Динамика береговой линии острова Сарпинский на Нижней Волге

С. С. Шинкаренко^{1,2}, О. Ю. Кошелева¹, Д. А. Солодовников², А. С. Рулев^{1,2}

¹ *Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН, Волгоград, 400062, Россия*

² *Волгоградский государственный университет, Волгоград, 400062, Россия*
E-mails: koshelevao@vfanc.ru, shinkarenko@volsu.ru

Представлены результаты исследования горизонтальных деформаций русла р. Волги в районе о. Сарпинский, который является самой большой речной островной системой в европейской части России. Анализ разновременных спектрально-радиометрических снимков Landsat позволил оценить изменение береговой линии о. Сарпинский в период с 1975 по 2016 г. Установлено, что наибольший размыв береговой линии происходил в период с 1984 по 1995 г., когда наблюдались максимальные после строительства ГЭС значения расходов воды. Было выявлено, что процессы размыва сильнее связаны с показателями расхода воды, чем процессы намыва. За изученный период площадь острова сокращалась в среднем на 0,09 км² в год. Для западной и южной частей острова характерны процессы нарастания прибрежных скоплений наносов и их последующего отчленения или сползания вниз по течению. По космическим снимкам выявлен линейный характер темпов разрушения берегов у восточной части острова, в излучине, где расположены населённые пункты, дачные посёлки и базы отдыха, со средней скоростью 12,5 м в год.

Ключевые слова: о. Сарпинский, смещение береговой линии, размыв, намыв, Landsat, ГИС

Одобрена к печати: 01.07.2019

DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-5-120-129

Введение

Размыв речных берегов является одним из самых разрушительных процессов для существования и функционирования населённых пунктов и инженерных сооружений, расположенных близко к размываемому берегу. Годовой темп отступления берегов (коренных и островных) зависит от мощности потока, прочности пород, слагающих берега и дно, гидрогеологических особенностей прилегающей местности, а также от разнообразных техногенных факторов (искусственного повышения отметок берегов, регулирования речного стока, проведения дноуглубительных работ и т. д.) (Беркович и др., 1996; Эрозионно-русловые..., 2017). На сегодняшний день процедура оценки горизонтальных деформаций речного русла значительно упрощается в связи с доступностью разновременных данных дистанционного зондирования и применения геоинформационных технологий, что, в свою очередь, даёт возможность прогнозирования темпов размыва берегов и угрозы населённым пунктам и объектам инфраструктуры.

Самый крупный речной остров Европейской России — о. Сарпинский — в последние десятилетия выпадал из сферы внимания русловедов, несмотря на то, что русловые процессы на Нижней Волге в целом хорошо изучены (Бабич и др., 2014; Нижняя Волга..., 2002). Это, видимо, связано с тем, что русло Волги здесь поддерживает хорошие глубины и не создаёт проблем для судоходства. Современных количественных данных по деформациям береговой линии острова в литературе практически нет. Например, приводится только информация о переформировании коренных берегов Волги и Ахтубы, а данные о пойменных берегах отсутствуют (Шубин, 2017). В Атласе русловой морфодинамики Нижней Волги (Атлас..., 2009) приведены схемы горизонтальных деформаций только основного русла Волги в районе о. Сарпинский, воложка Куропатка затронута лишь частично, поэтому определить многолетние темпы переформирования берегов островной системы по данным схемам нельзя.

Размыв берегов является природным процессом, свойственным любой реке, однако о. Сарпинский с 2006 г. входит в административные границы Волгограда, поэтому проблема мониторинга переформирования берегов стала актуальна и для специалистов-градостроителей (Жатикова, Коростелева, 2011).

Объект исследования

Русло Волги в районе Волгограда разделено о. Денежный и системой островов Сарпинский, Голодный и Спорный (далее — о. Сарпинский) на два рукава (Нижняя Волга..., 2002). Рассматриваемый участок относится к пойменно-русловому морфодинамическому типу разветвлений, для которого характерны большие размеры островов, автономность развития рукавов и формирование у них своих типов русла (Чалов, 2016). Остров Сарпинский является самой большой островной системой на р. Волге, занимая площадь около 120 км². С южной и западной сторон он омывается коренным судоходным руслом Волги, с северной — её рукавом воложкой Куропатка. Острова Голодный и Сарпинский разделены воложкой Щучий проран, Сарпинский и Спорный — затоном Саклинский (рис. 1).

