

УДК 574.583(28)(470.324)

МЕЖГОДОВЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЛЕТНЕГО ЗООПЛАНКТОНА ПОЙМЕННЫХ ОЗЁР р. ХОПЁР

А. В. Крылов

*Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН
Россия, 1525742, Ярославская обл., Некоузский р-н, пос. Борок
E-mail: krylov@ibiw.yaroslavl.ru*

Поступила в редакцию 14.01.13 г.

Межгодовые изменения летнего зоопланктона пойменных озёр р. Хопёр. – Крылов А. В. – По показателям зоопланктона озёра поймы р. Хопер на территории заповедника можно отнести к эвтрофно-гипертрофным водоёмам. Выявлено, что в год интенсивного разлива р. Хопер трофность пойменных водоёмов возрастает, в зоопланктоне увеличивается разнообразие коловраток, их численность, биомасса и относительное обилие. В наибольшей степени это проявляется в прибрежье, где снижается общая численность и биомасса зоопланктона. В центральных участках озёр повышается численность и биомасса зоопланктона, доля ракообразных и разнообразие коловраток. В зоопланктоне центральных участков водоёмов, отличающихся наибольшим сроком затопления побережья после половодья, увеличивается доля коловраток в общей численности и биомассе сообществ. Одновременно ежегодно затопляемые озера характеризуются максимальным видовым богатством.

Ключевые слова: пойменные озёра, зоопланктон, число видов, численность, биомасса, половодье, эвтрофирование.

Interannual changes of the summer zooplankton in lakes of the Khopyor River flood plain. – Krylov A. V. – The lakes of the Khopyor River flood plain on the reserve area can be classified as eutrophic-hypertrophic reservoirs by zooplankton indices. The trophic level of the flood plain lakes has been revealed to increase in a year of intensive overflow of the Khopyor River, the Rotifera variety, numbers, biomass, and relative abundance in the zooplankton rises. It is most evident in the coastal zone, where the total numbers and biomass of the zooplankton decreases. The number and biomass of zooplankton, the fraction of Crustacea, and the Rotifera variety rise at central sites of the lakes. The fraction of Rotifera in the total numbers and the biomass of zooplankton communities increase at central sites of the reservoirs with the longest coast flooding after high water. Simultaneously, the annual flooding lakes are characterized by the maximum specific richness.

Key words: floodplain lakes, zooplankton, number of species, abundance, biomass, high water, eutrophication.

ВВЕДЕНИЕ

Пойменный комплекс озёр – неотъемлемый элемент речных систем. Они играют важную роль в формировании видового состава гидробионтов всех водных объектов речной системы, включая главный водоток. Особое значение пойменные водоёмы имеют в Хопёрском государственном природном заповеднике. Именно с ними связано существование русской выхухолы (*Desmana moschata* (Linnaeus, 1758)) – вида, занесенного в Красную книгу России с категорией 2: сокращающийся в численности редкий реликтовый вид. Одним из основных факторов, оказывающих влияние на состояние популяций выхухолы, выступает гидробиологичес-

кий режим водоёмов, в частности, развитие водных макробеспозвоночных, которые составляют основу питания зверька.

Ведущий фактор формирования морфометрических и биологических характеристик пойменных озёр – гидрологический режим реки. Для обеспечения нормальной жизнедеятельности природного комплекса поймы требуется ее периодическое затопление, обеспечиваемое половодьями и паводками, которые не только орошают пойму, но и одновременно удобряют ее взвешенными и растворенными в воде питательными веществами. Периодическое затопление поймы водами половодий и паводков называется поёмностью (Фашевский, 2007). Этот очень важный гидроэкологический показатель режима рек является индикатором качества и продуктивности пойменных земель и биологического режима озёр. Было показано влияние поёмности на урожай трав в поймах рек Печоры и Вычегды (Фашевский, 2007), указывалось, что чем интенсивнее и регулярнее разлив, тем моложе средний сукцессионный возраст растительных сообществ (Максимов, 1974; Мосин, Ефимовская, 2007), богаче видовой состав фитопланктона (Яценко-Степанова, 2011) и макробеспозвоночных пойменных озёр (Прокин, Решетников, 2013).

