



УДК УДК 574.5:504.45.058(282.247.363.6)

ДИНАМИКА ЗАРАСТАНИЯ ЦИМЛЯНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

КОЧЕТКОВА
Анна Игоревна

*Волжский филиал Волгоградского государственного университета,
aikochetkova@mail.ru*

БРЫЗГАЛИНА
Елена Сергеевна

*Волжский филиал Волгоградского государственного университета,
bryzgalina_elena@mail.ru*

КАЛЮЖНАЯ
Ирина Юрьевна

*Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова,
kalioujnaia@yandex.ru*

СИРОТИНА
Светлана Леонидовна

*Волжский филиал Волгоградского государственного университета,
s.siroтина29@mail.ru*

САМОТЕЕВА
Вера Васильевна

Волгоградское отделение ФГБНУ «Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства», vo-akva@mail.ru

РАКШЕНКО
Елена Павловна

ООО «Эко-34», rakshenko.elena@mail.ru

Ключевые слова:

Цимлянское
водохранилище
высшая водная
растительность
мелководья
картографирование
зарастания
динамика зарастания
уровенный режим воды
водохранилища
космические снимки
ГИС-технологии

Аннотация: В статье представлены предварительные результаты оценки пространственно-временной динамики зарастания мелководий Цимлянского водохранилища высшей водной растительностью за период с 1987 по 2017 г. Цимлянское водохранилище отличается наличием обширных прибрежных мелководий с глубинами до 5 м (около 30 % общей площади водохранилища), что создает благоприятные условия для развития высшей водной растительности. Зарастание, при чрезмерном его развитии, способно оказывать существенное негативное воздействие на экосистемы водоемов и условия естественного воспроизводства промысловых видов рыб. Проведен анализ данных натурных исследований, тематической обработки разновременных мультиспектральных космических снимков и картографического анализа процессов зарастания с использованием ГИС-технологий для водохранилища в целом и 13 модельных участков. Выявлена общая многолетняя тенденция, выраженная в последовательной смене двух фаз зарастания мелководий водохранилища: 1-я фаза медленного зарастания (1953–1998 гг.), на протяжении которой процессы зарастания были слабо выражены, а общая площадь заросших мелководий едва достигала 1.3 % акватории водохранилища, 2-я фаза быстрого импульсивного зарастания (1998–2017 гг.), когда общая площадь заросших мелководий увеличилась до 5.5–5.8 %. При этом установлено, что динамика зарастания в значительной степени связана с уровнем режимом водохранилища, морфологическими усло-

виями формирования мелководий и процессами переформирования берегов. Выделены типы мелководий, наиболее подверженные зарастанию: защищенные от ветроволнового воздействия мелководья карманного типа, образованные на месте затопленных озер поймы и I террасы Дона, с площадью зарастания до 60–90 %; крупные заливы на месте устьевых областей боковых притоков, для которых характерны намыв обширных отмелей и конусов выноса, с практически сплошным типом зарастания. Полученные результаты подтвердили перспективность использования ГИС-технологий и космических снимков в гидробиологических исследованиях.

© Петрозаводский государственный университет

Получена: 14 декабря 2017 года

Подписана к печати: 02 апреля 2018 года

Введение

Высшая водная растительность (ВВР) – один из главных компонентов аквального ландшафта, поддерживающий в нем геоэкологическое равновесие. Она играет важную средообразующую роль, участвуя в процессах самоочищения воды и обеспечивая новообразование органического вещества в процессе фотосинтеза (Катанская, 1981; Папченков, 2001; Кочеткова и др., 2016а; и др.).

Как известно, на формирование ВВР в литоральной зоне водохранилищ влияет ряд факторов – природных (географическое положение водного объекта и его морфологические особенности; гидрологический, в частности уровенный режим воды; экзогенные геодинамические процессы, в т. ч. заиления и абразии; трофические свойства грунтов и вод; наличие зачатков гидрофитов и др.) и антропогенных (зарегулирование и изъятие стока для хозяйственных нужд; поступление биогенных веществ с окультуренных площадей и пр.). При этом значение отдельных факторов может существенно отличаться для разных водоемов и периодов процесса образования зарослей (Цимлянское водохранилище..., 2011; Novikova et al., 2012; Поддубный, 2013; Папченков, 2001; Кочеткова и др., 2016а; и др.).

Результаты исследований ряда авторов свидетельствуют, что зарастание, при чрезмерном его развитии, способно оказывать существенное негативное воздействие на экосистемы водоемов, в т. ч. крупных равнинных водохранилищ юга России (Архипов, 2002; Калинина, 2013; Кочеткова и др., 2016а, б; Разработка рекомендаций по улучшению..., 2017).

Несмотря на обширный материал, свидетельствующий, что ухудшение условий естественного воспроизводства водных биоресурсов и снижение общего рыбохозяйственного потенциала Цимлянского водохранилища во многом связаны с усилением

процессов зарастания ВВР (Лапицкий, 1970; Архипов, 2002; Горбунова, 2002; Калинина, 2013; Калюжная и др., 2017; Разработка рекомендаций..., 2017; и др.), специальных исследований по оценке степени зарастания мелководий здесь не проводилось. В связи с этим целью данной работы являлось изучение пространственно-временной динамики зарастания мелководий Цимлянского водохранилища за период 1987–2017 гг.

Материалы

Цимлянское водохранилище – один из крупнейших искусственных водоемов на юге России, созданный в 1952–1953 гг. в долине р. Дон на территории Ростовской и Волгоградской областей. Полный объем водохранилища при НПУ 36.0 м БС составляет 23.86 км³, площадь водного зеркала – 2702 км². Общая площадь водосбора – 255 тыс. км², или 60 % водосборного бассейна р. Дон (Правила использования..., 2016).

За 65-летний период существования водохранилища здесь сформировался и функционирует сложный многоотраслевой комплекс, важную роль в котором играет рыбное хозяйство (Цимлянское водохранилище..., 2011; Novikova et al., 2012; Правила использования..., 2016). Рыбохозяйственный потенциал водохранилища обусловлен его высокой биопродуктивностью, в значительной степени связанной с наличием обширных мелководий – естественных нерестилищ промысловых видов рыб (Лапицкий, 1970; Архипов, 2002; Разработка рекомендаций..., 2016). По некоторым данным (Вехов и др., 2014), доля мелководий с глубинами до 5 м составляет 28.7 %, с глубинами до 10 м – 61.9 %.

Настоящими исследованиями были охвачены зарастающие ВВР прибрежные мелководья водохранилища от уреза воды до глубины 4 м, наиболее пригодные для нереста рыб и нагула молоди.

В ходе исследования использовались следующие материалы:

- данные полевых исследований с использованием НИС «Профессор Лапицкий», маломерных судов и лодок, проведенных в весенне-летние периоды 2016–2017 гг. на 13 участках Цимлянского водохранилища, из которых 10 участков – в границах Волгоградской области, 3 участка – в Ростовской области (рис. 1);

- сканерные многозональные космические снимки Landsat TM за 1987, 1998, 2006, 2010–2011 и Landsat OLI за 2014–2017 гг. с пространственным разрешением 30 м в оптическом и ближнем инфракрасном диапазоне;

- крупномасштабные топографические и навигационные карты;

- литературные данные, интернет-ресурсы и иные источники информации.