Рис. 1. Цветосинтезированные снимки Landsat (комбинации каналов 3-2-1 Landsat-2 и 4-3-2 Landsat-8)

Образование острова связано с веерообразным раскрытием Волго-Ахтубинской поймы и формированием воложки Куропатки. В месте расположения острова Волга резко меняет направление течения (с юго-западного на юго-восточное), что, по мнению ряда учёных (Плюснин, 1938; Самусь и др., 2010), связано с наличием в данном районе сложной системы разрывных тектонических нарушений. Из-за этого в районе Волгограда сформировалась излучина реки, и выпуклый левый берег Волго-Ахтубинской поймы оказался в зоне подпора основного потока, что и привело к ответвлению рукава — воложки Куропатки. В дальнейшем же работа разнонаправленных потоков — меженного по основному руслу вдоль правого коренного берега и половодного по воложке — сформировала современные очертания острова.

Таким образом, о. Сарпинский как пойменное образование имеет внушительный возраст. Проанализированная И.В. Поповым съёмка 1913 г. уже тогда показывала систему рукавов и островов, очень близких к современным очертаниям (Попов, 1963). Путешественники

XVIII в. (Корнелис де Брюйин (*нидерл.* Cornelis de Bruijn или de Bruyn), академик С. Г. Гмелин) также упоминают остров напротив Царицына длиной 20–25 вёрст и шириной до 10 вёрст, что вполне сопоставимо с современными размерами. Как известно, крепость Царицын была основана именно на острове Волги напротив устья речки Царица в конце XVI в. Хотя от крепости не осталось никаких археологических свидетельств, самым логичным местом её расположения являются вершины прирусловых валов у оголовка Сарпинского острова, которые позволяли контролировать судоходство по основному руслу и рукаву (воложке) Куропатка. В пользу многовекового возраста острова говорит и произрастание здесь уникальных дубрав возрастом не менее 200 лет, которые вместе с дубравами Волго-Ахтубинской поймы образуют южный форпост дуба черешчатого (*Quercus robur*) на юго-востоке Европы (Белоук, Кандаурова, 2017; Рулев и др., 2017а). Помимо дубрав, основная часть которых сохранилась в центре острова вдали от зон рекреации и населённых пунктов, одним из главных богатств Сарпинского являются галерейные леса из тополя чёрного (*Populus nigra*) и белого (*P. alba*), а также осины (*P. tremula*). Определяющую роль в сохранении этих уникальных экосистем играет гидрологический режим Нижней Волги, особенно после зарегулирования реки камскими и нижеволжскими плотинами в 1950–1960-е гг., которое привело к существенному межсезонному перераспределению стока (Рулев и др., 2017б; Филиппов и др., 2012).

Вследствие пойменного режима для острова характерен достаточно сложный рельеф, расчленённый многочисленными протоками, ериками и старицами. Внутренняя часть острова, сложенная суглинками, илами пойменного аллювия, покрыта плодородными почвами, тогда как прибрежные участки представляют собой обрывы подмываемых берегов и пляжи намываемых.

Материалы и методы

Исследования изменений береговой линии о. Сарпинский основаны на дешифрировании разновременных спектрально-космических снимков с сенсоров Landsat-2, -3 MSS, -5 TM, -7 ETM+, -8 OLI с 1975 по 2016 г. с пространственным разрешением 30 м (15 м — для панхроматического канала ETM+ и OLI, 80 м — у сенсоров MSS). Даты съёмки подбирались максимально близко к летней межени: вторая половина августа и сентябрь. Выбор источника данных обусловлен достаточным пространственным разрешением для выделения водных объектов и оценки динамики береговой линии. Кроме того, немаловажным фактором является их наличие в свободном доступе. Прочие общедоступные данные (например, с радиометра MODIS) не подходят для целей исследования из-за низкого пространственного разрешения.

Атмосферная коррекция выполнена в программном обеспечении GRASS GIS 7 с помощью модуля i.atmoscorr. Береговая линия определялась вычитанием слоя-маски водных объектов, которые выделялись классификацией красного и ближнего инфракрасного каналов (максимум поглощения водой) с помощью плагина SemiAutomatic Classification Plugin для геоинформационной системы QGIS. Векторизованные полигоны водных объектов загружались в QGIS 2.18, где корректировались границы объектов исходя из визуального контроля по панхроматическому каналу и цветовому RGB-композиру. Также в QGIS рассчитывались площади островов на эллипсоиде WGS84. Статистический анализ проведён в программе Microsoft Office Excel 2007.