Данная работа посвящена изучению зоопланктона. Во-первых, сообщества планктонных беспозвоночных наиболее быстро реагируют на изменение условий среды, что позволяет достичь основной цели исследования: изучить изменения гидробиологических характеристик пойменных водоёмов в зависимости от интенсивности половодья (или поёмности). Во-вторых, качественный и количественный состав зоопланктона позволяет оценить экологическое состояние водных объектов. В-третьих, зоопланктон способен оказывать влияние на донные организмы, так как интенсивная фильтрация эффективно перемещает частицы в водной толще и снижает интенсивность оседания пищи, необходимой для животных бентоса (Korinek et al., 1987; Nummi, 1989).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Пробы собирали в прибрежных и центральных участках 6 пойменных озёр р. Хопёр на территории Хопёрского государственного природного заповедника в июле 2011 и 2012 гг. На глубинах > 1.5 м сборы проводили планктобатором объемом 5 л от поверхности до дна через каждые 0.5 м, на глубинах < 1 м – ведром с поверхности. Через газ с размером ячеек 64 мкм процеживали 20 – 25 л воды. Пробы фиксировали 4%-ным формалином, камеральную обработку проводили по стандартной методике (Методика..., 1975). Состояние зоопланктона и водных объектов оценивали по числу видов, коэффициенту трофности (Мязметс, 1980), численности, биомассе, доле таксономических групп в общей численности и биомассе.

Площадь озёр варьировала от 0.3 до 12.9 га, глубина – от 2 до 5.9 м (табл. 1). Большое (Б.) Голое и Малое (М.) Голое заливались полыми водами в 2010 – 2011 гг., Крутобережное – в 2010 г., а Ульяновское, Большое (Б.) Щуряче и Большое (Б.) Подпесочное не заливались с 2006 г. до 2012 г. (см. табл. 1). В 2012 г. максимальный подъем воды от уровня марта составил 5 м, что превысило средне-многолетние значения ~ на 1.5 м (Большая вода, 2012). В результате площадь вод-

ной поверхности водоёмов увеличилась на 24 – 60%, исключение наблюдалось лишь в Б. и М. Голых, площадь которых и в 2011 г. составляла 100% от средне-многолетней. Увеличение площади озёр в 2012 г. способствовало сокращению степени их зарастания на 15 – 60%, лишь в оз. Б. Голое она осталась на уровне 2011 г., а в оз. Крутобережное увеличилась на 30% (см. табл. 1).

Таблица 1

Характеристики исследованных пойменных озёр

Характеристика		Озёра					
		Б. Голое	М. Голое	Ульянов-ское	Б. Щу-рячье	Б. Подпе-сочное	Крутобережное
Координаты	с.ш.	51°20.373'	51°19.028'	51°22.243'	51°21.863'	51°22.853'	51°21.905'
	в.д.	41°71.859'	41°72.807'	41°71.364'	41°70.623'	41°70.255'	41°70.209'
*Площадь, га		12.9	4.1	2.8	0.3	2.7	0.7
*Максимальная глубина, м		4.6	2	4.2	3.6	5.9	3.3
Расстояние от русла р. Хопёр, м		210	570	1750	1210	1100	840
*Дата последнего перед 2011 г. заливания полыми водами		2010	2010	2006	2006	2006	2010
*Количество дней заливания полыми водами	2011	26–28	24–26	–	–	–	–
	2012	42–44	42–44	30–35	~ 60	~ 40	~ 30
*Площадь водной поверхности озера, (% от средне-многолетней)	2011	100	100	40	60	76	68
	2012	100	100	94	100	100	95
*Степень зарастания, %	2011	50	80	80	90	30	60
	2012	50	65	20	56	20	90
Температура воды, °С	2011	25.0	25.0	27.0	28.0	30.0	32.0
	2012	25.7	25.0	26.8	26.6	27.3	26.0

Примечание. * – данные любезно предоставлены Е. В. Печенюк (Хопёрский государственный природный заповедник).

В 2012 г. температура воды исследованных озёр была меньше, чем в 2011 г. (см. табл. 1), который вошел в ряд самых теплых лет за период инструментальных наблюдений. В среднем по территории России сезонная аномалия температуры в 2011 г. составила +1.40°C (Доклад..., 2012). В нем выделялись экстремально теплая весна (+2.56°C) и лето (+1.40°C). Весна оказалась второй после 1990 г. (+3.12°C), а лето – третьим после уникального 2010 г. (соответственно +1.78 и +1.45°C). Исключение наблюдалось лишь в оз. Б. Голое, вода которого в 2012 г. характеризовалась даже несколько более высокой температурой, чем в жаркий 2011 г. Это, скорее всего, могло быть связано с изменением режима грунтового питания.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Наибольшим числом видов характеризовался зоопланктон озёр М. и Б. Голые – 56 и 52 видов соответственно, наименьшим – оз. Ульяновское – 32 вида, в озерах Б. Щурычье, Б. Подпесочное и Крутобережное отмечено 44 – 45 видов (табл. 2).