Методы

Для оценки степени зарастания использовались методы натурных наблюдений, дистанционного зондирования и ГИС-технологий.

Натурное изучение процессов зарастания проводилось в 2016–2017 гг. в наиболее благоприятные для этого периоды максимальной физиологической активности гидробионтов (июль – август), включало описание и полевое картографирование ВВР, а также типизацию мелководий. При описании растительности использовались общепринятые методики В. М. Катанской (1981) и В. Г. Папченкова (2001, 2003). Картографирование осуществлялось с лодки маршрутным методом и основывалось на сплошном оконтуривании растительных группировок с помощью GPS-приемников. Большое значение также придавалось фотографированию растительных сообществ в фиксированных GPS-приемником точках, что, по мнению ряда авторов (Лабутина, Серапинас, 2000; Высоцкий и др., 2012), облегчает камеральную обработку материалов и позволяет более объективно оценивать динамику растительных сообществ. Типизация мелководий опиралась на классификацию С. А. Поддубного (2013), предложенную для верхневолжских водохранилищ, и проводилась по космическим снимкам и картам с верификацией в полевых условиях.

Дистанционные методы исследования зарастания включали тематическую обработку и анализ космических снимков Landsat, которые не позволяют в полной мере рас-

познавать структуру сообществ ВВР, но обеспечивают надежное определение их распространения, в связи с чем могут успешно использоваться для картографирования зарастания и выявления многолетних изменений (Кочеткова и др., 2016а).

На начальном этапе исследования для предварительной оценки процессов зарастания мелководий ВВР отбирались общедоступные снимки с радиометров TM (Landsat 4–5) и OLI (Landsat 8) с примерно 10-летними интервалами, начиная с 1987 г. В связи с выявленными тенденциями для детального изучения зарастания было решено использовать снимки за июль – август 1987, 1998, 2006, 2010–2011, 2014–2017 гг. с облачностью менее 10 %. Более детально рассматривался период с 2010 по 2017 г., включавший разные по водности годы.

Для оценки зарастания был выбран часто используемый для дешифрирования растительности синтез каналов 4–3–2 (TM) и 5–4–3 (OLI), в котором растительные сообщества представлены многообразием оттенков красного цвета. Корректность результатов дешифрирования проверялась данными полевого картографирования участков зарастания.

Для анализа снимков использовали неуправляемую классификацию ISODATA в программе ScanEX IMAGE Processor 3.6.9 (Кравцова, Шуматиев, 2005), которая базируется на кластеризации изображения по разнице между средними значениями кластеров (минимальном спектральном расстоянии между центрами классов). Обработке подвергались 3 канала, выделялось 20 классов пикселей. Затем все пиксели, относящиеся к водной растительности, объединялись в один класс для последующей векторизации. Полученные векторные слои переносились в программу ArcMap 10.2 для картометрического анализа степени и динамики зарастания водохранилища в целом и его отдельных участков.

Оценка степени зарастания основывалась на сопоставлении полученных расчетных величин с классификацией В. Г. Папченкова (2001), выделявшего 8 классов зарастания водоемов: 1) не заросшие или почти не заросшие с площадью зарастания менее 1 % от площади акватории; 2) очень слабо заросшие – 1–5 %; 3) слабо заросшие – 6–10 %; 4) умеренно заросшие – 11–25 %; 5) значительно заросшие – 26–40 %; 6) сильно заросшие – 41–65 %; 7) очень сильно заросшие – 66–95 %; 8) сплошь заросшие – 96–100 %.

