

# Некоторые экологические характеристики, сукцессия видов в планктонном сообществе рекреационного водоема

И.Ф. Рассашко

Учреждение образования «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»

Исследования проведены в 2003, 2008, 2009, 2010, 2012 годах на водоеме, который представляет собой довольно большой залив р. Сож и находится в древесно-кустарниковом массиве на окраине городского микрорайона г. Гомеля. В летнее время в районе водоема много отдыхающих, имеются яхты, прогулочные катера, лодки.

Установленно, что планктонное сообщество рекреационного водоема достаточно разнообразно. В 2010 г. фитопланктон был представлен 41 видом. В середине и конце лета наблюдалось массовое развитие фитопланктона, сопровождающееся «цветением». Зоопланктон по данным, полученным в исследуемый период, включает 55(3) видов и вариететов, в том числе Rotifera – 23(1), Cladocera – 22, Copepoda – 10(2). В вегетационный сезон 2010 г., когда отмечен нетипичный температурный режим и проведено более детальное изучение зоопланктона залива, наблюдается выраженная, имеющая большие колебания динамика сообщества, что проявляется в значительных изменениях плотности, больших ее величинах в определенное время, сукцессия характеризуется частой сменой доминирующих видов. Есть отличия по отмеченным показателям при сравнении данных, полученных в разные годы исследований. Плотность зоопланктона варьирует по станциям. По видам-индикаторам исследуемый водоем является умеренно загрязненным.

**Ключевые слова:** планктон, видовое разнообразие, сукцессия, доминирование, количественное развитие.

## Some ecological characteristics, successia of types in planktonic community of a recreational reservoir

I.F. Rassashko

Educational establishment «Gomel State Francisk Skorina University»

Researches were done in 2003, 2008, 2009, 2010, and 2012 on a reservoir which represents a rather big gulf of the Sozh River and is in wood and bush area on the suburb of the city of Gomel. In summertime around the reservoir there are a lot of holiday makers, there are yachts and boats.

It was found out that the planktonic community of the recreational reservoir is rather various. In 2010 the phytoplankton was presented by 41 species. In the middle and in late summer massive development of phytoplankton accompanied by «flowering» was observed. The zooplankton, according to the data received during the investigated period, includes 55(3) species and varieties, including Rotifera – 23(1), Cladocera – 22, Copepoda – 10(2). In the vegetative season of 2010, when non typical temperature mode was observed and a more detailed study of the zooplankton of the gulf was done, distinct dynamics of the community with lots of fluctuations was observed, which is shown in considerable changes of the density, its big sizes during certain time; the successia was characterized by frequent change of dominating species. There are differences on noted parameters while comparing the data received in different years of the research. The density of zooplankton varies at stations. According to the indicator species the investigated reservoir is considered to be moderately polluted.

**Key words:** plankton, species variety, successia, domination, quantitative development.

Для многостороннего использования водоемов надо знать свойства водоемов и как они изменяются, какие внутриводоемные процессы способствуют формированию качества воды. Экологические показатели, включая количество гидробионтов, изменения в их видовом составе, применяют при проведении биологического анализа качества воды, оценке состояния экосистем [1–2]. Знание, в частности, особенностей, причин сукцессии видов в сообществах является не только ключом к экологии организмов, но и дает возможность управлять

процессами биологической продуктивности, эвтрофирования и самоочищения вод.

Факторы, определяющие сукцессию видов в планктоне, разнообразны. Ингибирование одних видов другими, например, в фитопланктоне – явление широко распространенное. В [3] приводится следующая схема смены видов: когда в водоеме одни виды усиленно размножаются, они выделяют достаточное количество ингибиторов, чтобы подавить развитие других видов, которые постепенно погибают за исключением отдельных более устойчивых к ингиби-

