

ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ КАК ФАКТОР, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ УСЛОВИЯ ОБИТАНИЯ ВЫХУХОЛИ РУССКОЙ В ПОЙМЕННЫХ ОЗЕРАХ ПРИСУРЬЯ

© 2022 г. Д. В. Иванов^{а, *}, И. И. Зиганшин^{а, **},
Е. В. Осмелкин^{б, ***}, В. Н. Подшивалина^{б, с, ****}

^аИнститут проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан,
Казань, Россия

^бГосударственный природный заповедник “Присурский”, Чебоксары, Россия

^сЧувацкий государственный университет им. И.Н. Ульянова, Чебоксары, Россия

*E-mail: water-rf@mail.ru

**E-mail: irek_ziganshin@mail.ru

***E-mail: edemchr@mail.ru

****E-mail: verde@mail.ru

Поступила в редакцию 04.08.2021 г.

После доработки 12.11.2021 г.

Принята к публикации 15.01.2022 г.

Исследования пойменных водоемов, посвященные роли донных отложений в жизни выхухולי русской (*Desmana moschata* Linnaeus, 1758), весьма немногочисленны и даже противоречивы. В работе представлены результаты изучения состава и свойств донных отложений пойменных озер, расположенных в охранной зоне Государственного природного заповедника “Присурский” (нижнее течение р. Сура, Среднее Поволжье). На участках акватории, приуроченных к местам обитания выхухולי, выполнена грунтовая съемка, включающая отбор поверхностных проб и колонок донных отложений. Доминирующим типом отложений озер являются глинистые илы с преобладанием илистой фракции и мелкоалевритовых частиц и содержанием органического вещества 2.1–26.8%. Гранулометрический состав свидетельствует о спокойной гидродинамической обстановке в пойме нижнего течения р. Сура в период прохождения весеннего паводка, способствующей отложению в котловинах озер тонких фракций аллювия. Норы и подходы к ним выхухоль предпочитает строить на грунтах, плотность которых в естественном сложении достигает 1.0 г/см³ и выше. Осадки содержат большие количества азота (0.27%) и фосфора (0.24%), что обеспечивает высокую продуктивность озер. При мощности старичных отложений от 30 до 100 см и более средняя скорость озерного осадконакопления оценивается величиной 2–3 мм/год, а относительный возраст осадков и самих озер — 200–300 лет. Показатели осадконакопления, состава и свойств донных отложений в совокупности с продукционными характеристиками исследованных озер отвечают экологическим требованиям выхухולי русской: есть условия для строительства подводных элементов жилища, осадки содержат запас вещества и энергии для развития гидробионтов, которые служат пищевым ресурсом для данного вида.

Ключевые слова: русская выхухоль, донные отложения, гранулометрический состав, биогенные элементы, пойменные озера, государственный природный заповедник “Присурский”

DOI: 10.31857/S0869607122010049

ВВЕДЕНИЕ

Антропогенное преобразование природы привело к существенному обеднению биологического разнообразия. Сегодня под угрозой исчезновения находится около миллиона видов флоры и фауны [9]. К исчезающим видам до недавнего времени могла быть причислена и русская выхухоль (*Desmana moschata* (Linnaeus, 1758)) – реликт и эндемик Восточной Европы, занесенный в Красную книгу Российской Федерации [7], Европейский Красный список и Красный список МСОП [18], а также ряд других международных конвенций. Русская выхухоль, широко распространенная в России в начале XX в., сегодня встречается в малом количестве и на ограниченных территориях; существование вида невозможно без специальных мер по его охране [17, 19]. Для их разработки большое значение приобретает всестороннее изучение условий обитания данного вида.

Основные места современного распространения выхухоли русской – непересыхающие и слабо заросшие пойменные озера [3, 17, 19]. Выхухоль в равной степени может заселять поймы, сложенные как глинистым, так и песчаным аллювием [16]. Р.И. Назырова [10] отмечала приоритет для выхухоли песчаных грунтов из-за лучшей их прогреваемости и пригодности для строительства многоярусных сложных нор. Л.П. Бородин [1], напротив, полагал, что для выхухоли более предпочтительны глинистые грунты в связи с их высокой плотностью. Изучение выхухоли в Окском заповеднике показало, что наилучшие для зверька условия – в озерах с глинистым дном, покрытым отложениями ила [11]. Таким образом, исследования пойменных водоемов, посвященные роли донных отложений в жизни выхухоли, весьма немногочисленны и даже противоречивы. При этом в работах не приводятся количественные данные, характеризующие состав и свойства донных отложений водоемов, где установлено обитание выхухоли русской.

Старичные озера правобережья р. Сура, расположенные в охранной зоне Государственного природного заповедника “Присурский” (нижнее течение р. Сура, Среднее Поволжье), служат местом обитания стабильной и успешной популяции русской выхухоли [19, 20]. В заселении выхухолью этих территорий большую роль сыграли абиотические (благоприятный гидрологический режим, строение котловины, а также умеренная облесенность ландшафта [20]) и биотические факторы среды (хорошая кормовая база [13], отсутствие влияния конкуренции [14]). Однако изученных факторов оказалось недостаточно для полной интерпретации данных по заселению озер выхухолью. Поскольку донные отложения обеспечивают возможность для строительства выхухолью своих жилищ и подходов к ним, определяют биологическую продуктивность озер и условия для формирования кормовой базы, их изучение целесообразно для понимания факторов распространения выхухоли.