В 2011 г. в зоопланктоне исследованных озёр было обнаружено 102 вида, в 2012 г. видовое богатство сокращалось до 73. Более всего снижалось разнообразие

МЕЖГОДОВЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЛЕТНЕГО ЗООПЛАНКТОНА

веслоногих – на 56.3% (с 16 видов в 2011 г. до 7 видов в 2012 г.) и ветвистоусых ракообразных – на 43.4% (с 30 до 17 видов соответственно), а число видов коловраток уменьшалось лишь на 12.5% (с 56 до 49 видов). Независимо от этого в 2012 г. в каждом водоеме возрастало разнообразие коловраток (см. табл. 2). Исключение составлял зоопланктон литоральной зоны оз. М. Голое, где число видов Rotifera сокращалось, а также центральной части оз. Б. Подпесочное, где оно оставалось без изменений.

Таблица 2

Число видов зоопланктона и коэффициент трофности исследованных озёр

Показатель	Таксон	Озёра											
		Б. Голое		М. Голое		Ульяновское		Б. Щурячье		Б. Подпесочное		Крутобережное	
		2011	2012	2011	2012	2011	2012	2011	2012	2011	2012	2011	2012
Коэффициент трофности		10.0	16.5	3.3	5.0	5.0	13.7	2.8	41.6	8.0	22.0	2.6	14.8
Число видов в прибрежье	Rotifera	15	18	16	11	5	9	10	21	3	17	7	15
	Copepoda	6	1	7	3	1	3	3	3	4	2	8	3
	Cladocera	10	2	13	9	2	2	9	3	4	5	7	4
	Всего	31	21	36	23	8	14	22	27	11	24	22	22
Число видов в центре	Rotifera	12	13	13	–	9	15	9	16	14	14	10	15
	Copepoda	3	1	0	–	1	2	1	3	2	3	1	4
	Cladocera	3	3	5	–	0	2	7	2	2	1	3	4
	Всего	18	17	18	–	9	15	17	21	18	18	14	23
Общее число видов	Rotifera	21	22	23	–	8	16	13	25	16	22	14	19
		33		31		23		29		31		24	
	Copepoda	7	1	7	–	2	4	3	4	4	3	8	4
		6		7		4		5		5		9	
	Cladocera	11	3	14	–	2	3	11	2	5	5	8	5
		13		18		5		11		9		11	
	Всего	39	26	44	–	12	23	27	31	25	30	30	28
		52		56		32		45		45		44	

Примечание. Прочерк означает отсутствие данных.

По величине коэффициента трофности в 2011 г. озёра Крутобережное, Б. Щурячье и М. Голое характеризовались как эвтрофные, а Ульяновское, Б. Подпесочное и Б. Голое – как гипертрофные (см. табл. 2).

В 2012 г. все водоёмы перешли в разряд гипертрофных. Наибольшее увеличение коэффициента трофности наблюдалось в озёрах Крутобережное и Б. Щурячье, которые в 2011 г. имели наименьшие величины коэффициентов.

В литоральной зоне озёр Б. Голое, М. Голое, Б. Щурячье и Б. Подпесочное в 2012 г. сокращались численность и биомасса зоопланктона (соответственно в 2 – 41 и 2.2 – 64.6 раз), доля ракообразных в общей численности и биомассе сообществ, а относительное обилие Rotifera, напротив, возрастало (табл. 3, 4).