торам представителей каждого вида. Когда же доминирующий вид исчезнет, в результате действия определенных факторов, устойчивые представители других видов начинают быстро размножаться. Химические субстанции, выделяемые некоторыми организмами во внешнюю среду, оказывают биологическое или физиологическое воздействие на другие организмы. Отмечают два вида такого воздействия: прямое, когда определенные вещества влияют на метabolизм одного вида, и непрямое, когда вещества вызывают метаболическую деятельность второго вида, а он, в свою очередь, контролирует третий вид. Вместе с тем, имеются доказательства того, что между видами не существует строгого antagonизма. При бактериальном разложении диатомовых водорослей выделяются органические вещества, стимулирующие рост видов, относящихся к другой таксономической группе, и являющиеся, таким образом, регулирующим фактором сукцессии видов. Причины сукцессии в планктоне находятся во взаимосвязи с пищевыми взаимоотношениями фито- и зоопланктона. Сукцессионные циклы в водоемах в большой степени определяются выеданием фитопланктона зоопланктом. Результатом мощного пресса, например, популяций дафний на водоросли вследствие их выедания может быть осветление воды и увеличение ее прозрачности. На протекание циклов значительно влияет быстрое и прямое регенерирование биогенных элементов. В водной среде имеются патогенные организмы (представители вирусов, бактерий, грибов), паразитические простейшие, влияние которых на разные виды гидробионтов может быть выраженным. При возникновении сезонных изменений в развитии популяций планктонных сообществ важным является взаимодействие факторов, что также необходимо учитывать, устанавливая причины сукцессий.

В целом, сукцессия видов в планктоне зависит от многих факторов: температуры, света, гидрографических условий, концентрации биогенных элементов, биотических отношений – межвидовых и внутривидовых. Сукцессия происходит в результате изменения физической среды под действием сообщества, то есть сукцессия контролируется сообществом. При замещении видов в сукцессиях популяции создают условия, благоприятные для других популяций; это продолжается до тех пор, пока не будет достигнуто равновесие между биотическими и абиотическими компонентами.

Исходя из экологических критерииев, при-

родная вода должна быть чистой, то есть пригодной для жизни водных сообществ, в любых водоемах и водоисточниках, вне зависимости от ее потребителей. Это служило основанием для выполнения регулярных исследований. Целью данной работы было установление таксономического разнообразия, количественных характеристик планктонного сообщества, динамики, характера сукцессии видов, то есть их последовательной смены на протяжении вегетационного сезона в водоеме рекреационной зоны городской территории.

**Материал и методы.** В [4] есть данные по планктонным сообществам водоемов г. Гомеля. Настоящие исследования проведены в 2003, 2008, 2009, 2012 годах, но наиболее детальные в 2010 г. на водоеме, который представляет собой довольно большой залив р. Сож и находится в древесно-кустарниковом массиве на окраине городского микрорайона «Мельников луг» г. Гомеля. В летнее время в районе водоема много отдыхающих, имеются яхты, прогулочные катера, лодки, в течение года наблюдается любительский лов рыбы. Здесь расположена учебно-тренировочная база Гомельского инженерного института Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, а также детско-юношеская спортивная школа. В 2011 г. в районе водоема создана охраняемая зона. В указанные выше годы время исследований и количество станций, на которых проводили сбор материала, были разными. В 2010 г. исследования выполнены в период с июня по октябрь на 5 станциях, расположенных по центру водоема (пелагическая зона), в районе стоянки прогулочных катеров, лодок и яхт (станция 1), в местах пляжей (станции 2 и 3), перед неширокой протокой, где залив соединяется с р. Сож (станция 4). Одноразовые наблюдения в конце вегетационного сезона выполнены еще в прибрежной зоне по периметру водоема и на станции, которая находится между двумя пляжными участками – здесь выражено довольно значительное зарастание водной растительностью. В летний период 2010 г. наблюдались высокие температуры воздуха, вода в водоеме хорошо прогревалась, максимальная отмеченная температура воды была 27,0°C. Сбор и обработку проб по планктону осуществляли стандартными методами. Для сбора планктона использовали планктонную сеть с номером сита 70, через которую процеживали 100 л воды. Также отбирали качественные сетяные пробы многократным протягиванием сети для определения видового состава планктона. Обработку

проб проводили под микроскопами МБИ, МБС-10 с использованием определителей, каталогов по разным группам гидробионтов [5–9]. В качественных пробах учитывали фитопланктон (наиболее распространенные виды) и зоопланктон, количественные пробы использовали для установления видового состава и плотности зоопланктона. Виды-индикаторы устанавливали по соответствующим спискам.