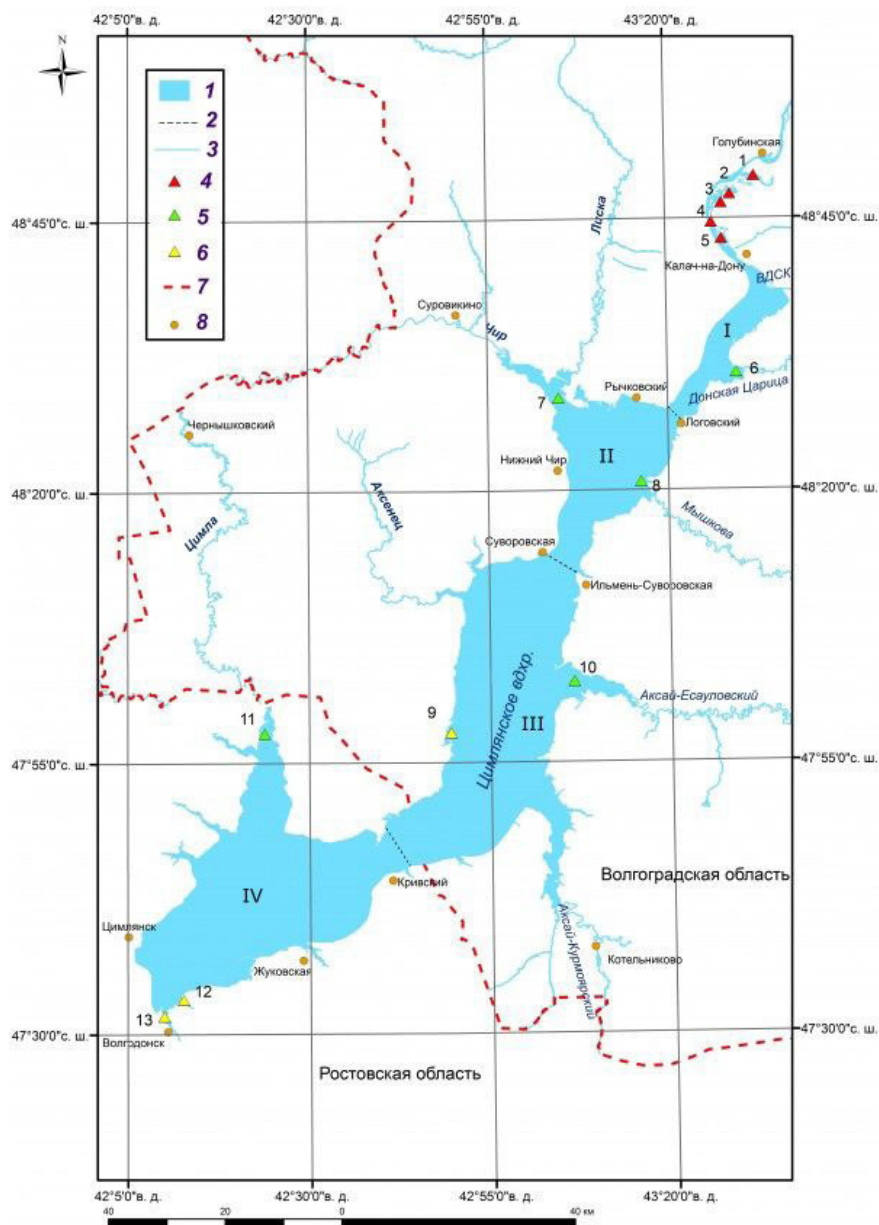


Рис. 1. Схема Цимлянского водохранилища и расположение участков исследования прибрежных мелководий: 1 – Акватория водохранилища; 2 – Плесы водохранилища – Верхний (I), Чирской (II), Потемкинский (III), Приплотинный (IV); 3 – Основные реки; 4–6 – Участки исследований прибрежных мелководий: 4 – карманного типа, на месте затопленных озер и протоков поймы Дона, защищенных от ветро-волнового воздействия – оз. Некрасово (1), оз. Бугаково (2), оз. Среднее (3), оз. Нижнее (4), оз. Аннушкино (5); 5 – крупных заливов на месте затопленных устьевых областей рек, с сочетанием защищенных и открытых участков – р. Донская Царица (6), р. Чир и р. Лиска / Чирской залив (7), р. Мышкова (8), р. Аксай-Есауловский / Ромашкинский залив (10), р. Цимла и б. Россось / Новотсимлянский залив (11); 6 – заливов на месте низовых оврагов, преимущественно защищенных – Балобановский залив (9), б. Мокро-Соленовская (12), б. Сухо-Соленовская (13); 7 – Административно-территориальные границы; 8 – Крупные населенные пункты

Fig. 1. Map of the Tsimlyanskoe Reservoir and location of the shallow near-shore case-study sites: 1 – Surface water area of the reservoir ; 2 – Reservoir sections – Verkhniy (I), Chirskoy (II), Potyomkinskiy (III), Priplotinni (IV); 3 – Main rivers; 4–6 – Near-shore shallow case-study sites: 4 – Sheltered “pocket-type” shallows on locations of currently inundated Don River floodplains lakes and river distributaries – Nekrasovo Lake (1), Bugakovo Lake (2), Sredneye Lake (3), Nizhneye Lake (4), Annushkino Lake (5); 5 – Large shallow bays of flooded estuaries of large lateral tributaries – Donskaya Tsaritsa River (6), Chir and Liska Rivers / Chirskoy Bay (7), Myshkova River (8), Aksay-Esaulovskiy River / Romashkinskiy Bay (10), Tsimla River & Rossosh Gally / Novotsimlyanskiy Bay (11); 6 – Shallow bays on locations of currently inundated downstream sections of former gullies – Balabanovskiy Bay (9), Suho-Solyonovskaya Gully (12), Mokro-Solyonovskaya Gully (13); 7 – Administrative boundaries; 8 – Large settlements

Статистическая обработка выполнялась средствами MS Excel 2010, с помощью которых были рассчитаны: проценты зарастания водохранилища и его отдельных участков, а также коэффициент корреляции между площадями зарастания и колебаниями уровня воды в водохранилище.

Результаты

Проведенный анализ позволил выявить общую многолетнюю тенденцию развития процессов зарастания на Цимлянском водохранилище (Кочеткова и др., 2016б; Разработка рекомендаций по улучшению экологического..., 2017), выраженную в последовательной смене:

- фазы медленного постепенного зарастания (1987–1998 гг.), на протяжении которой общая площадь заросших мелководий едва достигала 1.3 % акватории водохранилища, и

- фазы быстрого импульсивного зарастания (1998–2017 гг.), когда общая площадь заросших мелководий увеличилась до 4 % акватории водохранилища и более. В последние годы (2014–2017 гг.) процессы зарастания ВВР заметно активизировались, что привело к расширению площади заросших участков до 5.5–5.8 %.

В значительной степени динамика зарастания определяется колебаниями уровня воды в водохранилище (рис. 2). Относительно постоянные колебания среднегодового уровня воды на отметках 33.5–34.5 м БС вплоть до 2009 г. оказывали сдерживающее воздействие на зарастание мелководий. Это согласуется с данными исследований, полученных применительно к другим крупным равнинным водохранилищам (Поддубный, 2013; Кочеткова и др., 2016а). Постепенная регрессия уровня воды водохранилища в 2009–2014 гг. привела к образованию обширных пляжей и активизировала процесс зарастания осушенных мелководий жесткой растительностью (Кочеткова и др., 2016б), а резкое снижение уровня ниже отметки 32.0 м БС в 2015 г. привело к увеличению общей площади зарастания до 5.8 % (142.8 км²). В последние 2 года на фоне повышения среднегодового уровня воды водохранилища до отметок 33.03–33.73 м БС наблюдается незначительное сокращение площади зарастания до 5.6 % (140 км²) в 2016 г. и далее до 5.5 % (136.4 км²) в 2017 г.

Рассчитанный коэффициент корреляции между среднегодовым уровнем воды водохранилища и зарастанием мелководий

за период 1987–2017 гг. составил –0.79, что подтверждает высокую обратную зависимость между степенью зарастания и уровнем режимом воды водохранилища.

Тем не менее, несмотря на значительное увеличение площади заросших прибрежных мелководий, водохранилище по-прежнему может быть отнесено к классу очень слабо заросших водоемов. В то же время степень зарастания отдельных исследованных участков существенно выше среднего для водохранилища показателя и заметно отличается по типам мелководий.

Изученные прибрежные, в основном аккумулятивные, мелководные пространства Цимлянского водохранилища представлены 3 основными типами (рис. 3):

- 1) мелководья карманного типа, образовавшиеся при затоплении пойменных озер и протоков Дона, отделенные от основной акватории цепочками песчаных островов и отмелей и практически полностью защищенные от ветроволнового воздействия, со слабой проточностью (5 участков);

- 2) крупные заливы, сформировавшиеся при затоплении устьевых областей впадающих в водохранилище рек, с сочетанием частично защищенных и открытых участков (5 участков);

- 3) заливы на месте низовьев оврагов, с преимущественно защищенными мелководьями (3 участка).

В составе ВВР изученных мелководий зарегистрировано более 70 видов. Наибольшим видовым разнообразием отличаются озера и разливы рек Верхнего плеса водохранилища. Основной фон растительного покрова мелководий составляют сообщества тростника южного, рогозов и рдестов, что согласуется с данными ранее проведенных исследований (Горбунова, 2002; Калинина, 2013).

Несмотря на то, что все исследованные участки мелководий генетически связаны друг с другом, отмечаются существенные различия в характере их зарастания. Представление о пространственно-временной динамике зарастания исследованных мелководий дает рис. 3, составленный по результатам обработки данных дистанционного зондирования и натурных наблюдений. Имеющиеся пропуски в рядах наблюдений не препятствуют пониманию общей картины и тенденций зарастания водохранилища в целом и его отдельных участков в частности.