Цель работы: определение характеристик состава и свойств донных отложений пойменных озер правобережья р. Сура в пределах охранной зоны ГПЗ “Присурский”, являющихся местами обитания выхухоли русской.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Полевые исследования донных отложений озер охранной зоны ГПЗ “Присурский” (рис. 1, табл. 1), выполнены в августе 2019 г. Батиметрической и грунтовой съемками было охвачено 4 водоема, в которых подтверждено стабильное обитание выхухоли русской [16]: Большое Щучье, Малое Щучье, Лиса, Чебак, а также озера Башкирское и Базарское, где, несмотря на сходные экологические условия, следы жизнедеятельности вида отмечались нерегулярно [15, 16].

В каждом озере в местах расположения нор выхухоли осуществляли отбор поверхностных проб донных отложений с учетом глубин (рис. 2). На озерах Башкирское и Базарское при определении мест отбора проб принимали во внимание особенности

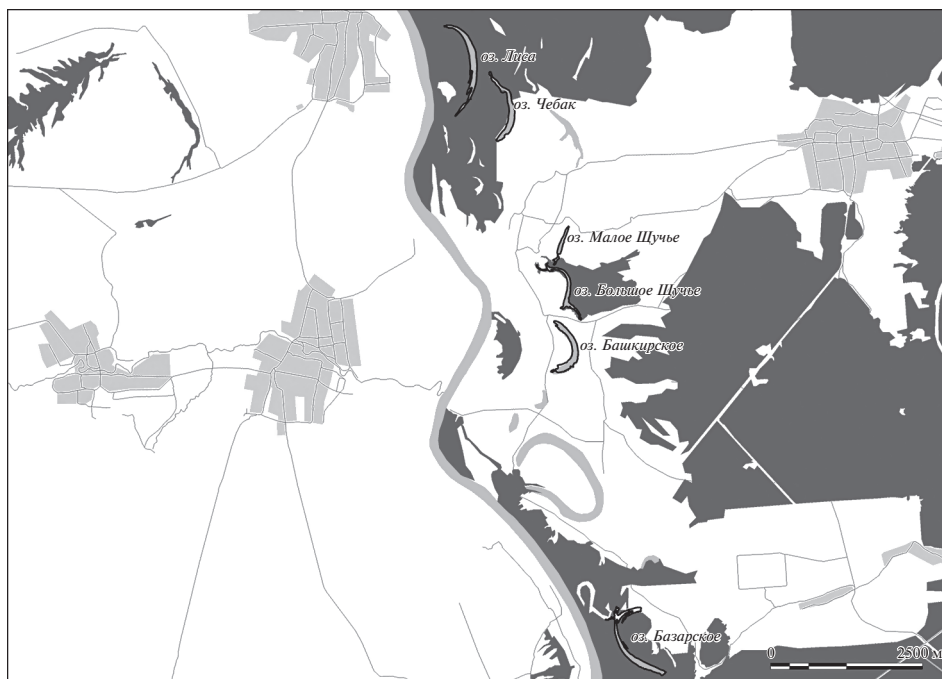


Рис. 1. Озера охранной зоны ГПЗ “Присурский”.

Fig. 1. The lakes in the Prisursky state nature reserve buffer zone.

строения ложа и береговой зоны озер, а также мест расположения нор по учетам 2016 г. [15]. Кроме того, в наиболее глубокой точке каждого озера отбирали колонки донных отложений с помощью гравитационной трубки ГОИН-1. После отбора колонки разделяли на слои мощностью по 5 см для физического и химического анализа. В образ-

Таблица 1. Морфометрические показатели и трофический статус пойменных озер охранной зоны заповедника “Присурский”

Table 1. The morphometry and the trophic state of the floodplain lakes in the Prisursky state nature reserve buffer zone

Озеро	Высота уреза воды, м над ур. м.	Площадь (по [20]), м ²	Объем, м ³	Глубина сред., м (по [20])	Глубина макс. (по [20]), м	Длина, м	Ширина, м	Уклон дна, град. (по [20])	Доля литорали в площади озера	Индекс Карлсона (TSI)
Базарское	80	131 864	150 500	1.14	4.1	1752	151	18.4	0.48	65.1–73.2
Башкирское	82	100 657	127 700	1.27	3.0	1075	113	7.9	0.55	67.4–73.2
Б. Щучье	82	61 345	182 000	2.97	11.4	1322	160	64.6	0.30	58.6–62.3
Лиса	79	123 831	150 610	1.22	2.8	1825	116	8.6	0.57	64.2–73.2
М. Щучье	82	26 952	39 560	1.47	3.8	674	63	13.8	0.54	61.2–65.1
Чебак	79	94 323	239 200	2.54	5.1	1338	103	29.5	0.30	64.2–75.1

цах донных отложений определяли гранулометрический состав, плотность во влажном и сухом состоянии, влажность, содержание органического вещества по потерям при прокаливании (ППП) при 550°C, общего (органического) азота и общего фосфора. Выделение типов донных отложений выполнено на основе классификации В.П. Курдина и Б.И. Новикова, модифицированной В.В. Законновым [4].

Для оценки уровня трофности (кормности) водоемов использовали трофический индекс Карлсона (TSI) [21], рассчитанный на основе данных о прозрачности по диску Секки.

Картографический анализ материалов батиметрической и грунтовой съемок выполнен в среде программного пакета MapInfo Professional 16.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В структуре донных отложений пойменных озер охранный зоны Присурского заповедника преобладают минеральные осадки различного гранулометрического состава с содержанием органического вещества от 2.1 до 26.8% (табл. 2). Под зарослями погруженной и воздушно-водной растительности мелководных участков поверхностные отложения содержат значительное количество неразложившихся фрагментов тканей макрофитов. Накопление детритной органики особенно характерно для водоемов с хорошо развитой литоралью (Башкирское, Лиса, Малое Щучье), где её доля от общей площади акватории озер составляет около 50% (табл. 1).