Индексы видового разнообразия и сходства сообществ рассчитаны по формулам Маргалефа и Соренсена. Степень трофии озер определяли по формуле

$$E = \frac{K(x+1)}{(A+Y)(y+1)} \quad [10], \quad (1)$$

где  $K$  – число видов коловраток;  $A$  – число видов веслоногих ракообразных;  $Y$  – число видов ветвистоусых ракообразных;  $x$  – число видов, свойственных мезо- и эвтрофным озерам;  $y$  – число видов, свойственных олиго- и мезотрофным озерам.

**Результаты и их обсуждение.** При проведении исследований в 2010 г. фитопланктон был представлен 41 видом из 6 отделов: синезеленых, эвгленовых, динофитовых, криптофитовых, диатомовых, зеленых водорослей. В середине и конце лета наблюдалось массовое развитие фитопланктона, сопровождающееся «цветением». Несколько видов, включая представителей синезеленых – *Anabaena flos-aquae* (Lyngb.) Breb., диатомовых – *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen f. *granulata*, *Synechococcus acus* (Kutz.), зеленых водорослей – *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Breb. и др., отмечены в разное время. Указанные виды, а также *Actinastrum hantzschii* Lagerh., *Chlamydomonas* Ehr. sp. встречались по всей акватории водоема.

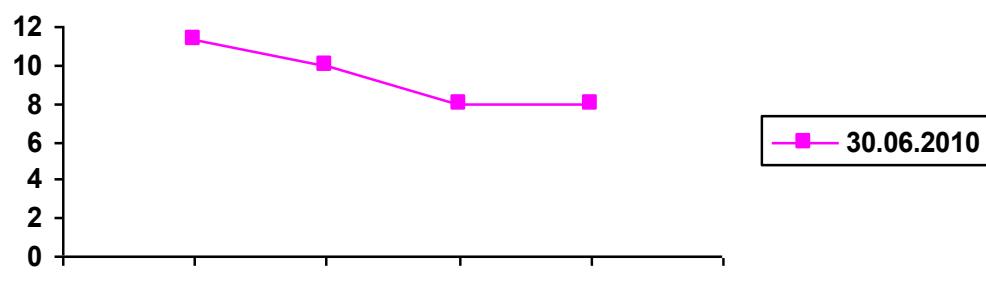
В водоеме обнаружено 42(3) вида и вариетета зоопланктона (табл. 1), из них ротаторного планктона (Rotifera) – 18(1), ветвистоусых ракообразных (Cladocera) – 18, веслоногих ракообразных (Copepoda) – 6(2). На каждой из станций обнаружено как близкое, так и несколько большее или меньшее количество видов и вариететов: в пелагической части (по центру водоема) – 14(1), ст. 1 – 25(3), ст. 2 – 19, ст. 3 – 9(2), ст. 4 – 18 (в скобках здесь и далее указано количество гидробионтов, определенных до рода). Видовая структура сообщества, имея определенные отличия, характеризуется преобладанием кладоцер на прибрежных станциях, но в пелагической зоне удельный вклад кладоцер почти равен таковому коловраток. Копеподы включают по 2–5 видов (имеются их