В 2011 г. в части этих озёр среди доминирующих видов отмечены индикаторы эвтрофных вод: по численности – *Brachionus angularis* Gosse (Б. Голое), *Hexarthra mira* (Hudson) (Б. Щурячье); по биомассе – *H. mira* (Б. Щурячье) и *Thermocyclops crassus* (Fischer) (Б. Подпесочное). Кроме них в число доминантов входили юве-

нильные циклопы (все водоёмы), *Acroperus harpae* (Baird) (М. Голое), *Ceriodaphnia reticulata* (Jurine) (М. Голое) и *Diaphanosoma brachyurum* Lievin (Б. Щурячье). В 2012 г. в водоёмах увеличивалось число доминирующих видов-индикаторов высокой степени органической нагрузки – *Asplanchna priodonta* Gosse (Б. Голое), способная массово развиваться в крайне неблагоприятных условиях (Андроникова, Распопов, 2007), *Filinia longiseta* (Ehrenberg) (Б. Голое), *Brachionus variabilis* Hempel (М. Голое), *Polyarthra longiremis* Carlin (Б. Щурячье), *Bosmina* (*Bosmina*) *longirostris* (O. F. Müller) (Б. Подпесочное). Они доминировали наряду с другими видами-индикаторами: *Hexarthra mira* (Б. Щурячье, Б. Подпесочное), кроме которых массового развития достигали ювенильные циклопы, *Euchlanis dilatata* Ehrenberg (Б. Голое), *Synchaeta pectinata* Ehrb. (Б. Щурячье), *Polyarthra vulgaris* Carlin (Б. Щурячье), *Simocephalus vetulus* (O. F. Müller) (М. Голое) и *Scapholeberis mucronata* (O. F. Müller) (Б. Подпесочное).

Таблица 3

Численность и доля таксономических групп в общей численности зоопланктона исследованных озёр

Озеро	Год	Доля (%) в общей численности			Общая численность, тыс. экз./м ³
		Rotifera	Copepoda	Cladocera	
Литоральная зона					
Б. Голое	2011	56.4	42.0	1.6	1041.2
	2012	73.7	25.2	1.1	25.0
М. Голое	2011	10.3	82.5	7.2	209.3
	2012	44.5	48.2	7.4	24.9
Ульяновское	2011	99.2	0.4	0.4	75.6
	2012	79.5	20.3	0.2	159.6
Б. Щурячье	2011	30.1	49.5	20.4	285.7
	2012	69.7	29.9	0.4	147.1
Б. Подпесочное	2011	3.1	88.4	8.5	75.3
	2012	69.7	24.4	5.9	26.5
Крутобережное	2011	33.9	24.0	42.1	212.1
	2012	30.9	67.8	1.3	490.0
Центральная зона					
Б. Голое	2011	23.1	76.8	0.11	371.0
	2012	95.9	4.0	0.13	786.6
М. Голое	2011	30.7	69.2	0.07	195.4
	2012	—	—	—	—
Ульяновское	2011	98.9	1.1	0.00	124.9
	2012	97.8	2.2	0.01	1302.0
Б. Щурячье	2011	36.8	59.8	3.39	109.2
	2012	87.4	12.6	0.01	607.8
Б. Подпесочное	2011	87.3	11.7	1.01	296.8
	2012	83.5	16.5	0.04	937.3
Крутобережное	2011	76.1	23.0	0.93	112.3
	2012	36.1	63.7	0.19	480.6

Примечание. Прочерк означает отсутствие данных.

МЕЖГОДОВЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЛЕТНЕГО ЗООПЛАНКТОНА

Таблица 4

Биомасса и доля таксономических групп в общей биомассе зоопланктона
исследованных озёр

Озеро	Год	Доля (%) в общей биомассе			Общая биомасса, г/м ³
		Rotifera	Copepoda	Cladocera	
Литоральная зона					
Б. Голое	2011	3.0	29.5	67.6	7.54
	2012	84.2	13.8	2.0	0.12
М. Голое	2011	3.0	60.0	37.0	1.13
	2012	12.7	40.4	46.9	0.18
Ульяновское	2011	98.4	0.6	1.1	0.31
	2012	32.3	65.6	2.1	0.14
Б. Щурячье	2011	11.3	31.8	57.0	1.35
	2012	42.0	51.8	6.2	0.27
Б. Подпесочное	2011	0.2	89.2	10.6	0.50
	2012	18.5	32.8	48.6	0.11
Крутобережное	2011	5.9	40.3	53.8	1.70
	2012	2.8	95.5	1.7	3.62
Центральная зона					
Б. Голое	2011	5.1	94.8	0.0	1.29
	2012	97.7	2.0	0.4	3.84
М. Голое	2011	12.1	87.4	0.5	0.21
	2012	—	—	—	—
Ульяновское	2011	97.5	2.5	0.0	0.35
	2012	90.5	9.2	0.2	0.77
Б. Щурячье	2011	29.7	51.3	19.0	0.33
	2012	91.0	8.9	0.1	1.99
Б. Подпесочное	2011	87.8	10.2	2.0	0.46
	2012	86.0	13.8	0.2	2.68
Крутобережное	2011	81.8	16.3	2.0	0.26
	2012	18.2	81.2	0.6	2.27

Примечание. Прочерк означает отсутствие данных.