Значения расходов воды в Волге приведены по данным Волжской ГЭС, представленным в открытой печати (Овчарова, 2016; Шумова, 2014) и на официальном сайте ОАО «РусГидро» (<http://www.rushydro.ru/hydrology/informer/>).

Оценка изменения береговой линии за исследуемый период проводилась на основе данных, полученных с поперечного профиля (А–Б), заложенного в излучине, на восточном берегу о. Сарпинский. Подмываемый берег здесь сложен супесями, перекрываемыми суглинками. Начало профиля берёт у дальнего от берега края хутора Волгострой в точке с координатами 48° 36' 52" с.ш. и 44° 30' 52" в.д., расположенной вне зоны ежегодного затопления.

Ориентирован профиль на северо-восток. Измерение расстояния от репера (А) до уреза воды (Б) проводилось по разновременным космическим снимкам, что позволило оценить динамику размыва берега. Батиметрическая съёмка русла воложки Куропатка осуществлялась летом 2017 г. с использованием эхолота Lowrance HDS 8.

Результаты и обсуждение

По сравнению с основным руслом Волги, омывающим правый берег о. Сарпинский, рукав воложки Куропатка играет явно второстепенную роль в распределении стока. По результатам эхолотирования установлено, что в меженный период глубины здесь не превышают 4 м, в то время как для основного русла Волги характерны глубины 15 м и более. Русло воложки активно меандрирует, формируя побочни и причленённые сегменты молодой поймы по правому и левому берегам, коэффициент его извилистости составляет 1,38. Таким образом, для данного участка реки характерны тесно связанные между собой процессы нарастания прибрежных скоплений наносов и их последующее отчленение или смещение вниз по течению. Такие особенности в переформировании берегов Сарпинского были отмечены ещё И. В. Поповым во время его исследований деформации острова в период с 1913 по 1952 г. (рис. 2).

Анализ данных многолетней космической съёмки (рис. 3, см. с. 124) позволил выявить изменения береговой линии и проследить динамику общей площади острова за почти 40-летний период начиная с 1975 г. (табл. 1).

Таблица 1. Изменение площади о. Сарпинский в период 1975–2016 гг. по материалам космической съёмки

Год	1975	1981	1984	1988	1995	2000	2006	2010	2016
Площадь, км ²	130,2	118,7	120,7	120,1	117,2	119,1	119,9	119,5	117,9

Несмотря на многочисленные изменения береговой линии, площадь системы островов остаётся практически неизменной, разница между отдельными годами составляет 2–3 км². Исключением является период до 1960–1980-х гг., пока происходило естественное формирование излучины о. Сарпинский и о. Спорный ещё не был отделён протокой. В то время площадь системы островов составляла около 130 км². После зарегулирования стока реки в устье о. Сарпинский началось формирование вторичных меандров, что, в частности, привело к отделению о. Спорный, который начиная с 1981 г. в расчётах площади Сарпинского не участвовал. Уменьшение общей площади системы островов компенсировалось увеличением площадей пляжей и изменением площади мелких островков.

Из-за отсутствия официальных данных о расходах воды по рукавам Волги не представляется возможным отследить их связь с размывами и намывами отдельно по основному руслу и по воложке Куропатка. В целом, как показал анализ космических снимков, процессы размыва береговой линии преобладают над намывом, следствием чего является уменьшение площади

Рис. 2. Схема переформирования берегов о. Сарпинский по материалам И. В. Попова (1963) за период с 1913 по 1940 г.

острова в среднем на $0,09 \text{ км}^2$ с 1984 г. (табл. 2). Наибольшее сокращение площади острова (на $2,9 \text{ км}^2$) наблюдалось в период с 1988 по 1995 г., в это же время было отмечено максимальное значение размыва берегов ($6,12 \text{ км}^2$). Как раз на этот период пришёлся наибольший средний и средний максимальный расход воды в Волге (9300 и $27\,800 \text{ м}^3/\text{с}$ соответственно).