науплиальные и копеподитные стадии). Для всех станций отмечено 4 общих вида ракообразных. К ним относятся: из кладоцер – *D. cucullata*, *C. sphaericus*, *B. longirostris*, из копепод – *T. oithonoides*. На 4-х станциях и в пелагической зоне отмечена коловратка *A. priodonta*. На ряде станций обнаружено еще по 1–3 общих вида. Являются общими 5 видов для 3-х станций, 7 видов для 2 станций. На отдельных станциях обнаружены: *B. diversicornis diversicornis* (ст. 1), *E. d. lucksiana* (ст. 1), *P. dolichoptera* (ст. 3 и 4), *K. cochlearis tecta* (пелагическая зона), *T. cylindrica* (ст. 4), *T. capricina* (ст. 3 и пелагическая зона) и др. Структура зоопланктона на разных станциях отражена в табл. 2. Индекс Соренсена изменяется в пределах 0,15–0,47. Наибольшую степень сходства имеет зоопланктон на станциях 3 и 4 (47% общих видов), она несколько меньше между зоопланктоном на других станциях – 40–44%. Более низкие величины индекса сходства установлены для зоопланктона на станции, расположенной между станциями 2 и 3 (17–27%). Степень сходства сообществ, представленных в прибрежной зоне летом и осенью, на всех станциях оказалась наименьшей – 15–23%.

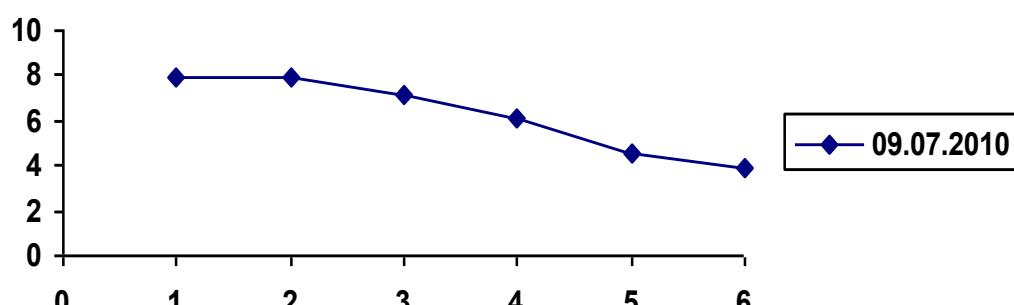
На основе функции рангового распределения плотности выделены доминирующие виды зоопланктона. Установлено, что в водоеме на протяжении вегетационного сезона выражено доминирование 1–3 видов, фоновыми из них на станциях в разное время являлись представители трех групп зоопланктона. Так, в пелагической зоне в июне наиболее часто встречаются виды из рода *Asplanchna* (66,7% от плотности всего зоопланктона). В первой трети июля доминирует прежде всего *D. brachium* (34,8%), а доли в величинах общей плотности еще 2-х видов – *A. priodonta* и *D. cucullata* равны (23,0% и 22,5%). На долю *T. oithonoides* приходится 9,6%, но с учетом копеподитов она возрастает. Для сравнения отметим, что в такое же время 2009 г. в пелагической зоне плотность *D. cucullata* составляла 82,7% от общей. В конце лета значительно более высокая плотность по сравнению с другими видами отмечена для *T. oithonoides* и *D. cucullata* (19,4% и 26,2%). По прибрежным станциям имеются другие данные. На ст. 1 в конце лета в зоопланктоне было много *T. oithonoides* (43,1%), тогда как 12 других видов встречались единично. На ст. 3 с большим отрывом от других видов в середине лета была представлена *D. brachium* (56,5%), а в конце лета здесь было много *D. cucullata* (53,2%). Плотность еще одного вида –

*T. oithonoides* (10,70 тыс.экз./м<sup>3</sup>) была в это время в 1,5 раза меньше, но у 5 других видов она оказалась небольшой (0,15–0,47 тыс.экз./м<sup>3</sup>), и плотность всего сообщества определял прежде всего 1 вид. Еще более было выражено доминирование 1 вида (*D. brachium*) на ст. 2 (09.07.10). На фоне численности 6 других видов коловраток и кладоцер (0,11–1,98 тыс.экз./м<sup>3</sup>)