В прибрежье озёр Ульяновское и Крутобережное наблюдались иные изменения: численность зоопланктона и относительное обилие веслоногих ракообразных увеличивались, уменьшалась доля коловраток, а в оз. Крутобережное также повышалась биомасса. В оз. Ульяновское среди доминирующих видов были индикаторы вод с высокой степенью органической нагрузки: по численности – *Asplanchna priodonta*, *Brachionus diversicornis* (Daday), *B. forficula* (Wierzejski); по биомассе – *B. diversicornis* и *Asplanchna priodonta*. В оз. Крутобережное по численности доминировали копепоиды Cyclopoida и *Chydorus sphaericus* (O. F. Müller), по биомассе к ним добавлялся *Eucyclops serrulatus* (Fischer). В 2012 г. уже в обоих озерах среди доминирующих видов отмечены индикаторы эвтрофирования. Среди них по численности в оз. Ульяновское доминировали *Brachionus angularis*, *Keratella cochlearis* (Gosse), *Polyarthra longiremis*, кроме которых в состав доминантов вхо-

дили *P. vulgaris* и науплиусы циклопов, по биомассе – *Brachionus angularis*, науплиусы, копеподиты и взрослые *Thermocyclops crassus*. В оз. Крутобережное по численности массового развития достигали *Keratella cochlearis*, науплиусы, копеподиты и взрослые *Thermocyclops crassus*, по биомассе – копеподиты и взрослые *Th. crassus* и *Mesocyclops leuckarti*.

В центральных участках озер в 2012 г. численность и биомасса зоопланктона были выше в 2.1 – 10.4 и 2.2 – 8.6 раза, чем в аналогичный период 2011 г. (см. табл. 3, 4). В общей численности и биомассе зоопланктона озёр Б. Щурячье и Б. Голое возрастала доля коловраток, в остальных водоемах увеличивалось относительное обилие веслоногих ракообразных, что наиболее ярко проявлялось в оз. Крутобережное. В 2011 г. среди доминирующих по численности видов в ряде озер были представители индикаторов высокотрофных вод: по численности – *Hexarthra mira* (оз. Б. Щурячье), *Trichocerca capucina* (Wierzejski et Zacharias) (Ульяновское), *Brachionus diversicornis* (Ульяновское, Крутобережное), *B. forficula* (Б. Подпесочное), *B. angularis* (Б. Подпесочное), кроме которых в составе доминантов отмечены ювенильные Cyclopoida, *Synchaeta pectinata* (Б. Подпесочное, Крутобережное); по биомассе – *Brachionus diversicornis* (Ульяновское, Б. Подпесочное, Крутобережное), *Thermocyclops crassus* (Б. Голое), а также *Asplanchna priodonta* (Ульяновское, Б. Подпесочное), *Ascomorpha ovalis* (Bergendal) (М. Голое), *Synchaeta pectinata* (Б. Подпесочное, Крутобережное), копеподиты Cyclopoida и *Scapholeberis mucronata* (Б. Щурячье). В 2012 г. число индикаторов эвтрофных вод среди доминирующих видов возрастало: по численности массового развития достигали *Keratella cochlearis* (Б. Голое, Ульяновское, Б. Подпесочное), *Filinia longiseta* (Б. Голое, Б. Подпесочное), *Hexarthra mira* (Б. Щурячье), *Asplanchna priodonta* (Б. Голое), *Thermocyclops crassus* (Крутобережное), а также *Synchaeta oblonga* (Б. Подпесочное) и ювенильные циклопы (Б. Подпесочное, Крутобережное); по биомассе – *Hexarthra mira* (Б. Щурячье), *Keratella cochlearis* (Ульяновское), *Asplanchna priodonta* (Б. Голое, Б. Щурячье, Б. Подпесочное), *Thermocyclops crassus* (Крутобережное), кроме которых в состав доминантов входили *Synchaeta pectinata* (Ульяновское), науплиусы и копеподиты Cyclopoida (Б. Щурячье, Крутобережное), *Mesocyclops leuckarti* (Крутобережное).