Рис. 3. Очертания о. Сарпинский в период с 1975 по 2016 г. по данным космической съёмки Landsat

Таблица 2. Площади размывов/намывов берегов о. Сарпинский и расходы воды в Волге в период 1984–2016 гг.

Годы	Площадь размыва, км^2	Площадь намыва, км^2	Изменение площади, км^2	Средний расход, $\text{м}^3/\text{с}$	Максимальный расход, $\text{м}^3/\text{с}$
1984–1988	4,42	3,83	–0,60	8937	28075
1988–1995	6,12	3,18	–2,93	9282	27785
1995–2000	1,83	3,67	1,85	7624	25680
2000–2006	2,47	3,33	0,86	8226	25433
2006–2010	3,17	2,79	–0,38	8292	26655
2010–2016	2,92	1,34	–1,58	7617	24258
Среднее	0,65	0,57	–0,09	8330	26314
1984–2016	20,92	18,14	–2,79	—	—

Корреляционный анализ площадей размыва и намыва со значениями среднего и максимального расходов показал сильную связь площади размыва и среднегодового расхода воды в Волге ($r = 0,91$), а также площади размыва и максимального расхода воды ($r = 0,75$). Для площади намываемых песчаных кос установлена средняя степень взаимосвязи со средним ($r = 0,44$) и максимальным ($r = 0,66$) расходами воды в реке. Таким образом, наибольший размыв береговой линии происходил в период с 1984 по 1995 г., когда средний и максимальный расходы превышали их средние значения за весь изучаемый период (8300 и 26 300 м³/с соответственно). Намывы на рассматриваемом участке реки в меньшей степени, чем размывы, обусловлены расходами воды, что объясняется задержкой взвешенных наносов Волгоградским водохранилищем после строительства ГЭС (Устьевая..., 1998).

Увеличение транспорта наносов из водохранилища происходит при росте расходов воды, но при этом транзитный сток, увлекая взвешенные частицы по руслу ниже гидроузла, не способствует формированию отложений в виде песчаных кос вдоль берегов о. Сарпинский в тех объёмах, которые наблюдались до перекрытия реки плотиной ГЭС (Попов, 1963). По данным (Атлас..., 2009), некоторое восстановление стока взвешенных наносов происходит только ближе к вершине дельты (до 7,3 млн т).

Более детальное сравнение двух снимков 1984 и 2016 гг. показало, что для правого, выпуклого, берега острова характерно «сползание» песчаных кос вниз по течению реки (рис. 4). Самый интенсивный размыв берега на Сарпинском отмечается у оголовка острова, а также в излучине левого берега, где наблюдается наибольший угол (почти 90°) подхода стрежня потока воложки Куропатка к берегу острова, который и обуславливает большую скорость размыва (Чалов, 2000). Здесь у самого берега расположены хутор Волгострой, дачные массивы и турбазы, для которых береговой размыв представляет реальную угрозу.

Следующее резкое изменение направления стрежня потока происходит у о. Спорный, и теперь уже «под ударом» оказывается вогнутый берег Волго-Ахтубинской поймы между посёлками Тумак и Щучий, а напротив него формируются намывные песчаные островки и косы у о. Спорный, образуя здесь прирусловую отмель, способствующую ещё большему сжатию потока. Изгибы русла вызывают формирование циркуляционных течений, которые, в свою очередь, способствуют увеличению кривизны излучин, а это ведёт к росту скорости размыва берегов. Кроме того, в излучине Сарпинского действует фактор наложения потоков: у оголовка острова в период половодья встречаются потоки воды с воложки Куропатка и протоки Щучий проран, в результате чего происходит активное перераспределение наносов (Русловой..., 1994).

Согласно исследованиям И.В. Попова (Попов, 1963), за период с 1913 по 1952 г. размыв отдельных участков берега о. Сарпинский составил порядка 30–40 м в год. Наши исследования показали, что за период с 1975 по 2016 г. средняя скорость размыва уменьшилась до 12,5 м в год, что связано с зарегулированием стока в 60-х гг. прошлого века, которое сказалось на интенсивности руслового процесса при сохранении прежних тенденций его развития. Кроме того, продолжительность половодья и расход воды в этот период не одинаковы по годам. Например, весеннее половодье 2015 г. было катастрофически маловодным,

Рис. 4. Сравнение береговых линий на 1984 и 2016 гг.: 1 — намыв; 2 — размыв; 3 — часть острова, которая не изменялась за период исследования; А–Б — линия профиля

на пике достигая расхода всего 16 тыс. м³ в секунду вместо среднесуточных пиковых расходов 26–28 тыс. м³. Пик половодья продлился три дня, а не обычные 10–20, при этом общая его продолжительность составила три недели вместо необходимых 1,5–2 мес.