Доминирующий тип донных отложений озер – глинистые илы – содержат от 72 до 97% пелитовой фракции (табл. 2). По этому критерию пойменные озера Суры [12] значительно отличаются от водораздельных озер региона, в которых содержание частиц глинистой размерности в осадках даже самых глубоких участков ложа редко достигает 60% [6]. В гранулометрическом спектре осадков доминируют илистая и мелко-алевритовая фракции, что свидетельствует о спокойной гидродинамической обстановке в пойме Суры в период прохождения весеннего паводка, способствующей отложению в котловинах озер тонких фракций аллювия.

Согласно данным гидрологического поста “Алатырь”, с интервалом 4–6 лет наблюдается частичное затопление поймы р. Сура, охватывающее примерно 60% пойменных озер через систему понижений и временных водотоков (бакал). Подъем уровня воды, приводящий к затоплению всего пойменного массива, происходит один раз в 15–25 лет. В этом случае в зону паводка попадает до 95% расположенных здесь озер.

Другая отличительная черта старичных озер Нижнего Присурья, которая имеет существенное значение при анализе абиотических условий обитания выхухоли, – глинистый характер донных отложений в литорали. Грубодисперсные осадки – илистые пески и песчанистые илы – в основном были характерны для прибрежных мелководных только двух озер: Большого и Малого Щучьих (табл. 2). Их особенностью является близкое расположение к уступу первой надпойменной террасы, сложенной песчаными породами – источником терригенного материала для донных отложений.

В оз. Большое Щучье, где норы выхухоли отмечены на западном и восточном берегах центральной части озера (см. рис. 2), участки дна в границах 2-метровой изобаты покрыты илистыми песками с содержанием пелитовой фракции 10–15%. На глубинах 2–3 м доля пелита в осадках возрастает до 20–30%. Глубоководные зоны озера представлены хорошо отсортированными глинистыми илами, в которых содержание частиц <0.01 мм приближается к 100%.

В озерах Башкирское и Базарское, где следы пребывания выхухоли отмечаются нерегулярно, литораль сложена водонасыщенными илами с содержанием пелитовой фракции более 85%. На оз. Базарское еще одним неблагоприятным для зверька фактором являются колебания уровня воды, связанные с периодическим ее сбросом из рыбохозяйственного комплекса “Сура”. Сбросы осуществляются через систему каналов

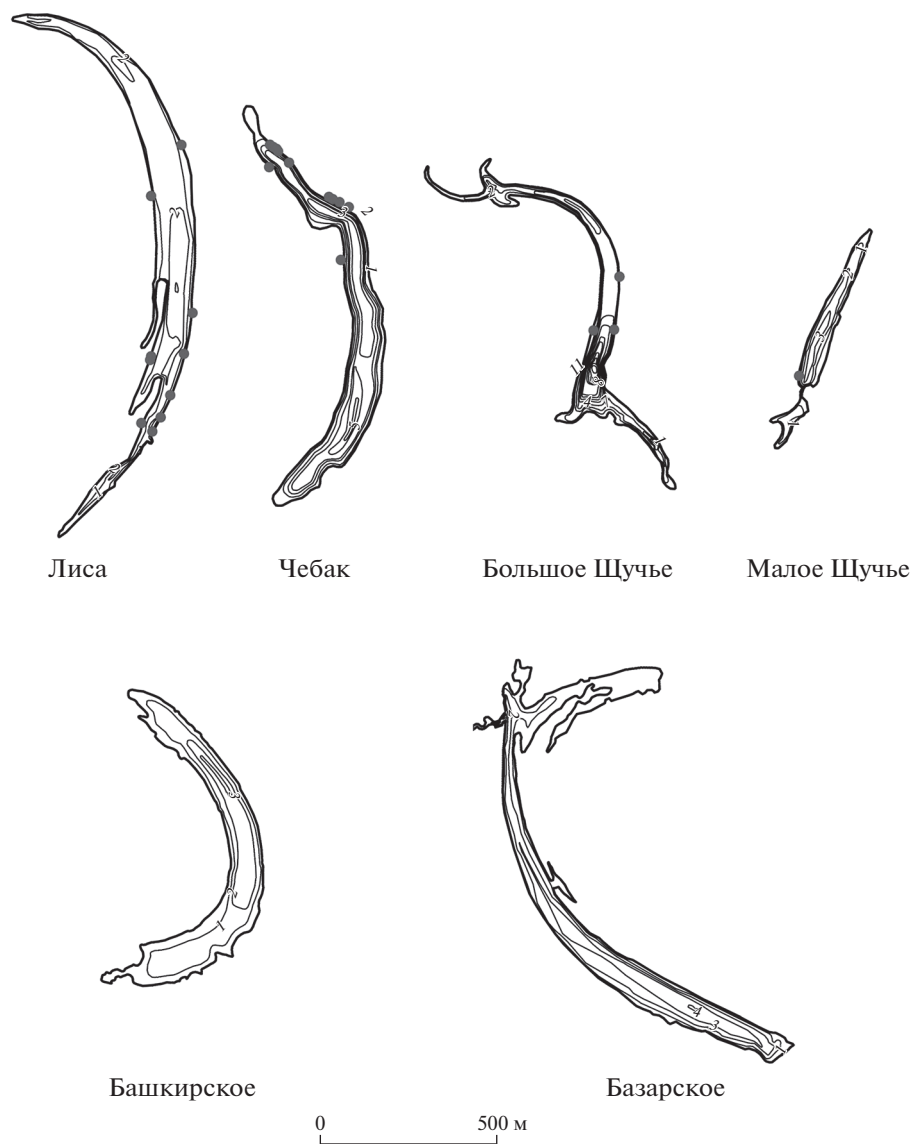


Рис. 2. Батиметрические карты озер и места расположения нор выхухоли (обозначены точками) по данным учетов 2018 г. [16].