В 2011 г. в большинстве водоёмов наиболее количественно богатый зоопланктон регистрировался в литоральной зоне (численность была больше в 1.1 – 2.8 раза, биомасса – в 1.1 – 6.4 раза). Исключение составляла ситуация в оз. Б. Подпесочное, где по численности первенствовал зоопланктон центрального участка, а также оз. Ульяновское, в центре которого была выше и численность и биомасса планктонных беспозвоночных. В 2012 г. ситуация кардинально изменилась: наибольшая численность и биомасса наблюдалась в центре водоемов, лишь в оз. Крутобережное – в литоральной зоне.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Полученные результаты свидетельствуют, что после мощного половодья 2012 г. в зоопланктоне озёр произошли перестройки, часть которых указывает на эвтрофирование (Андроникова, 1996). Наиболее яркие изменения фиксировались в

литоральной зоне озёр, где зоопланктон в 2011 г. характеризовал более трофные условия, чем наблюдались в центре. Привнесение в 2012 г. органических и биогенных веществ с речными водами, разложение затопленной почвы и прибрежно-водных растений спровоцировали то, что сообщества зоопланктона здесь имели такие структурные показатели, какие наблюдаются в гипертрофных водоёмах, находящихся в условиях высокой степени органической нагрузки. Для них характерно снижение численности и биомассы сообществ за счет высокого обилия коловраток, увеличение в составе доминирующих видов индикаторов высокотрофных условий.

Нужно отметить, что в части озёр наблюдались несколько иные изменения зоопланктона, что, очевидно, связано с некоторыми особенностями водоёмов. Озеро Крутобережное характеризовалось затоплением в 2010 г. и являлось единственным водоемом, степень зарастания которого в 2012 г. увеличивалась, а температура воды снижалась с 32 до 26°C. Все это могло способствовать повышению количества ракообразных, увеличению общей численности и биомассы сообщества планктонных беспозвоночных. Озеро Ульяновское, напротив, не заливалось весенними водами на протяжении 6 лет, в 2011 г. характеризовалось «цветением» воды, минимальной биомассой зоопланктона, наибольшим относительным обилием коловраток в общей численности и биомассе сообществ. Увеличение площади водоёма в 2012 г. более чем в 2 раза и значительное сокращение площади высших водных растений привели к изменениям зоопланктона, аналогичным наблюдаемым в оз. Крутобережное: снижению обилия Rotifera, повышению доли Copepoda, а также общей численности и биомассы зоопланктона.

Мощное половодье, затопление и разложение почвы и прибрежно-водных растений вызывали эвтрофирование и центральных участков озёр. Здесь также возрастало разнообразие коловраток, однако численность и биомасса зоопланктона увеличивались, в том числе за счет ракообразных. Лишь в центральных участках озер Б. Щурячье и Б. Голое наблюдались изменения зоопланктона, свидетельствующие о большей, чем в других водоёмах, степени эвтрофирования: регистрировалось увеличение доли коловраток в общей численности и биомассе сообществ. Можно лишь предположить причины этих специфичных изменений. На наш взгляд, в оз. Б. Щурячье это связано с первым за последние 6 лет затоплением речными водами участков побережья и наибольшим сроком заливания полыми водами (см. табл. 1). В оз. Б. Голое также увеличился срок затопления фактически в 1.5 раза, однако это нельзя принять за основную причину изменений зоопланктона, так как аналогичное увеличение сроков произошло и в оз. М. Голое, но в нем таких последствий не наблюдалось. По всей видимости, определенную роль здесь играл выход грунтовых вод, при котором в меньшем по площади оз. М. Голое температура воды была на том же уровне, что и в 2011 г., в то время, как в оз. Б. Голое – выше (см. табл. 1).

Увеличение площадей озёр, разложение затопленной почвы и растений вызвало нарушение горизонтального распределения зоопланктона. Так, в 2011 г. водоёмы характеризовались большими показателями количественного развития сообществ зоопланктона в литоральной зоне, что характерно для абсолютного большин-

ства пресноводных экосистем. Исключение наблюдалось при наименьшей степени зарастания литорали (оз. Б. Подпесочное) и в условиях наиболее низкого качества среды (оз. Ульяновское). В 2012 г. ухудшение условий обитания на мелководьях при высоком уровне органической нагрузки способствовало преобладанию коловраток и частичной деградации сообществ, в результате чего наибольшие численности и биомассы зоопланктона обнаруживались в центре водоёмов. Лишь в одном случае – при увеличении степени зарастания (оз. Крутобережное) – по численности и биомассе зоопланктона первенствовала литоральная зона.