Если придерживаться классификации рек по опасности размыва берегов (Беркович и др., 1996), то по интенсивности русловых деформаций этот участок Волги имеет высокую степень опасности как до зарегулирования, так и после него в силу неустойчивости русла для береговых объектов инфраструктуры, поскольку скорость размыва берегов превышает 10 м в год.

На о. Сарпинский обжитые места вплотную подходят к размываемому берегу в излучине, а значит, здесь постоянно существует угроза подмыва жилых зданий, сооружений и коммуникаций. Для оценки изменения береговой линии за исследуемый период в данном месте был заложен профиль А–Б, исследования которого показали, что береговая линия в излучине о. Сарпинский у хутора Волгострой неуклонно отступает. Продвижение бровки берега вглубь острова за период 1975–2010 гг. составило 450 м. График этого процесса представлен в виде убывающей линейной функции (рис. 5).

Рис. 5. Тренд разрушения восточного берега о. Сарпинский за период 1975–2016 гг. по данным космической съёмки

Уравнение связи имеет вид:

$$L = 1072,2 - 11,75t, R^2 = 0,98,$$

где L — расстояние от репера до береговой бровки, измеренное по космическим снимкам; t — год от начала исследований.

Линейный характер темпов разрушения берега свидетельствует об устойчивом и очень длительном развитии данного процесса (Филиппов, 2012). Вместе с тем не исключено влияние и антропогенного фактора. В период с 1980 по 1990 г., когда проводились активные дноуглубительные работы, на графике можно наблюдать отсутствие изменений береговой линии в излучине о. Сарпинский. После 1990 г., когда была практически свёрнута программа расчистки русла воложки Куропатка, стабильное отступление береговой линии вглубь острова возобновилось. Динамическая ось потока и судовой ход, ранее располагавшиеся в центральной части русла воложки, ближе к левому коренному берегу от Краснослободска до Тумака, стали смещаться в сторону вогнутого восточного берега о. Сарпинский. При сохранении существующих тенденций можно с высокой вероятностью предполагать дальнейшее разрушение восточного берега в излучине острова. Подобный прогноз для урбанизированного участка реки без берегоукрепления говорит о дальнейшей угрозе разрушения объектов инфраструктуры и населённых пунктов.

Выводы

За всю историю изучения Сарпинского не было отмечено общего смещения острова, деформации в основном выражаются в местных переформированиях берегов — намывах и размывах. Вместе с тем наиболее активно изменяющимися вследствие процессов размыва

являются оголовки о. Сарпинский и излучина на левом берегу. Для правого, выпуклого берега острова характерно смещение песчаных кос вниз по течению реки без угрозы для фарватера и населённых пунктов.

В результате зарегулирования Волги каскадом гидроузлов скорость размыва отдельных участков берега острова сократилась в среднем в 2,4–3,2 раза, однако продолжает представлять серьёзную угрозу для населённых пунктов, инженерных объектов и коммуникаций левого берега острова. Другой аспект проблемы состоит в том, что ни одной муниципальной службе Волгограда не вменено в обязанности проводить мониторинговые исследования динамики береговой линии острова. Однако в силу чрезвычайной актуальности существующей проблемы необходима организация регулярных инструментальных исследований в разных частях острова.

Работа выполнена по теме Государственного задания Федерального научного центра агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук (регистрационный № AAAA-A16-116122010038-9).