Fig. 2. The lakes' bathymetric maps and the placing of the desman burrows (indicated by dots) according to the survey in 2018 [16].

в северо-восточной и юго-восточной частях озера, приводя к периодическим затоплениям и обмелениям мелководий. Отметим, что в 1998 г., при создании охранной зоны заповедника "Присурский", именно оз. Базарское рассматривалось как устойчивое место обитания русской выхухоли.

Не меньшее значение для выхухоли имеет величина плотности донных отложений в прибрежной акватории озер, которая, в свою очередь, зависит от содержания органи-

Таблица 2. Физические и химические свойства донных отложений озер (числитель – среднее, знаменатель – пределы колебаний)
Table 2. The physical and chemical properties of the lake sediments (the numerator is the average, the denominator is the limits of fluctuations)

Озеро	Частицы <0.01 мм, %	Тип отложений литорали	Тип отложений профундали	Плотность, г/см ³		Влажность, %	ППП, %	N, %	P, %	N/P
				на сырой вес	на сухой вес					
Базарское	$\frac{70.5}{24.7-95.2}$	Песчанистый ил, глинистый ил	Глинистый ил	$\frac{1.30}{0.80-1.73}$	$\frac{0.61}{0.14-1.13}$	$\frac{224}{52-473}$	$\frac{12.6}{4.7-26.8}$	$\frac{0.34}{0.14-0.71}$	$\frac{0.20}{0.09-0.46}$	2.22
Башкирское	$\frac{84.5}{71.2-96.6}$	Глинистый Ил	Глинистый ил	$\frac{1.41}{1.06-1.60}$	$\frac{0.59}{0.21-0.87}$	$\frac{204}{83-401}$	$\frac{13.1}{8.9-18.9}$	$\frac{0.28}{0.21-0.36}$	$\frac{0.28}{0.15-0.59}$	1.41
Большое Щучье	$\frac{54.7}{11.7-92.6}$	Илистый песок, песчанистый ил	Глинистый ил	$\frac{1.43}{1.03-2.04}$	$\frac{0.67}{0.17-1.58}$	$\frac{226}{29-492}$	$\frac{12.9}{2.1-24.3}$	$\frac{0.19}{0.01-0.35}$	$\frac{0.31}{0.02-0.88}$	0.93
Лиса	$\frac{87.5}{39.9-97.3}$	Глинистый Ил	Глинистый ил	$\frac{1.24}{1.04-1.46}$	$\frac{0.55}{0.25-0.87}$	$\frac{173}{68-214}$	$\frac{12.8}{5.9-23.1}$	$\frac{0.32}{0.08-0.57}$	$\frac{0.18}{0.15-0.24}$	1.89
Малое Щучье	$\frac{63.9}{20.2-94.1}$	Песчанистый ил, глинистый ил	Глинистый ил	$\frac{1.47}{1.24-1.68}$	$\frac{0.54}{0.25-0.83}$	$\frac{239}{77-558}$	$\frac{13.4}{3.2-18.8}$	$\frac{0.29}{0.17-0.35}$	$\frac{0.35}{0.16-0.50}$	0.98
Чебак	$\frac{82.8}{74.0-97.4}$	Глинистый Ил	Глинистый ил	$\frac{1.60}{0.98-2.10}$	$\frac{0.97}{0.17-1.64}$	$\frac{177}{28-489}$	$\frac{14.5}{3.0-18.6}$	$\frac{0.23}{0.02-0.35}$	$\frac{0.13}{0.04-0.20}$	1.67

Таблица 3. Строение колонок донных отложений озер
Table 3. The morphology of lake sediment cores

Озеро	Мощность колонки, см	Русловые отложения	Характеристика отложений
Базарское	105	Вскрыты на глубине 100 см	0–5 см – жидковатый, студенистый, темно-серый наилот 5–100 см – серый ил, однородный, плотность увеличивается с глубиной 100–105 см – серый опесчаненный ил
Башкирское	91	Не вскрыты	0–7 см – жидковатый, студенистый темно-оливкового цвета наилот 7–60 см – буро-серый ил, неоднородный, включения растительного детрита 60–91 см – глинистый, плотный серый ил
Большое Щучье	41	Вскрыты на глубине 33 см	0–7 см – жидковатый, студенистый, темно-оливкового цвета наилот, без примесей, однородный 7–33 см – серый, однородный глинистый ил, плотность увеличивается с глубиной, слоистость не выражена 33–41 см – светло-серый русловой песок
Лиса	100	Не вскрыты	0–4 см – кашеобразный бурый наилот, обилие детрита 4–24 см – плотноватые отложения серо-бурого цвета, наличие детрита 24–91 см – серый ил, однородный, более плотный в нижней части 91–100 см – серый опесчаненный ил
Малое Щучье	80	Вскрыты на глубине 71 см	0–7 см – студенистый, темный оливково-серый ил 7–71 см – серый ил, однородный, плотный, без включений, слоистость неясная 71–80 см – серый русловой песок
Чебак	61	Вскрыты на глубине 60 см	0–13 см – кашеобразный, черный глинистый ил 13–55 см – серый глинистый ил, отличается хорошо выраженной слоистостью 55–60 см – серый илистый песок 60–61 см – серый русловой песок

ческого вещества и гранулометрического состава осадков. В естественном сложении плотность отложений озер Присурья варьирует от 0.8 до 2.1 г/см³, в среднем составляя 1.4 г/см³. Исследования показали (см. табл. 2), что норы и подходы к ним выхухоль предпочитает строить на грунтах, плотность которых во влажном состоянии достигает 1.0 г/см³ и выше, что соответствует плотности скелета 0.45 г/см³. На таких грунтах хорошо держатся своды ведущих из нор к берегу каналов, поскольку подходы, сооруженные выхухолью на рыхлых осадках, активно разрушаются размывающим действием воды. В озерах Чебак, Малое и Большое Щучье, где литораль сложена более плотными грунтами, именно этот литологический фактор, в совокупности с обрывистыми, но невысокими и пронизанными корнями деревьев берегами, способствовал расселению выхухоли.