Как правило, пойменные озёра характеризуются высокой трофностью, о чем свидетельствуют данные по первичным продуцентам (Анциферова, 2005; Номоконова, 2009) и видовому составу зоопланктона (Миколайчук, Барановский, 2003). Некоторые исследователи фитопланктона (Анциферова, 2005) склонны высокий трофический статус пойменных озёр связывать с антропогенной нагрузкой. Однако, на наш взгляд, такая ситуация в меньшей степени связана с антропогенным воздействием, а представляет собой вполне закономерное явление. Пойменные водоёмы по морфометрическим показателем соответствуют высокотрофным водоёмам, характеризующимся малыми глубинами, высокими температурами воды в летний сезон, большой степенью зарастания макрофитами.

Межгодовые изменения гидробиологического режима пойменных озёр и, в частности, состояние зоопланктона, могут определяться рядом факторов, среди которых ведущую роль играет интенсивность и периодичность разливов главной реки системы. Для растительных сообществ пойменных комплексов известно, что чем интенсивнее разлив, тем моложе их средний сукцессионный возраст (Максимов, 1974; Мосин, Ефимовская, 2007). Однако данные наших исследований свидетельствуют, что независимо от периодичности затопления полыми водами мощные разливы главной реки способствуют изменению видового состава и количественных показателей развития зоопланктона пойменных озёр, характеризующих их переход на поздние стадии олиготрофно-эвтрофной (олиготрофно-дистрофной) сукцессии. Известно, что на пойме в паводки скорость течения воды медленная и взвешенный материал выпадает в осадок (Поздняков, 1988; Фашевский, 2007). Именно это и определяет интенсификацию эвтрофирования пойменных водоёмов. Важно отметить, что мощное половодье 2012 г. способствовало эвтрофированию озёр даже в большей степени, чем высокие температуры жаркого лета 2011 г., при которых, как известно, наблюдается термическое эвтрофирование разнотипных водных объектов (Безносов и др., 2002; Веригин, 1977; Копылов и др., 2012). Одновременно ежегодная связь с главной рекой во время половодья способствует формированию наиболее богатого видового состава зоопланктона, что наблюдалось в озёрах Б. и М. Голое и ранее отмечалось для фитопланктона (Яценко-Степанова, 2011), а также макробеспозвоночных бентоса и зарослей макрофитов (Прокин, Решетников, 2013).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Видовой состав, количественное развитие и соотношение таксономических групп зоопланктона характеризуют пойменные озёра р. Хопёр на территории Хо-

пёрского государственного природного заповедника как эвтрофно-гипертрофные водоёмы. В годы интенсивного разлива р. Хопёр в зоопланктоне озёр возрастает разнообразие коловраток, их численность, биомасса и относительное обилие. В наибольшей степени это характерно для литоральной зоны, где снижается общая численность и биомасса зоопланктона, возрастает число доминирующих видов-индикаторов высокой степени органической нагрузки. В то же самое время в центральных участках озёр увеличение органической нагрузки стимулирует увеличение численности и биомассы зоопланктона, хотя в его видовом составе также возрастает разнообразие коловраток, увеличивается число доминирующих видов-индикаторов высокотрофных условий. В озёрах, отличающихся наибольшими сроками затопления, и в центральных участках увеличивается доля коловраток в общей численности и биомассе зоопланктона.

Следовательно, интенсивное половодье (или увеличение поемности) способствует изменению видового состава и количественных показателей развития зоопланктона пойменных озёр, характеризующих их переход на поздние сукцессионные стадии. Одновременно ежегодная связь с главной рекой во время половодья способствует формированию наиболее богатого видового состава.

Автор искренне благодарит администрацию Хопёрского государственного природного заповедника в лице зам. директора Н. А. Карпова за содействие в проведении исследований и старшего научного сотрудника Е. В. Печенюк за ценные консультации и предоставленные данные по межгодовым изменениям морфометрических характеристик и степени зарастания озёр, а также А. И. Цветкова (ИБВВ РАН) за помощь в отборе проб и определении местоположения озёр относительно р. Хопёр.