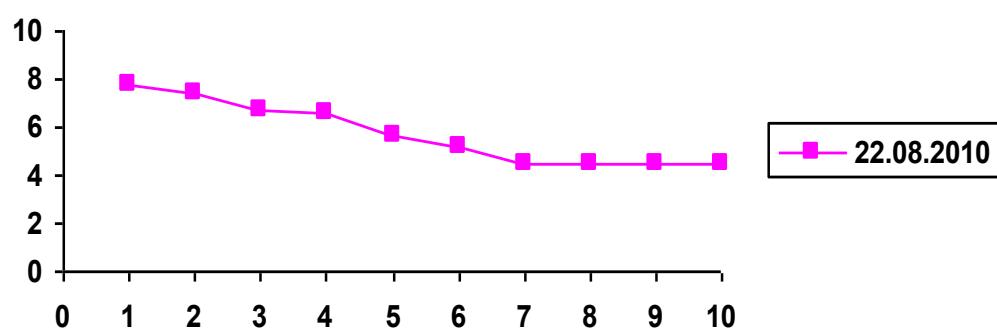
доля указанного вида в плотности зоопланктона составляла 85,1%. Но к концу лета доминирование перешло к *T. oithonoides* и его плотность стала составлять 51,2% от общей. Как видно, разнообразие сообщества на разных экотопах водоема, кроме пелагической зоны, близкое, но видовая структура его различается (рис. 1–3).



1 – *A. girodi*, 2 – *D. cucullata*, 3 – *T. oithonoides*, 4 – *D. brachyurum*

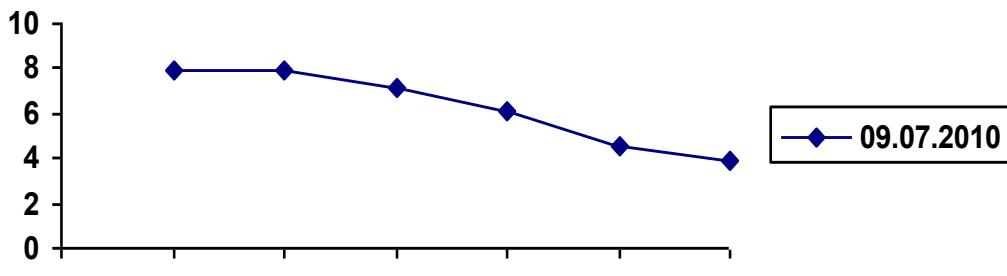


1 – *D. brachyurum*, 2 – *A. priodonta*, 3 – *D. cucullata*, 4 – *T. oithonoides*, 5 – *M. leuckarti*

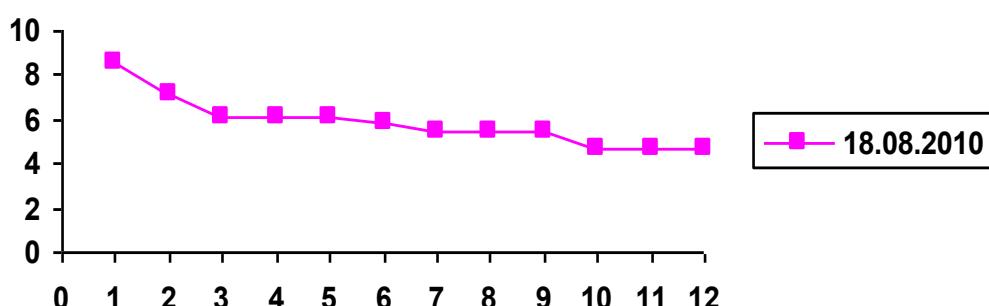


1 – *D. cucullata*, 2 – *T. oithonoides*, 3 – *T. crassus*, 4 – *M. leuckarti*, 5 – *A. priodonta*, 6 – *D. brachyurum*, 7 – *B. calyciflorus amphicerus*, 8 – *K. cochlearis tecta*, 9 – *C. sphaericus*, 10 – *Eucyclops* sp.

Рис. 1. Ранговое распределение плотности видов зоопланктона залива р. Сож, пелагическая зона.

