, 3: 126–129.
16. The Stalingrad power station on the Volga River. Album of plans of ship passage from dam to Balakovo. 1958. Leningrad, State Institute of River Transport Design Leningprorechtrans, 54 p. (in Russian)
17. Fedorova E.A. 2016. Osobennosti osadkonakopleniya v kotlovinakh vodokhranilishch ravninnogo i predgornogo tipa na primere Novosibirskogo i Krasnoyarskogo vodokhranilishch [Peculiarities of sedimentation in the basins of flat and piedmont reservoirs as exemplified by the Novosibirsk and Krasnoyarsk reservoirs]. Dis. ... cand. geogr. sciences. Gelendzhik, 178 p.
18. Filippov O.V., Zolotarev D.V., Solodovnikov D.A. 2009. Jekologicheskie problemy zalivov i ust'evykh pritokov Volgogradskogo vodohranilishha v uslovijah abrazii i vdol'beregovogo transporta nanosov [Ecological problems of bays and estuarial tributaries of the Volgograd reservoir in conditions of abrasion and alongshore sediment transport]. V kn.: Problemy kompleksnogo issledovaniya Volgogradskogo vodohranilishha [Problems of a comprehensive study of the Volgograd reservoir]. Pod red. A.V. Pljakina. Volgograd, Volgograd Scientific Publishing House: 119–142.
19. Shumova N.A. 2017a. Analiz dinamiki razrusheniya beregov Cimljanskogo vodohranilishha [The analysis of the dynamics of the destruction of the banks of the Tsimlyansk reservoir]. Aridnye jekosistemy, 23 (3 (72)): 95–103.
20. Shumova N.A. 2017b. Smeshhenie brovki koren'nogo berega Cimljanskogo vodohranilishha za 60 let jekspluatacii. Trudy VI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii [Movement of fundamental coast edge of the Tsimlyansk reservoir for 60 years of operation. Proceedings of VI International Scientific Practical Conference]. Perm, Perm State National Research University: 189–194.

21. Grottoli E., Bertoni D., Pozzebon A., Ciavola P. 2019. Influence of particle shape on pebble transport in a mixed sand and gravel beach during low energy conditions: Implications for nourishment projects. *Ocean and Coastal Management*, 169: 171–181. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2018.12.014

22. Hemmingsena M., Eikaas H., Marsdena D. 2019. A GIS approach to sediment displacement in mixed sand and gravel beach environment. *Journal of Environmental Management*, 249: 1–11. DOI: 10.1016/j.jenvman.2019.05.141

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Баранова Мария Сергеевна**, ассистент кафедры математики, информатики и естественных наук Волжского филиала федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный университет», г. Волжский, Россия

**Кочеткова Анна Игоревна**, кандидат биологических наук, доцент кафедры математики, информатики и естественных наук Волжского филиала федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный университет», г. Волжский, Россия

**Леонтьев Денис Александрович**, специалист по учебно-методической работе Учебно-методического отдела Волжского филиала федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный университет», г. Волжский, Россия

**Брызгалина Елена Сергеевна**, старший преподаватель кафедры математики, информатики и естественных наук Волжского филиала федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный университет», г. Волжский, Россия

**Объедкова Ольга Александровна**, гидрохимик 1 категории Комплексной лаборатории по мониторингу загрязнения окружающей среды Волгоградского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, филиал ФГБУ «Северо-Кавказское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды», г. Волгоград, Россия

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Maria S. Baranova**, assistant of the department of mathematics, informatics and natural sciences of the Volzhskiy branch of the Volgograd State University Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education, Volzhsky, Russia

**Anna I. Kochetkova**, candidate of biological Sciences, associate professor of the department of mathematics, informatics and natural sciences of the Volzhskiy branch of the Volgograd State University Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education, Volzhsky, Russia

**Denis A. Leont'ev**, specialist in educational and methodical work of the educational and methodical department of the Volzhskiy branch of the Volgograd State University Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education, Volzhsky, Russia

**Elena S. Bryzgalina**, senior lecturer, department of mathematics, computer science and natural sciences of the Volgograd State University Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education, Volzhsky, Russia

**Ol'ga A. Ob'edkova**, category 1 hydrochemist of the integrated laboratory for monitoring environmental pollution of the Volgograd CHEM, branch of FSBO «North Caucasian DHEM, Volgograd, Russia