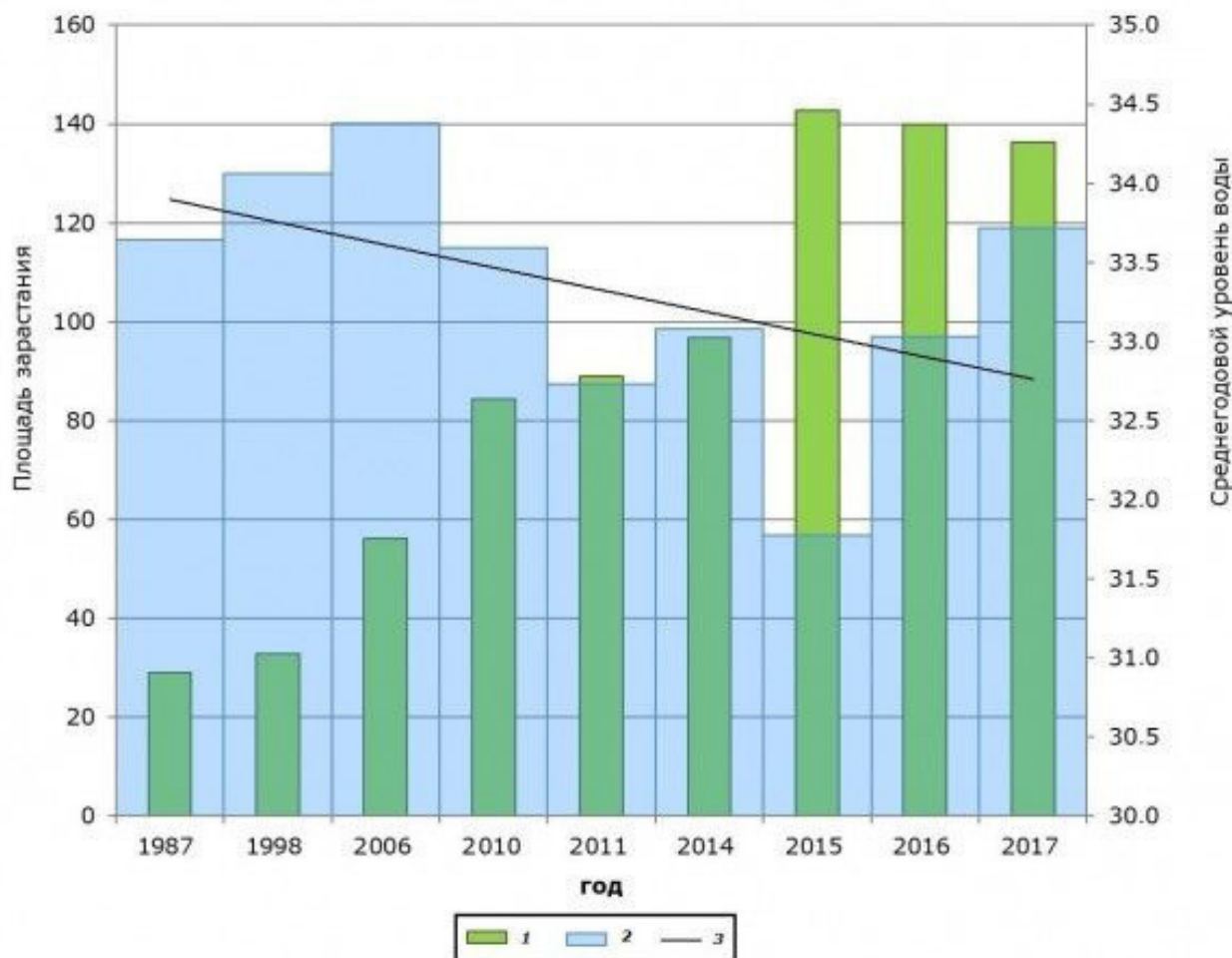


Рис. 2. Динамика зарастания мелководий Цимлянского водохранилища и его среднегодовые уровни воды: 1 – Общая площадь зарастания, км²; 2 – Среднегодовой уровень воды водохранилища, м БС; 3 – Линия тренда среднегодового уровня воды водохранилища

Fig. 2. Dynamics of the overgrowth of near-shore shallows and the average annual water levels of the Tsimlyanskoe Reservoir: 1 – Total area of overgrowth with aquatic vascular vegetation, km²; 2 – Average annual water level of the reservoir; 3 – Trend of average annual water level in the reservoir

Защищенные мелководья Верхнего плеса водохранилища и его зоны подпора – озера Некрасово, Бугаково, Среднее, Нижнее и Аннушкино – сформировались на месте затопленных пойменных озер и протоков Дона и представлены преимущественно мелководьями карманного типа, отделенными от основной акватории цепочками песчаных островов и отмелей, со слабой проточностью, практически не испытывающими ветроволнового воздействия. Процессы осадконакопления и зарастания здесь проходят с большей интенсивностью по сравнению с открытыми участками плеса (Архипов, 2002; Кочеткова и др., 2016б; Калюжная и др., 2017), как и на других крупных водохранилищах (Поддубный, 2013; Кочеткова и др., 2016а). В результате на этих участках площа-

ди зарастания за 20-летний период в среднем увеличились в 2–5 раз, за исключением оз. Некрасово, где площадь зарастания возросла более чем в 10 раз (рис. 4).

Для заливов, сформировавшихся на месте устьевых областей рек и овражно-балочной сети, характерны частично защищенные и открытые мелководья. На этих участках речной сток способствует намыву отмелей и конусов выноса, пригодных для освоения ВВР, вследствие чего заливы постепенно превратились в обширные мелководья, с практически сплошным типом зарастания на отдельных участках (рис. 5). По характеру зарастания выделяются заливы с постоянным и постепенным (Новоцимлянский, Ромашкинский и Сухо-Соленовская балка) и флуктуационным (большая часть заливов) зарастанием.