При характеристике озерного осадконакопления как фактора, характеризующего среду обитания выхухолы, особый интерес представляет вертикальная структура осадков (табл. 3).

В озерах Малое и Большое Щучье, Базарское и Чебак в ходе грунтовой съемки были вскрыты русловые пески, отличающиеся от расположенных выше слоев озерного аллювия, что позволило выделить границу перехода между старичными (озерными) и русловыми (речными) осадками р. Сура.

Несмотря на то, что озера расположены в пределах однородного в гипсометрическом отношении пойменного массива, мощность старичных отложений варьировала у них достаточно широко: от 33 см в оз. Большое Щучье до 100 см в оз. Базарское (табл. 3). В озерах Башкирское и Лиса, где русловые осадки не были вскрыты, мощность озерных отложений, вероятно, превышает 1 м. Примечательно, что оба этих водоема, а также оз. Базарское расположены на максимально близком расстоянии от современного русла р. Сура (рис. 1). По этой причине частота и длительность половодья у них закономерно выше, а показатели накопления осадочного материала превышают значения, характерные для других озер системы.

С учетом мощности старичных отложений озер Присурья среднемноголетнюю скорость осадконакопления в них можно оценить величиной 2–3 мм/год, а относительный возраст осадков, как и самих озер — в 200–300 лет [6]. В результате заиления произошло уменьшение исходного объема котловин озер Базарское и Лиса на 50%, Башкирское — на 40%, Малое Щучье — на 30%, Чебак — на 20%, Большое Щучье — на 10%.

В периоды половодья в озера привносятся значительные количества не только взвешенных, но и растворенных органических веществ, биогенных элементов, что положительно отражается на продукционных характеристиках озерных экосистем, а значит и на темпах накопления внутриводоемного органического вещества. Последнее формируется из ежегодной продукции высшей водной растительности и фитопланктона.

Озера обнаруживают существенную дифференциацию по количеству ежегодно продуцируемой сырой биомассы макрофитов: Лиса 0.2 кг/м², Большое Щучье и Чебак 0.6 кг/м², Базарское 2.0 кг/м², Малое Щучье 2.8 кг/м², Башкирское 3.7 кг/м² [2]. Прослеживается устойчивая связь между продуктивностью озер и мощностью накопленных в них донных отложений (см. табл. 3), однако с содержанием органического вещества в осадках подобной связи установить не удалось. Скорее всего, это обусловлено характером распространения в озерах различных экологических групп макрофитов, ткани которых значительно отличаются по показателю сухого вещества, что, в конечном счете, определяет массовую долю детрита, депонируемого на дне озер по окончании вегетационного цикла. В отсутствие высоких и длительных половодий, которые способствуют промывке ложа озер от накопленной органики, темпы его аккумуляции будут только возрастать.

Высокая биологическая продуктивность озер Присурья — ключевой фактор, способствующий связыванию находящихся в воде минеральных форм азота и фосфора в биомассе макрофитов и фитопланктона, часть которых депонируется в донных отложениях, а другая повторно вовлекается во внутриводоемный круговорот.

Содержание азота в донных отложениях пойменных озер Присурья в среднем составляет 0.27%, фосфора — 0.24% (см. табл. 2). Эти значения сопоставимы с их характерными концентрациями в осадках водораздельных озер исследуемого региона: азот 0.22%, фосфор 0.21% [5]. Накопление фосфора в донных отложениях пойменных озер обусловлено богатством поверхностных и грунтовых вод, дренирующих пойму, соединениями железа, при химическом взаимодействии с которыми орто- и полифосфаты выпадают из водной фазы в виде нерастворимого осадка.

Окислительная обстановка, складывающаяся в придонных слоях озерных вод и поверхностных слоях донных отложений, способствует минерализации поступающего

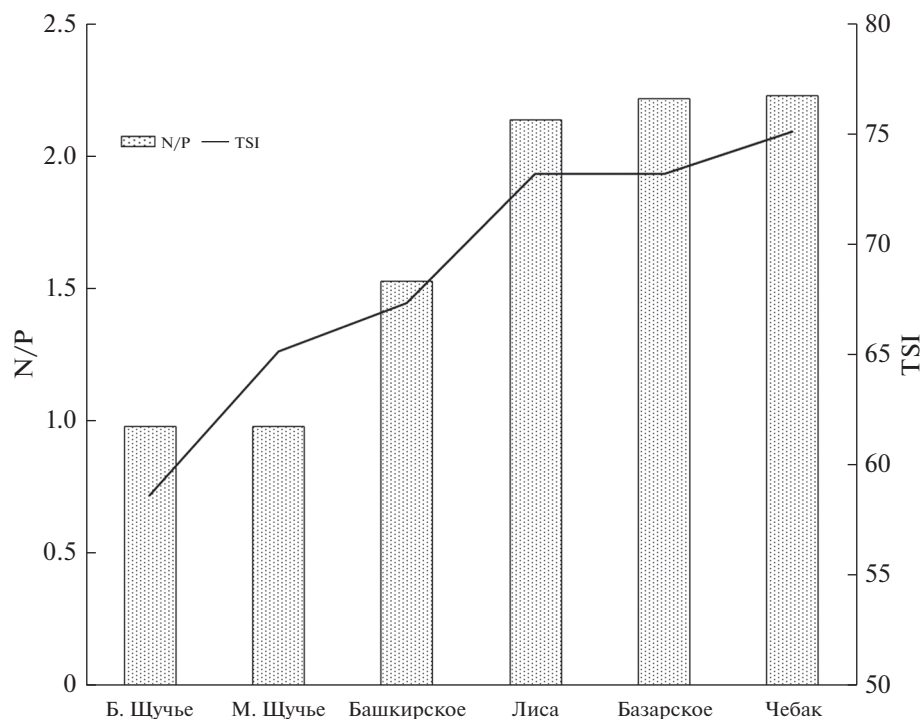


Рис. 3. Изменение трофического индекса Карлсона (TSI) и отношения содержания азота к фосфору (N/P) в поверхностных донных отложениях.