Литература

1. Атлас русловой морфодинамики Нижней Волги / ред. В. Н. Коротаев, Д. Б. Бабич, Р. С. Чалов. М.: Изд-во Московского ун-та, 2009. 232 с.
2. Бабич Д. Б., Иванов В. В., Коротаев В. Н., Римский-Корсаков Н. А. Инженерные изыскания при исследованиях русловых процессов в целях улучшения судоходных условий на Нижней Волге // Инженерные изыскания. 2014. № 1. С. 28–34.
3. Белоук В. М., Кандаурова Д. В. Дубовая роща на острове Сарпинский // Актуальные вопросы теории и практики биологического образования: материалы 11-й Всерос. научно-практ. конф. с международным участием, посвященной году экологии в России. М.: Планета, 2017. С. 108–111.
4. Беркович К. М., Кирик О. М., Лодина Р. В., Чалов Р. С., Чернов А. В. Опасные проявления русловых процессов (на примере рек России) // Вестн. Московского ун-та. Сер. 5. География. 1996. № 3. С. 35–41.
5. Жатикова М. А., Коростелева Н. В. Градостроительные проблемы острова Сарпинский в Кировском районе города Волгограда // Научный потенциал молодых ученых для инновационного развития строительного комплекса Нижнего Поволжья: материалы Международной научно-практ. конф. Волгоград, 24 дек. 2010. Волгоград: Волгоградский гос. архитектурно-строит. ун-т, 2011. С. 241–242.
6. Нижняя Волга: геоморфология, палеогеография и русловая морфодинамика / под ред. Г. И. Рычкова, В. Н. Коротаева. М.: ГЕОС, 2002. 242 с.
7. Овчарова А. Ю. Геоэкологические проблемы Волгоградской геотехногенной системы, вызванные изменением гидрологического режима Волги (в пределах Волгоградской области): дис. ... канд. геогр. наук. Ростов н/Д, 2016. 194 с.
8. Плюшин И. И. Почвы Волго-Ахтубинской поймы: к познанию аллювия и аллювиальных почв. Сталинград: Областное книгоизд-во, 1938. 276 с.
9. Попов И. В. Русловые переформирования р. Волги на участке Волгоград-Астрахань // Тр. Гос. гидролог. ун-та. 1963. Вып. 108. С. 4–67.
10. Рулев А. С., Дорохина З. П., Кошелева О. Ю., Шинкаренко С. С. (2017а) Картографирование ландшафтной структуры пойменных экосистем Нижней Волги (на примере острова Сарпинский) // Научная жизнь. 2017. № 11. С. 48–56.
11. Рулев А. С., Кошелева О. Ю., Шинкаренко С. С. (2017б) Оценка влияния гидрологического режима Волги на динамику затопления острова Сарпинский // Ученые записки Казанского ун-та. Сер. «Естественные науки». 2017. Т. 159. Кн. 1. С. 139–151.
12. Русловой режим рек Северной Евразии / под ред. Р. С. Чалова. М., 1994. 336 с.
13. Самусь Н. А., Игнатенко О. Н., Самусь А. Н. Инженерная геология Волгоградской агломерации (Практический опыт). М.: ООО «Геомаркетинг», 2010. 304 с.
14. Устьевая область Волги: гидролого-морфологические процессы, режим загрязняющих веществ и влияние колебаний уровня Каспийского моря. М.: ГЕОС, 1998. 280 с.
15. Филиппов О. В. Переформирование берегов Волгоградского водохранилища // Геоморфология. 2012. № 2. С. 34–43.

16. Филиппов О. В., Солодовников Д. А., Золотарев Д. В., Канищев С. Н. Опыт восстановления деградированных ландшафтов и водных объектов Волго-Ахтубинской поймы: гидрологический аспект // Вестн. Волгоградского гос. ун-та. Сер. 11. Естественные науки. 2012. № 2(4). С. 34–43.
17. Чалов Р. С. Почему размываются берега рек // Соросовский образовательный журн. 2000. Т. 6. № 2. С. 99–106.
18. Чалов Р. С. Русловые процессы (русловедение). М.: ИНФРА-М, 2016. 565 с.
19. Шубин М. А. Геоинформационная система мониторинга экологической безопасности прибрежных территорий. Волгоград: ВолгГТУ, 2017. 239 с.
20. Шумова Н. А. Изменение экологически значимых параметров гидрологического режима Нижней Волги при зарегулировании стока // Аридные экосистемы. 2014. Т. 20. № 3(60). С. 33–47.
21. Эрозионно-русловые системы / под ред. Р. С. Чалова, В. Н. Голосова, А. Ю. Сидорчука. М.: ИНФРА-М, 2017. 702 с.