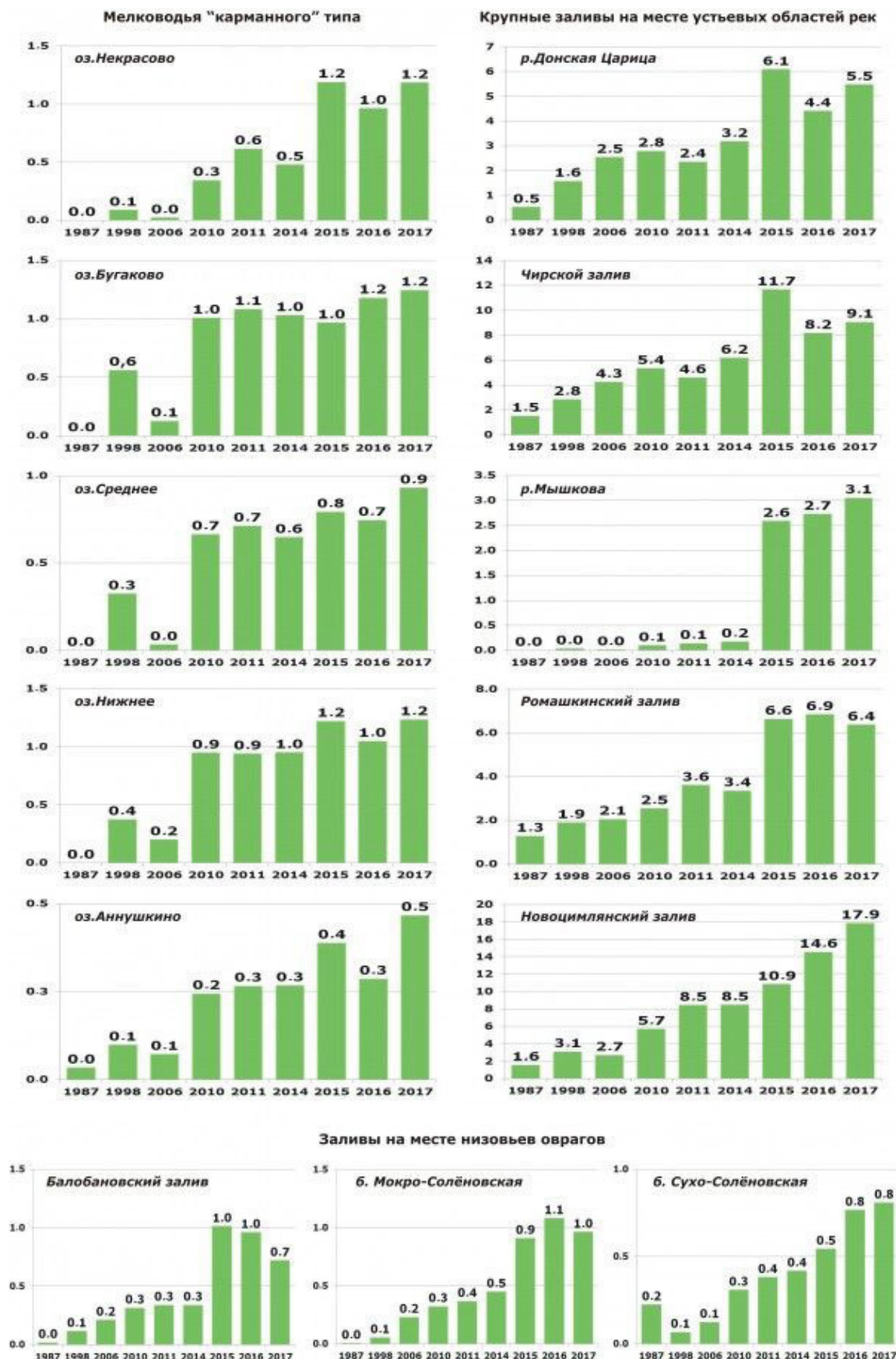


Рис. 3. Пространственно-временная динамика зарастания (км²) исследуемых прибрежных мелководий Цимлянского водохранилища за период 1987–2017 гг.

Fig. 3. Spatiotemporal dynamics of overgrowing (km²) of the shallow near-shore case-study sites within the Tsimlyanskoe Reservoir between 1987 and 2017

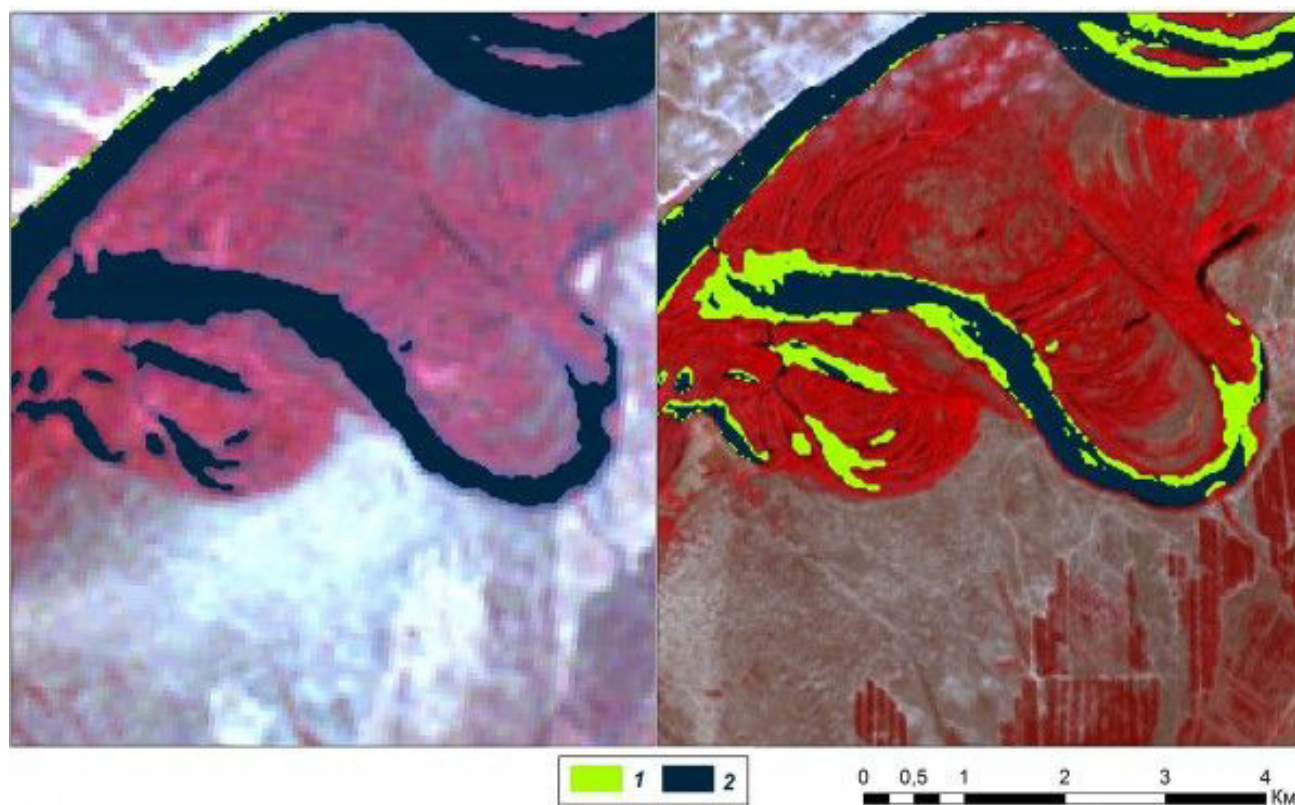


Рис. 4. Участки зарастания (1) защищенных мелководий карманного типа (2) на Цимлянском водохранилище с 1987 по 2017 гг. (оз. Некрасово)

Fig. 4. Overgrowing areas (1) of sheltered “pocket-type” shallows (2) with aquatic vascular vegetation in the Tsimlyanskoe Reservoir between 1987 and 2017 (for case-study site Nekrasovo Lake)

Исключение составляет залив в устье р. Мышкова, который на фоне общего снижения заполняемости водохранилища и высоких темпов отступления береговой линии (более 110 м за 20 лет) уже к 1987 г. был практически полностью занесен влекомыми наносами и продуктами разрушения берегов. Начиная с 2015 г. открытые мелководья конуса выноса в устье р. Мышкова стали активно зарастать ВВР (Кочеткова и др., 2016б; Сиротина, 2017).