Fig. 3. Carlson' trophic state index (TSI) variation and organic nitrogen and total phosphorus relationship (N/P) in the surface sediments.

на дно органического вещества и высвобождению доступных для растений биогенных элементов, что обеспечивает формирование продуктивных экосистем и столь необходимую для выхухолы кормность в пойменных водоемах Присурья.

Как известно, отношение концентраций азота и фосфора в воде служит фактором, прямо влияющим на соотношение биомасс различных таксономических групп водорослей в естественном сообществе и управляющим структурой альгофлоры, а изменение (сужение) этого отношения является одной из основных причин массового «цветения» воды [8]. Учитывая циклический характер круговорота азота и фосфора в экосистемах озер, их концентрации, а также соотношение в слоях донных отложений различного времени образования можно рассматривать в качестве индикаторов биологической продуктивности и эвтрофированности озерных экосистем на различных этапах их эволюции, включая современный.

Проведенный анализ показал, что показатели трофического статуса озер хорошо коррелировали с накоплением фосфора в поверхностных (0–5 см) донных отложениях: с ростом его концентраций в осадках и уменьшения отношения N/P росла и величина биологической продуктивности озер. Установлено, что при значениях трофического индекса Карлсона (TSI) от 45 до 55 отношение азота к фосфору в поверхностных отложениях озер Малое и Большое Щучье не превышало 1 (рис. 3). Современный тро-

фический статус озер по критерию TSI соответствует эвтрофному (Малое Щучье, Большое Щучье) и гипертрофному (Чебак, Лиса, Базарское и Башкирское).

При величине TSI 55–65 отношение N/P в современных донных отложениях находилось в диапазоне 1–1.5 (Башкирское), а при росте TSI до 75 поднималось выше 2 (Лиса, Базарское, Чебак) (рис. 3). Таким образом, современный трофический статус этих озер – эвтрофные.

Анализ распределения отношения N/P в колонках донных отложений показал, что на глубинах 5–100 см оно варьировало от 0.15 до 1.25 и в среднем было равно 0.65. Если соотносить эти величины с грацией TSI, то можно предположить, что за период функционирования озер как обособленных водных объектов их трофический статус в основном должен был соответствовать олиготрофному, а на отдельных этапах эволюционного развития – мезотрофному.

ВЫВОДЫ

Результаты исследований показали, что донные отложения пойменных озер, расположенных в охранной зоне Присурского заповедника, представлены группой минеральных осадков с содержанием органического вещества не более 30%. В составе отложений прибрежных зон озер широко представлены плотные глинистые и песчаные илы, илистые пески, физические свойства которых оптимальны для выхухоли при выборе животными участков для строительства жилищ и подходов к ним. Установленный диапазон плотности донных отложений, обеспечивающий хорошую сохранность сводов и стенок каналов, ведущих к норам, составляет 1–1.5 г/см³.

Богатство донных отложений элементами питания – азотом и фосфором – обеспечивает оптимальную для выхухоли продуктивность водных экосистем озер.

Анализ комплекса показателей состава и свойств донных отложений, а также особенностей осадконакопления в пойменных озерах охранной зоны ГПЗ “Присурский” позволяет сделать вывод, что озера отличаются относительной эволюционной молодостью и отвечают требованиям к среде обитания выхухоли русской в части обеспечения необходимых условий для строительства подводных элементов жилища и в качестве источника вещества и энергии для функционирования экосистемы в целом и развития гидробионтов, которые служат пищевым ресурсом для данного вида.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Русского географического общества (проекты 29/2018-Р и 32/2019-Р).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бородин Л.П. Русская выхухоль. Саранск: Мордовское книжное изд-во, 1963. 310 с.
2. Глушенков О.В. Зарастание озер как важный фактор в оценке выхухольевых угодий // Научные труды Государственного природного заповедника “Присурский”. 2019. Т. 34. С. 23–36.
3. Зиганшин И.И., Иванов Д.В. Новые находки русской выхухоли – *Desmana moschata* (Linnaeus, 1758) – в Республике Татарстан // Научные труды Государственного природного заповедника “Присурский”. 2020. Т. 35. С. 185–194.
4. Законнов В.В. Осадкообразование в водохранилищах Волжского каскада: Дисс. ... докт. геогр. наук. М., 2007. 379 с.
5. Иванов Д.В., Зиганшин И.И., Осмелкин Е.В. Пространственные закономерности накопления углерода, азота и фосфора в донных отложениях озер Чувашской Республики // Труды Карельского научного центра РАН. Сер. Лимнология и океанология. 2021. № 4. С. 108–118. <https://doi.org/10.17076/lim1402>
6. Иванов Д.В., Осмелкин Е.В., Зиганшин И.И. Исследование современного и исторического осадконакопления в водоемах Приволжской возвышенности и Низменного Заволжья // Труды Карельского научного центра РАН. Сер. Лимнология и океанология. 2018. № 9. С. 31–43.
7. Красная книга Российской Федерации. Животные. М., 2001. 863 с.
8. Левич А.П. Управление структурой фитопланктонных сообществ: эксперимент и моделирование: Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. М., 2000. 37 с.