Исследования проведены при финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Живая природа: современное состояние и проблемы развития», подпрограмма «Биоразнообразие: состояние и динамика».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Андроникова И. Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных трофических типов. СПб. : Наука. С.-Петербург. отд-ние, 1996. 189 с.
- Андроникова И. Н., Распопов И. М. Зоны экологического риска в прибрежных районах Ладожского озера // Биология внутр. вод. 2007. № 2. С. 3 – 10.
- Анциферова Г. А. Биоиндикация в геоэкологии: об эвтрофировании межледниковых, гляциальных и современных поверхностных водных экосистем бассейна Верхнего Дона // Вестн. Воронеж. ун-та. Геология. 2005. № 1. С. 240 – 250.
- Безносков В. Н., Кучкина М. А., Суздалева А. Л. Исследование процесса термического эвтрофирования в водоемах-охладителях АЭС // Водные ресурсы. 2002. Т. 29, № 5. С. 610 – 615.
- Большая вода // Хопёрский гос. природный заповедник [Электронный ресурс] / Мин-во природных ресурсов и экологии РФ. 2012. URL: <http://www.hoperzap.ru/news/bolshaya-voda.php> (дата обращения: 25.12.2012).
- Веригин Б. В. О явлении термического эвтрофирования водоемов // Гидробиол. журн. 1977. Т. 13, № 5. С. 98 – 105.
- Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2011 год // Гидрометцентр России [Электронный ресурс] / Федеральная служба по гидрометеорологии

и мониторингу окружающей среды. М., 2012. URL: <http://meteoinfo.ru/media/climate/rus-clim-2011.pdf> (дата обращения: 25.12.2012).

Копылов А. И., Лазарева В. И., Минеева Н. М., Масленникова Т. С., Стройнов Я. В. Влияние anomalно высокой температуры воды на развитие планктонного сообщества водохранилищ Средней Волги летом 2010 г. // Докл. АН. 2012. Т. 442, № 1. С. 133 – 135.

Максимов А. А. Структура и динамика биоценозов речных долин. Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1974. 257 с.

Методика изучения биогеоценозов внутренних водоёмов / отв. ред. Ф. Д. Мордухай-Болтовской. М. : Наука, 1975. 240 с.

Миколайчук Т. В., Барановский Б. А. Биоразнообразие пойменных макрофитных озёр Днепровско-Орельского природного заповедника // Вісн. Дніпропетров. ун-ту. Біологія. Екологія. 2003. Т. 11, № 1. С. 34 – 37.

Мосин В. Г., Ефимовская С. Л. Влияние паводков и половодий на динамику и функционирование пойменных природных комплексов долины р. Вычегды // Изв. РГПУ им. А. И. Герцена. 2007. № 38. С. 130 – 135.

Мязметс А. Х. Изменения зоопланктона // Антропогенное воздействие на малые озёра. Л. : Наука. Ленингр. отд-ние, 1980. С. 54 – 64.

Поздняков А. В. Динамическое равновесие в рельефообразовании. М. : Наука, 1988. 207 с.

Прокин А. А., Решетников А. Н. Фауна водных макробеспозвоночных пойменных озёр Хоперского заповедника // Тр. Хоперского гос. заповедника. Воронеж : Изд-во Воронеж. ун-та, 2013. Вып. VIII. С. 137 – 157.

Номоконова В. И. Гидрохимический режим и трофическое состояние озёр Самарской Луки и сопредельной территории // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2009. Т. 11, № 1. С. 155 – 164.

Фащевский Б. В. Экологическое значение поймы в речных экосистемах // Учён. зап. Рос. гос. гидрометеорол. ун-та. 2007. № 5. С. 118 – 129.

Яценко-Степанова Т. Н. Структурно-функциональная характеристика водорослевого сообщества и ее использование в оценке трофности водоемов озерного типа : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Оренбург, 2011. 47 с.

Korinek V., Fott J., Fuksa J., Lellak J., Prazakova M. Carp ponds of Central Europe // Managed aquatic ecosystems / ed. R. G. Michael. Amsterdam : Elsevier, 1987. P. 29 – 62.

Nummi P. Simulated effects of the beaver on vegetation, invertebrates and ducks // Ann. Zool. Fennici. 1989. Vol. 26. P. 43 – 52.