Соответственно, исследованные участки мелководий по степени зарастания относятся к:

- очень сильно заросшим – озера Среднее (до 70 % площади участка) и Аннушкино (до 90 %);
- сильно заросшим – заливы Чирской (43 %) и Балабановский (48 %), озера Некрасово (42 %), Нижнее и Бугаково (по 62 %), устья р.

Мышкова (52 %) и р. Донская Царица (до 60 %), Мокро-Соленовская балка (60 %);

– значительно заросшим – Сухо-Соленовская балка (28 %);

– умеренно заросшим – Новоцимлянский (14 %) и Ромашкинский (18 %) заливы.

Таким образом, проведенные исследования позволили: типизировать зарастающие мелководья Цимлянского водохранилища; выявить и охарактеризовать пространственно-временную динамику процессов зарастания как для конкретных изученных участков, так и для водохранилища в целом. Однако составить достоверный прогноз развития этих процессов в настоящее время не представляется возможным в связи с повышенной флуктуационностью факторов среды, в первую очередь экзогенных, сезонной и межгодовой изменчивостью гидрологического режима.

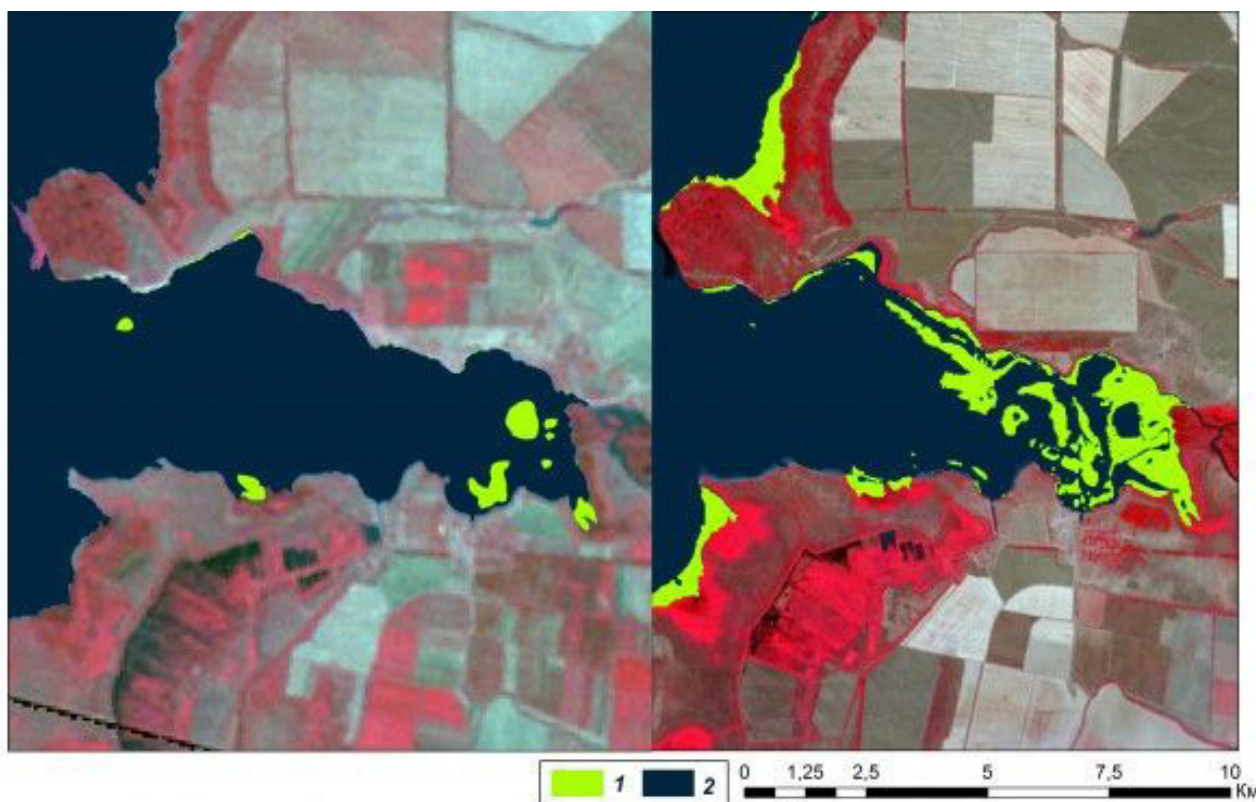


Рис. 5. Участки зарастания (1) крупных заливов на месте устьевых областей рек (2) на Цимлянском водохранилище с 1987 по 2017 гг. (Ромашкинский залив)

Fig. 5. Overgrowing areas (1) of large shallow bays (2) with aquatic vascular vegetation in the Tsimlyanskoe Reservoir between 1987 and 2017 (for case-study site Romashkinskiy Bay)

Заключение

1. Наличие обширных прибрежных мелководий на Цимлянском водохранилище создает благоприятные условия для развития высшей водной растительности и воспроизводства фитофильных рыб.

2. Для водохранилища характерны две фазы развития процессов зарастания: фаза медленного постепенного зарастания (1987–1998 гг.), сменившаяся фазой быстрого импульсивного зарастания (1998–2017 гг.).

3. Общая тенденция увеличения площади зарастания в значительной степени связана с изменениями уровня режима воды водохранилища, а также морфологическими условиями формирования мелководий и процессами переформирования берегов.

4. Исследованные участки водохранилища представлены защищенными мелководьями карманного типа и заливами с сочетанием частично защищенных и открытых участков, отличающимися по степени зарастания.

5. В наибольшей степени процессами зарастания охвачены защищенные мелководья Верхнего плеса и заливы в устьевых частях боковых притоков на Верхнем и Чирском плесах водохранилища.

6. Полученные результаты подтверждают возможность использования ГИСТехнологий и космических снимков в гидробиологических исследованиях, в частности для оценки состояния нерестовых угодий и планирования мероприятий по их улучшению.