9. Межправительственная научно-политическая платформа по биоразнообразию и экосистемным услугам ООН. Париж, 6 мая 2019 г. // Экологическая экспертиза. 2020. № 3. С. 60–131.
10. Назырова Р.И. Эколого-географический анализ распространения русской выхухоль (*Desmana moschata* L., 1758) в связи с проблемой охраны вида: Дисс. ... канд. геогр. наук. М., 2000. 171 с.
11. Онуфреня А.С., Онуфреня М.В. Русская выхухоль в бассейне Оки // Труды Окского государственного природного заповедника. Вып. 37. Рязань: НП “Голос губернии”, 2016. 204 с.
12. Осмелкин Е.В., Иванов Д.В., Зиганшин И.И. Характеристика донных отложений пойменных озер нижнего течения р. Сура // Российский журнал прикладной экологии. 2015. № 4. С. 33–38.
13. Подшивалина В.Н. Макрозообентос озер поймы нижнего течения реки Сура как кормовой объект выхухоль русской *Desmana moschata* Linnaeus 1758 // Научные труды Государственного природного заповедника “Присурский”. 2018. Т. 33. С. 199–203.
14. Подшивалина В.Н., Осипов В.В., Егоров Л.В. О влиянии бентосоядных видов на кормовую базу выхухоль русской *Desmana moschata* (Mammalia, Eulipotyphla) в водоемах поймы нижнего течения реки Сура (Среднее Поволжье) // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. 2020. Т. 125. № 6. С. 3–11.
15. Рutowская М.В., Глушенков О.В., Акимов С.И., Бережной М.А., Воронин Е.А., Зарипова Н.Р., Кузьмина М.С., Попов И.А., Соболева А.С., Соколова М.Н. Состояние популяции русской выхухоль в пойме нижнего течения реки Сура // Научные труды Государственного природного заповедника “Присурский”. 2017. Т. 32. С. 179–188.
16. Рutowская М.В., Глушенков О.В., Бережной М.А., Еськова К.А., Попов И.А., Соболева А.С. Современное состояние популяции русской выхухоль в пойменных озерах охранной зоны Алатырского участка заповедника “Присурский” // Научные труды Государственного природного заповедника “Присурский”. 2018. Т. 33. С. 204–208.
17. Хахин Г.В., Иванов А.А. Выхухоль. М.: Агропромиздат, 1990. 191 с.
18. Kennerley R., Turvey S.T. *Desmana moschata*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T6506A22321477 (<https://dx.doi.org/>) (дата обращения: 15.05.2021). <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T6506A22321477>
19. Rutovskaya M.V., Onufrenya M.V., Onufrenya A.S. Russian desman at the edge of disappearance // Nature Conservation Research. Заповедная наука. 2017. Т. 2. № 1. С. 100–112. <https://doi.org/10.24189/ncr.2017.020>
20. Rutovskaya M.V., Aleksandrov A.N., Podshivalina V.N., Soboleva A.S., Glushenkov O.V. Russian desman at the edge of disappearance // Nature Conservation Research. Заповедная наука. 2020. Т. 5 (Suppl. 2). С. 36–46. <https://doi.org/10.24189/ncr.2020.011>
21. Carlson R.A. A trophic state index for lakes // Limnology and oceanography. 1977. Vol. 22. № 2. P. 361–369. <https://doi.org/10.4319/lo.1977.22.2.0361>

The Bottom Sediments as a Factor Affecting the Russian Desman Habitat Conditions in the Floodplain Lakes of the Sura River Basin

D. V. Ivanov¹, *, I. I. Ziganshin¹, **, E. V. Osmelkin², ***, and V. N. Podshivalina^{2, 3}, ****

¹Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use
of Tatarstan Academy of Sciences, Kazan, Russia

²Prisursky State Nature Reserve, Cheboksary, Russia

³Chuvash State University, Cheboksary, Russia

*E-mail: water-rf@mail.ru

**E-mail: irek_ziganshin@mail.ru

***E-mail: edemchr@mail.ru

****E-mail: verde@mail.ru

The studies of the role of floodplain waterbodies' bottom sediments in the Russian desman (*Desmana moschata* Linnaeus, 1758) life are not numerous and even controversial. The paper presents the data on the composition and properties of the bottom sediments in the floodplain lakes in the Prisursky State Nature Reserve buffer zone (the Sura river lower course, the Middle Volga Region). The ground survey including the surface and core sampling according to bathymetry was carried out in the reservoir areas inhabited by desman. The clayed silt with the silt and light aleurite fractions prevalence and with the organic mat-

ter content of 2.1–26.8% predominates. The grain size composition reflects the mild flow dynamics in the Sura river lower course floodplain during the spring flood, which results in alluvial light fractions deposition on the lakes' bottom. Desmans prefer the sediments with the density of 1.0 g/cm³ and more for burrowing operations. The average nitrogen content in the sediments in the floodplain lakes of the Sura basin reaches 0.27%, the average phosphorus content is 0.24%. The thickness of the lakes' deposits varies from 30 to 100 cm and even more, that make possible to estimate the average rate of the sediment accumulation as 2–3 mm/year, and the relative age of the deposits (and the lakes) as 200–300 years. In studied lakes, the bottom sediments composition and properties as well as the sediment accumulation conditions in combination with production characteristics meet the ecological requirements of the Russian desman: there are conditions for underwater burrowing operations and supply of matter and energy for the development of hydrobionts, which are the food resource for desman.