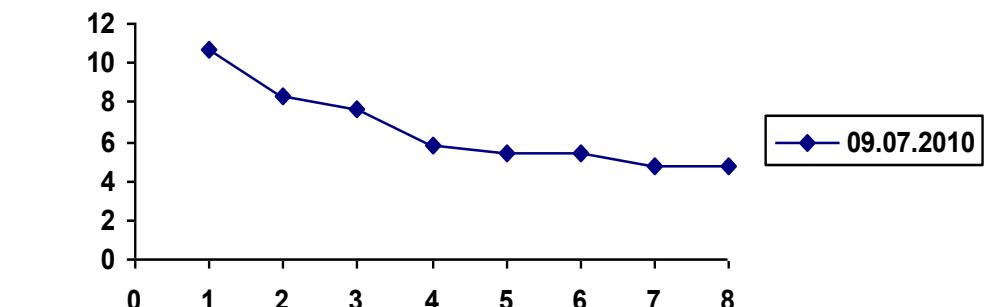


1 – *A. priodonta*, 2 – *D. brachyurum*, 3 – *D. cucullata*, 4 – *T. oithonoides*,  
5 – *B. calyciflorus spinosus*, 6 – *L. Kindt*



1 – *T. oithonoides*, 2 – *D. cucullata*, 3 – *M. leuckarti*, 4 – *D. brachyurum*, 5 – *B. longirostris*,  
6 – *A. girodi*, 7 – *T. pusilla*, 8 – *Brachionus* sp., 9 – *B. calyciflorus amphicerus*,  
10 – *B. calyciflorus calyciflorus*, 11 – *A. priodonta*, 12 – *Lecane* sp.

Рис. 2. Рангове розподілення щільності видів зоопланктона в затоці р. Сож, станція 1.



1 – *D. brachyurum*, 2 – *T. oithonoides*, 3 – *A. priodonta*, 4 – *L. kindti*, 5 – *S. crystallina*,  
6 – *B. longirostris*, 7 – *M. macrocera*, 8 – *A. rectangula*

Рис. 3. Рангове розподілення щільності видів зоопланктона в затоці р. Сож, станція 2.

Плотність зоопланктона летом варіює по станціям і становить: пелагіческа зона – 1,30–12,46 тис.екз./м<sup>3</sup>, ст. 1 – 1,93–12,53, ст. 2 – 32,40–50,82, ст. 3 – 6,75–43,70, ст. 4 – 0,18–2,66 тис. экз./м<sup>3</sup>. Заслужує вни- мання то, що більш значительні величини плотності помічені на станціях, розташованых в районі пляжей, а більш низкі – перед протокой, соединяющей затоці с рекой, где до-

вольно часто проходять лодки, катера на акваторію реки. Относительно невисокие величины плотности установлены также на станции, где находится стоянка водного транспорта. Для сравнения отметим, что в летний период 2003 г. плотность зоопланктона водоема составляла 21,33, в том числе коловраток – 0,63, ветвисто-усых ракообразных – 1,98, веслоногих ракооб-разных – 18,72 тис.екз./м<sup>3</sup>. В 2009 г. она была

как небольшая – 0,08 (кладоцеры – 0,03, копеподы – 0,05) и 0,44 (коворатки – 0,06, кладоцеры – 0,24, копеподы – 0,14), так и более значительная – 12,70 (коворатки – 1,80, кладоцеры – 10,90). В октябре 2010 г. видовое разнообразие зоопланктона в прибрежной зоне резко сокращается. В качественных пробах, взятых по периметру водоема, отмечено только 3 вида: *A. guttata*, *D. rostrata*, *E. macrurus*. Но на станции, расположенной между двумя участками пляжей, где имеет место зарастание макрофи-

тами, разнообразие кладоцер выше, чем на других станциях, не только осенью, но и в целом (табл. 1). Плотность зоопланктона здесь в данное время в 5,7 раза и в 60,6 раза больше по сравнению со станциями 1 и 4. Величины плотности составляют 10,90 тыс.экз./м<sup>3</sup> (коворатки – 1,60, кладоцеры – 4,40, копеподы – 4,90), тогда как на станциях 1 и 4 они равны 1,93 (коворатки – 0,06, кладоцеры – 1,49, копеподы – 0,39) и 0,18 тыс.экз./м<sup>3</sup> (коворатки – 0,04, кладоцеры – 0,14).