Библиография

- Архипов Е. М. Начало трансформации Цимлянского водохранилища в водоем озерного типа и ее влияние на естественное воспроизводство рыб // Рыбохозяйственные исследования в бассейне Волго-Донского междуречья на современном этапе: к 50-летию Волгоградского отделения ГосНИОРХ. СПб.: Изд-во «ГосНИОРХ», 2002. С. 69–72.
- Вехов Д. А., Науменко А. Н., Горелов В. П., Голоколенова Т. Б., Шевлякова Т. П. Современное состояние и использование водных биоресурсов Цимлянского водохранилища (2009–2013 гг.) // Рыбохозяйственные исследования на водных объектах Европейской части России. С-Пб.: Изд-во ФГБНУ «ГосНИОРХ», 2014. С. 116–145. DOI: 10.13140/2.1.2469.7289.
- Высоцкий Ю. М., Мартыненко В. П., Мерзвинский Л. М. Использование ГИС-технологий для создания электронных карт ООПТ и изучения динамики зарастания отдельных водоемов // Современные проблемы географии, экологии и природопользования: Материалы Междунар. научно-практ. конф. Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2012. С. 129–134.
- Горбунова И. Ф. Высшая водная растительность Цимлянского водохранилища и ее продукция // Рыбохозяйственные исследования в бассейне Волго-Донского междуречья на современном этапе: к 50-летию Волгоградского отделения ГосНИОРХ. СПб.: Изд-во «ГосНИОРХ». СПб., 2002. С. 39–43.
- Калинина С. Г. Эколого-флористический и рыбохозяйственный аспект высшей водной растительности Цимлянского водохранилища // Изучение, сохранение и восстановление естественных ландшафтов: Сборник статей III междунар. научно-практ. конф. М.: Планета, 2013. С. 416–430.
- Калюжная Н. С., Калюжная И. Ю., Хоружая В. В., Самотеева В. В., Сохина Э. Н. Опыт изучения состояния нерестилищ Верхнего плеса Цимлянского водохранилища с использованием ГИС // ИнтерКарто/ИнтерГИС. 2017. № 1 (23). С. 308–322. DOI: 10.24057/2414-9179-2017-1-23-308-322.
- Катанская В. М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР: Методы изучения. Л.: Наука, 1981. 187 с.
- Кочеткова А. И., Филиппов О. В., Баранова М. С. Эколого-флористическая характеристика высших водных растений Волгоградского водохранилища // Принципы экологии. 2016а. № 5. С. 17–29.
- Кочеткова А. И., Брызгалина Е. С., Сиротина С. Л. Пространственно-временной анализ зарастания Цимлянского водохранилища // Экологическая безопасность и охрана окружающей среды в регионах России: теория и практика: Материалы II Всерос. научно-практ. конф. Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2016б. С. 211–215.
- Кравцова В. И., Шуматиев В. В. Новые подходы к мультивременным обработкам космических снимков: пример уральского речного исследования динамики дельты // Геоинформатика. 2005. № 3. С. 52–61.
- Лабутина И. А., Серапинас Б. Б. Применение GPS-приемников при создании карт рельефа дна в авандельте Волги // ГИС для устойчивого развития территорий: Материалы Междунар. конф. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2000. Т. 1. С. 84–89.
- Лапицкий И. И. Направленное формирование ихтиофауны и управление численностью популяций рыб в Цимлянском водохранилище. Волгоград: Нижне-Волжское книжное изд-во, 1970. 277 с.
- Папченков В. Г. Растительный покров водоемов и водотоков Среднего Поволжья. Ярославль: ЦМП МУБиНТ, 2001. 214 с.
- Папченков В. Г. Картирование растительности водоемов и водотоков // Гидробиотаника: методология, методы: Материалы Школы по гидробиотанике. Рыбинск: ОАО «Рыбинский Дом печати», 2003. С. 132–136.
- Поддубный С. А. Защищенные мелководья Верхневолжских водохранилищ и их экологическое значение // Вода: химия и экология. 2013. № 11 (65). С. 34–40.
- Правила использования водных ресурсов Цимлянского водохранилища / ФГУП «РосНИИВ» (Сев-КавНИИВХ). Екатеринбург; Новочеркасск, 2016. (Утв. Приказом Росводресурсы МПР России от 02.06.2016 № 114).
- Разработка рекомендаций по улучшению экологического состояния водохранилищ Южного федерального округа. Раздел «Рекомендации по улучшению экологического состояния Цимлянского водохранилища путем рыбохозяйственной мелиорации»: отчет о НИР (заключительный) / Волгоградское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ; Отв. исп. В.В. Самотеева; исп. Н. С. Калюжная, А. В. Кочеткова, В. В. Хоружая. Волгоград, 2017. 136 с.
- Сиротина С. Л. Некоторые результаты исследования эколого-биологических проблем Цимлянского водохранилища с использованием ГИС-технологий // Сборник статей студентов и магистрантов экономико-математического факультета. Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2017. С. 46–49.

Цимлянское водохранилище: состояние водных и прибрежных экосистем, проблемы и пути решения / Отв. ред. акад. Г. Г. Матишов. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2011. 216 с.

Novikova N., Kalioujnaia I., Kalioujnaia N., Sokhina E., Zubov I. Identification and mapping of environmental conflicts for the Tsimlyansk water reservoir // Arid Ecosystems. 2012. Vol. 2. No 3. P. 156–164.

Благодарности

Исследования выполнялись в рамках тематического плана Волгоградского отделения ФГБНУ «Государственного научно-исследовательского института озерного и речного рыбного хозяйства» (ГосНИОРХ) при участии специалистов Волжского филиала Волгоградского государственного университета и МГУ имени М. В. Ломоносова.

Авторы искренне признательны руководству и коллективу Волгоградского отделения ФГБНУ «ГосНИОРХ», в т. ч. замдиректора по науке А. Н. Науменко, вед. науч. сотр., канд. биол. наук Н. С. Калюжной, ст. науч. сотр., канд. геогр. наук Э. Н. Сохиной и ст. науч. сотр. В. В. Хоружей за содействие в проведении исследований, ценные рекомендации и замечания при анализе данных и обсуждении результатов работы.

OVERGROWTH DYNAMICS OF THE TSIMLYANSKOE RESERVOIR

KOCHETKOVA
Anna Igorevna

*Volzhskiy Branch of Volgograd State University,
aikochetkova@mail.ru*

BRYZGALINA
Elena Sergeevna

*Volzhskiy Branch of Volgograd State University,
bryzgalina_elena@mail.ru*

KALYUZHNAIA
Irina Yur'evna

*Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography,
kalioujnaia@yandex.ru*

SIROTINA
Svetlana Leonidovna

Volzhskiy Branch of Volgograd State University, s.sirotina29@mail.ru

SAMOTEYEVA
Vera Vasil'evna

*Volgograd Branch of State Research Institute for Lake and River
Fishery, vo-akva@mail.ru*

RAKSHENKO
Elena Pavlovna

ООО "ECO-34", rakshenko.elena@mail.ru

Key words:

Tsimlyanskoe reservoir
aquatic vascular
vegetation
shallows
overgrowth mapping
overgrowth dynamics
reservoir water level
regime
satellite imagery
GIS-techniques

Summary: The Tsimlyanskoe reservoir is characterized by large near-shore shallows with a depth up to 5 m covering about 30% of the reservoir and providing favorable environments for the development of aquatic vascular vegetation. Vegetation overgrowing influences negatively the water body ecosystem and natural reproduction of commercial fishery species. In this paper the preliminary results on the spatiotemporal dynamics of aquatic vascular vegetation overgrowth of the shallow water zones in the Tsimlyanskoe Reservoir from 1987 to 2017 are presented. The processing of Landsat images and GIS-based analysis supported by field research data provided insight in the features and dynamics of aquatic vascular vegetation overgrowth in the reservoir as a whole, and in case-study sites in particular. The analysis of the general long-term trend shows the successive change of two distinctive phases of near-shore zones overgrowth. In phase I (1987–1998), overgrowing processes were moderate, and annually the total area of overgrown shallows barely reached 1.3% of the total reservoir area. Subsequent phase II (1998–2017) is characterized by an explosive overgrowth, when the total area of overgrowth increased up to 5.5–5.8%. At that the overgrowth dynamics is largely related to reservoir water level regime, morphological conditions of shallows and reservoir bank transformation processes. The types of near-shore shallows the most prone to overgrowth were identified as: sheltered “pocket-type” shallows on locations of inundated the Don River floodplain lakes and distributaries, typically overgrown up to 40–70%, seldom up to 90%; and large bays of flooded estuaries of lateral tributaries with extended sand bars and alluvial fans, overgrown by 45–60% in average and almost completely overgrown in river mouth areas.