Keywords: Russian desman, bottom sediments, grain size composition, biogenic elements, floodplain lakes, Prisursky State Nature Reserve

REFERENCES

1. Borodin L.P. Russkaya vyuhol'. Saransk: Mordovskoe knizhnoe izd-vo, 1963. 310 s.
2. Glushenkov O.V. Zarastanie ozer kak vazhnyj faktor v ocenke vyuholevyh ugodij // Nauchnye trudy Gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika "Prisurskij". 2019. T. 34. S. 23–36.
3. Ziganshin I.I., Ivanov D.V. Novye naxodki russkoj vyuholi – Desmana moschata (Linnaeus, 1758) – v Respublike Tatarstan // Nauchnye trudy Gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika "Prisurskij". 2020. T. 35. S. 185–194.
4. Zakonov V.V. Osadkoobrazovanie v vodoxranilishhax Volzhskogo kaskada: Diss. ... dokt. geogr. nauk. M., 2007. 379 s.
5. Ivanov D.V., Ziganshin I.I., Osmelkin E.V. Prostranstvennye zakonomernosti nakopleniya ugleroda, azota i fosfora v donnyh otlozheniyax ozer Chuvashskoj Respubliki // Trudy Karel'skogo nauchnogo centra RAN. Ser. Limnologiya i okeanologiya. 2021. № 4. S. 108–118. <https://doi.org/10.17076/lim1402>
6. Ivanov D.V., Osmelkin E.V., Ziganshin I.I. Issledovanie sovremennogo i istoricheskogo osadkonakopleniya v vodoemah Privolzhskoj vozvysheynosti i Nizmnogo Zavolzh'ya // Trudy Karel'skogo nauchnogo centra RAN. Ser. Limnologiya i okeanologiya. 2018. № 9. S. 31–43.
7. Krasnaya kniga Rossijskoj Federacii. Zhivotnye. M., 2001. 863 s.
8. Levich A.P. Upravlenie strukturaj fitoplanktonnyh soobshhestv: eksperiment i modelirovanie: Avtoref. diss. ... dokt. biol. nauk. M., 2000. 37 s.
9. Mezhpriatel'stvennaya nauchno-politicheskaya platforma po bioraznoobraziyu i ekosistemnym uslugam OON. Parizh, 6 maya 2019 g. // E'kologicheskaya ekspertiza. 2020. № 3. S. 60–131.
10. Nazyrova R.I. E'kologo-geograficheskij analiz rasprostraneniya russkoj vyuholi (Desmana moschata L., 1758) v svyazi s problemoj ohrany vida: Diss. ... kand. geogr. nauk. M., 2000. 171 s.
11. Onufrenya A.S., Onufrenya M.V. Russkaya vyuhol' v bassejne Oki // Trudy Okskogo gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika. Vyp. 37. Ryazan': NP "Golos gubernii", 2016. 204 s.
12. Osmelkin E.V., Ivanov D.V., Ziganshin I.I. Xarakteristika donnyh otlozhenij pojmyennyh ozer nizhnego techeniya r. Sura // Rossijskij zhurnal prikladnoj ekologii. 2015. № 4. S. 33–38.
13. Podshivalina V.N. Makrozoobentos ozer pojmy nizhnego techeniya reki Sura kak kormovoj ob'ekt vyuholi russkoj Desmana moschata Linnaeus 1758 // Nauchnye trudy Gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika "Prisurskij". 2018. T. 33. S. 199–203.
14. Podshivalina V.N., Osipov V.V., Egorov L.V. O vliyanii bentosoyadnyh vidov na kormovuyu bazu vyuholi russkoj Desmana moschata (Mammalia, Eulipotyphla) v vodoemah pojmy nizhnego techeniya reki Sura (Srednee Povolzh'e) // Byulleten' Moskovskogo obshhestva ispytatelej prirody. Otdel biologicheskij. 2020. T. 125. № 6. S. 3–11.
15. Rutovskaya M.V., Glushenkov O.V., Akimov S.I., Berezhnoj M.A., Voronin E.A., Zaripova N.R., Kuz'mina M.S., Popov I.A., Soboleva A.S., Sokolova M.N. Sostoyanie populyacii russkoj vyuholi v pojme nizhnego techeniya reki Sura // Nauchnye trudy Gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika "Prisurskij". 2017. T. 32. S. 179–188.
16. Rutovskaya M.V., Glushenkov O.V., Berezhnoj M.A., Es'kova K.A., Popov I.A., Soboleva A.S. Sovremennoe sostoyanie populyacii russkoj vyuholi v pojmyennyh ozerah ohrannoj zony Alatyrskogo uchastka zapovednika "Prisurskij" // Nauchnye trudy Gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika "Prisurskij". 2018. T. 33. S. 204–208.
17. Hahin G.V., Ivanov A.A. Vyuhol'. M.: Agropromizdat, 1990. 191 s.

-
18. Kennerley R., Turvey S.T. *Desmana moschata*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T6506A22321477 (<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T6506A22321477>) (data obrashheniya: 15.05.2021).
 19. Rutovskaya M.V., Onufrenya M.V., Onufrenya A.S. Russian desman at the edge of disappearance // Nature Conservation Research. Zapovednaya nauka. 2017. T. 2. № 1. S. 100–112. <https://doi.org/10.24189/ncr.2017.020>
 20. Rutovskaya M.V., Aleksandrov A.N., Podshivalina V.N., Soboleva A.S., Glushenkov O.V. Russian desman at the edge of disappearance // Nature Conservation Research. Zapovednaya nauka. 2020. T. 5 (Suppl. 2). S. 36–46. <https://doi.org/10.24189/ncr.2020.011>
 21. Carlson R.A. A trophic state index for lakes // Limnology and oceanography. 1977. V. 22. № 2. P. 361–369. <https://doi.org/10.4319/lo.1977.22.2.0361>