Coastline dynamics of the Sarpinsky Island on the Lower Volga

S. S. Shinkarenko^{1,2}, O. Yu. Kosheleva¹, D. A. Solodovnikov^{1,2}, A. S. Rulev^{1,2}

¹ Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Meliorations and Agroforestry RAS
Volgograd 400062, Russia

² Volgograd State University, Volgograd 400062, Russia
E-mails: koshelevao@vfanc.ru, shinkarenko@volsu.ru

The results of horizontal deformations study of the Volga river bed near the Sarpinsky Island (the largest river and island system in the European part of Russia) are discussed. The analysis of Landsat multi-time spectrozonal space images made it possible to estimate the changes in the Sarpinsky Island coastline from 1975 to 2016. It was established that the greatest coastline erosion process occurred from 1984 to 1995, as the maximum values of river discharge were observed after the construction of the hydroelectric power plant. It was found that the erosion processes are more strongly associated with the indicators of river discharge than the alluviation. During the studied period, the area of Sarpinsky Island reduced by an average of 0.09 km²/year. The processes of coastal sediment accumulation and their separation or drifting downstream are common for the western and southern parts of the island. The satellite images revealed the linear nature of the rate of 12.5 m/year of coastal destruction near the eastern part of the island, in a bend where settlements, dachas and recreation zones are located.

Keywords: Sarpinsky Island, coastline displacement, erosion, alluvion, Landsat, GIS

Accepted: 01.07.2019

DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-5-120-129

References

1. *Atlas ruslovoi morfodinamiki Nizhnei Volgi* (Atlas of channel morphodynamics of the Lower Volga), Korotaev V. N., Babich D. B., Chalov R. S. (eds.), Moscow: Izd. Moskovskogo universiteta, 2009, 232 p.
2. Babich D. B., Ivanov V. V., Korotaev V. N., Rimskii-Korsakov N. A., Inzhenernye izyskaniya pri issledovaniyakh ruslovykh protsessov v tselyakh uluchsheniya sudokhodnykh uslovii na Nizhnei Volge (Engineering surveys in the study of fluvial processes in order to improve navigational conditions on the Lower Volga), *Inzhenernye izyskaniya*, 2014, No. 1, pp. 28–34.
3. Belouk V. M., Kandaurova D. V., Dubovaya roshcha na ostrove Sarpinskii (Oak grove on the island of Sarpinsky), *Aktual'nye voprosy teorii i praktiki biologicheskogo obrazovaniya* (Topical issues of the theory and practice of biological education), Proc. 11th All-Russia Conf. with Intern. Participation, Moscow: Planeta, 2017, pp. 108–111.
4. Berkovich K. M., Kirik O. M., Lodina R. V., Chalov R. S., Chernov A. V., Opasnye proyavleniya ruslovykh protsessov (na primere rek Rossii) (Dangerous manifestations of fluvial processes (for example, the rivers of Russia)), *Vestnik MGU. Seriya 5, Geografiya*, 1996, No. 3, pp. 35–41.