Received on: 14 December 2017

Published on: 02 April 2018

References

- Arhipov E. M. The beginning of transformation of the Tsimlyanskoe Reservoir into a lake-type water object and its influence on the natural fish recruitment, *Rybohozyaystvennye issledovaniya v bassejne Volgo-Donskogo mezhdurech'ya na sovremennom etape: k 50-letiyu Volgogradskogo otdeleniya GosNIORH*. SPb.: Izd-vo «GosNIORH», 2002. P. 69–72.
- Developing the recommendations for improving the ecological status of reservoirs of the Southern Federal District. Section «Recommendations for improving the ecological status of the Tsimlyansk Reservoir by fishery rehabilitation measures: research report (final)», Volgogradskoe otdelenie FGBNU «GosNIORH; Otv. isp. V. V. Samoteyeva; isp. N. S. Kalioujnaia, A. V. Kochetkova, V. V. Khoruzhaya. Volgograd, 2017. 136 p.
- Gorbunova I. F. The aquatic vascular vegetation of the Tsimlyansk Reservoir and its productivity, *Rybohozyaystvennye issledovaniya v bassejne Volgo-Donskogo mezhdurech'ya na sovremennom etape: k 50-letiyu Volgogradskogo otdeleniya GosNIORH*. SPb.: Izd-vo «GosNIORH». SPb., 2002. P. 39–43.
- Kalinina S. G. Ecological-floristic and fishery aspect of aquatic vascular vegetation of the Tsimlyansk Reservoir, *Izuchenie, sohranenie i vosstanovlenie estestvennykh landshaftov: Sbornik statey III mezhdunar. nauchno-prakt. konf. M.: Planeta, 2013. P. 416–430.*
- Kalioujnaia N. S., Kalioujnaia I. J., Khoruzhaya V. V., Samoteyeva V. V., Sokhina E. N. GIS-based experience of investigating the status of spawning areas within the Upper section of the Tsimlyansk Reservoir, *InterKarto/InterGIP*. 2017. No. 1 (23). P. 308–322. DOI: 10.24057/2414-9179-2017-1-23-308-322.
- Katanskaya V. M. The aquatic vascular vegetation of the USSR's continental reservoirs: Research methods.. L.: Nauka, 1981. 187 p.
- Kochetkova A. I. Bryzgalina E. S. Sirotina S. L. Spatiotemporal analysis of overgrowth of the Tsimlyansk Reservoir, *Ekologicheskaya bezopasnost' i ohrana okruzhayushey sredy v regionah Rossii: teoriya i praktika: Materialy II Vseros. nauchno-prakt. konf. Volgograd: Izd-vo VolGU, 2016b. P. 211–215.*
- Kochetkova A. I. Filippov O. V. Baranova M. S. Ecological and floristic characteristics of aquatic vascular vegetation of the Volgograd Reservoir, *Principy ekologii*. 2016a. No. 5. P. 17–29.
- Kravtsova V. I. Shumatiev V. V. New approaches to multitemporal space images processing: example of the Ural River delta dynamics investigation, *Geoinformatika*. 2005. No. 3. P. 52–61.
- Labutina I. A. Serapinas B. B. Use of GPS-trackers for creating hypsobathymetric maps in the Volga River avandelta, *GIS dlya ustoychivogo razvitiya territoriy: Materialy Mezhdunar. konf. Apatity: Izd-vo KNC RAN, 2000. T. 1. P. 84–89.*
- Lapickiy I. I. Conductive formation of ichthyofauna and management of fish populations in the Tsimlyanskoe Reservoir. Volgograd: Nizhne-Volzhskoe knizhnoe izd-vo, 1970. 277 p.
- Novikova N., Kalioujnaia I., Kalioujnaia N., Sokhina E., Zubov I. Identification and mapping of environmental conflicts for the Tsimlyansk water reservoir, *Arid Ecosystems*. 2012. Vol. 2. No 3. P. 156–164.
- Papchenkov V. G. Mapping vegetation of water bodies and streamflows, *Gidrobotanika: metodologiya, metody: Materialy Shkoly po gidrobotanike*. Rybinsk: OAO «Rybinskiy Dom pechati», 2003. P. 132–136.
- Papchenkov V. G. Vegetation cover of the Middle Volga reservoirs and streamflows. Yaroslavl': CMP MUBiNT, 2001. 214 p.
- Poddubnyy S. A. Protected shallows of the Upper Volga reservoirs and their ecological importance, *Voda: himiya i ekologiya*. 2013. No. 11 (65). P. 34–40.
- Rules for the water resources use of the Tsimlyanskoe Reservoir, FGUP «RosNIIV» (SevKavNIIVH). Ekaterinburg; Novocherkassk, 2016. (Utv. Prikazom Rosvodresursy MPR Rossii ot 02.06.2016 No. 114).
- Sirotina S. L. Some results of the research of ecological and biological problems of the Tsimlyanskoe Reservoir using GIS-technologies, *Sbornik statey studentov i magistrantov ekonomiko-matematicheskogo fakul'teta*. Volgograd: Izd-vo VolGU, 2017. P. 46–49.
- Tsimlyanskoe Reservoir: status of aquatic and riverine ecosystems, problems and solutions, Otv. red. akad. G. G. Matishov. Rostov n/D: Izd-vo YuNC RAN, 2011. 216 p.
- Vehov D. A. Naumenko A. N. Gorelov V. P. Golokolenova T. B. Shevlyakova T. P. Current state and use of aquatic biological resources of the Tsimlyanskoe reservoir (2009–2013), *Rybohozyaystvennye issledovaniya na vodnykh ob'ektah Evropeyskoy chasti Rossii*. S-Pb.: Izd-vo FGBNU «GosNIORH», 2014. P. 116–145. DOI: 10.13140/2.1.2469.7289.
- Vysockiy Yu. M. Martynenko V. P. Merzhvinskiy L. M. Implementation of GIS-technologies for digital mapping of PAs and the study of the overgrowth dynamics of several reservoirs, *Sovremennyye problemy geografii, ekologii i prirodopol'zovaniya: Materialy Mezhdunar. nauchno-prakt. konf. Volgograd: Izd-vo VolGU, 2012. P. 129–134.*