5. Zhatikova M.A., Korosteleva N.V., Gradostroitel'nye problemy ostrova Sarpinskii v Kirovskom raione goroda Volgograda (Urban planning problems of the Sarpinsky island in the Kirov district of the city of Volgograd), *Nauchnyi potentsial molodykh uchenykh dlya innovatsionnogo razvitiya stroitel'nogo kompleksa Nizhnego Povolzh'ya* (The scientific potential of young scientists for the innovative development of the building complex of the Lower Volga region), Proc. Intern. Scientific-Practical Conf., Volgograd, 24 Dec. 2010, Volgograd, 2011, pp. 241–242.
6. Rychagova G.I., Korotaeva V.N., *Nizhnyaya Volga: geomorfologiya, paleogeografiya i ruslovaya morfodinamika* (Lower Volga: geomorphology, paleogeography and fluvial morphodynamics), Moscow: GEOS, 2002, 242 p.
7. Ovcharova A.Yu., *Geoekologicheskie problemy Volgogradskoi geotekhnogennoi sistemy, vyzvannye izmeneniyem gidrologicheskogo rezhima Volgi (v predelakh Volgogradskoi oblasti): Diss. kand. geogr. nauk* (The geoenvironmental problems of the Volgograd geotechnogenic system caused by change of the hydrological mode of Volga (within the Volgograd region), Cand. geogr. sci. thesis), Rostov-on-Don, 2016, 194 p.
8. Plyusnin I.I., *Pochvy Volgo-Akhtubinskoi poimy: k poznaniyu allyuviya i allyuvial'nykh pochv* (Soils of the Volga-Akhtuba floodplain: to the knowledge of alluvium and alluvial soils), Stalingrad: Oblastnoe knigoizdatel'stvo, 1938, 276 p.
9. Popov I.V., *Ruslovye pereformirovaniya r. Volgi na uchastke Volgograd-Astrakhan'* (Fluvial reformation of the Volga on the Volgograd-Astrakhan section), *Trudy Gosudarstvennogo gidrologicheskogo universiteta*, 1963, Vol. 108, pp. 4–67.
10. Rulev A.S., Dorokhina Z.P., Kosheleva O.Yu., Shinkarenko S.S. (2017a), Kartografirovaniye landshaftnoi struktury poimennykh ekosistem Nizhnei Volgi (na primere ostrova Sarpinskii) (Mapping the landscape structure of underground ecosystems of the Lower Volga (case study of the Sarpinskiy island)), *Nauchnaya zhizn'*, 2017, No. 11, pp. 48–56.
11. Rulev A.S., Kosheleva O.Yu., Shinkarenko S.S. (2017b), Otsenka vliyaniya gidrologicheskogo rezhima Volgi na dinamiku zatopleniya ostrova Sarpinskii (Assessment of influence of hydrological regime of the Volga on dynamics of flooding on Sarpinsky island), *Uchenye zapiski Kazanskogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki*, 2017, Vol. 159, No. 1, pp. 139–151.
12. Chalov R.S., *Ruslovoi rezhim rek Severnoi Evrazii* (Channel regime of the rivers of Northern Eurasia), Moscow, 1994, 336 p.
13. Samus' N.A., Ignatenko O.N., Samus' A.N., *Inzhenernaya geologiya Volgogradskoi aglomeratsii (Prakticheskii opyt)* (Engineering geology of the Volgograd agglomeration (Practical experience)), Moscow: OOO "Geomarketing", 2010, 304 p.
14. *Ust'evaya oblast' Volgi: gidrologo-morfologicheskie protsessy, rezhim zagryaznyayushchikh veshchestv i vliyaniye kolebaniy urovnya Kaspiiskogo morya* (The Volga River deltaic zone: hydrological and morphological processes, redistribution of pollutants and the Caspian Sea level change influence), Moscow: GEOS, 1998, 280 p.
15. Filippov O.V., *Pereformirovaniye beregov Volgogradskogo vodokhranilishcha* (Reshaping of the Volgograd reservoir coasts), *Geomorfologiya*, 2012, No. 2, pp. 34–43.
16. Filippov O.V., Solodovnikov D.A., Zolotarev D.V., Kanishchev S.N., *Opyt vosstanovleniya degradirovannykh landshaftov i vodnykh ob'ektov Volgo-Akhtubinskoi poimy: gidrologicheskii aspekt* (Experience of restoration of degraded landscapes and water objects of the Volga-Akhtuba floodplain: hydrological aspect), *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 11. Estestvennye nauki*, 2012, No. 2(4), pp. 34–43.
17. Chalov R.S., *Pochemu razmyvayutsya berega rek* (Why are riverbanks being washed away), *Sorosovskii obrazovatel'nyi zhurnal*, 2000, Vol. 6, No. 2, pp. 99–106.
18. Chalov R.S., *Ruslovye protsessy (ruslovedenie)* (Channel processes (channel study)), Moscow: INFRA-M, 2016, 565 p.
19. Shubin M.A., *Geoinformatsionnaya sistema monitoringa ekologicheskoi bezopasnosti pribrezhnykh territorii* (Geoinformation system for monitoring the environmental safety of coastal areas), Volgograd: VolgGTU, 2017, 239 p.
20. Shumova N.A., *Izmeneniye ekologicheskikh znachimykh parametrov gidrologicheskogo rezhima Nizhnei Volgi pri zaregulirovani stoka* (Change in ecologically significant parameters of hydrological regime over the lower Volga under runoff control), *Aridnye ekosistemy*, 2014, Vol. 20, No 3(60), pp. 33–47.
21. Chalov R.S., Golosov V.N., Sidorchuk A.Yu., *Eroziionno-ruslovye sistemy* (Catchment erosion-fluvial systems), Moscow: INFRA-M, 2017, 702 p.