Таблица 1

## Видовой состав зоопланктона залива реки Сож

Виды и вариететы, включая виды-индикаторы	2003 г.	2008 г.	2009 г.	Станция 1		Станция 2		Станция 3		Станция 4		По центру	Между ст. 2 и 3	2012
				1	2	3	4	5	6	7	8			
<b>Rotifera:</b>														
Asplanchna girodi Guerne, 1888, o-β					+	+	+	+				+		
A. priodonta Gosse, 1850, o-β			+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	
A. herriki (Guerne, 1888), o	+													
Brachionus angularis Gosse, 1851, β-α	+													
B. calyciflorus amphyceros (Ehr., 1838)						+				+	+			
B. c. calyciflorus Pallas, 1766, β-α							+	+						
B. c. spinosus Wierzejsky, 1891							+					+		
B. d. diversicornis (Daday, 1883), β							+							
B. quadridentatus Hermann, 1783, β								+						
B. q. cluniorbicularis Skorikov, 1894	+	+												
Cephalodella gibba (Ehrenberg, 1832)	+													
Euchlanis dilatata dilatata (Ehr., 1832), o-β	+						+	+	+	+			+	
E. d. lucksiana (Hauer, 1830), o							+							
E. d. unisetata (Leydig, 1854)										+				
Keratella cochlearis tecta (Gosse, 1851)												+		
K. q. quadrata (Müller, 1786), o-β							+							
Lecane (Nitzsch, 1827) sp.								+	+					
Polyartra dolichoptera Idelson, 1925, o	+			+					+	+				
P. luminosa (Kutikova, 1962)							+							
Testudinella patina (Hermann, 1783), β	+													
Trichocerca (s. str.) capucina (Wierzejski et Zacharias, 1898), o									+			+		
T. (s. str.) cylindrica (Imhof, 1891), o											+			
T. (s. str.) pusilla (Lauterborn, 1898), o								+		+	+			
T. (Diurella) tenuior (Gosse, 1886), o											+			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Cladocera:</b>										
<i>Acroperus harpae</i> (Baird, 1834), o-β		+	+				+		+	
<i>Alona rectangula</i> Sars, 1862, o	+	+		+	+	+	+		+	+
<i>A. guttata</i> (Sars, 1862), o		+	+		+				+	+
<i>Biapertura affinis</i> (Leydig, 1860), o						+				
<i>Bosmina longirostris</i> (O.F. Müller, 1785), o-β	+	+		+	+	+	+	+	+	+
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i> (O.F. Müller, 1785), β		+								
<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F. Müller, 1785), β	+	+		+	+	+	+	+	+	+
<i>Daphnia cucullata</i> Sars, 1862, β- o	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>D. longispina</i> (O.F. Müller, 1785), β				+						
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Liev., 1848), o	+	+	+	+	+	+	+	+		+
<i>Disparalona rostrata</i> (Koch, 1841)		+		+	+	+			+	+
<i>Eury cercus lamellatus</i> (O.F. Müll., 1785), o		+		+						
<i>Graptoleberis testudinaria</i> testudinaria (Fischer, 1851), o-β		+		+	+					+
<i>Leptodora kindti</i> (Focke, 1844), o-β				+	+			+		
<i>Moina brachiata</i> (Jurine, 1820), α-p					+					+
<i>Polyphemus pediculus</i> (Linne., 1778), o										+
<i>Pleuroxus aduncus</i> (Jurine, 1820), o					+					+
<i>P. trigonellus</i> (O.F. Müller, 1785), β	+	+								
<i>P. truncatus truncatus</i> (O.F. Müller, 1785)		+								+
<i>Scapholeberis mucronata</i> (O.F. Müller, 1785), o		+	+			+	+		+	+
<i>Sida cristallina</i> (Müller, 1776), o		+	+		+	+	+			+
<i>Simocephalus vetulus</i> (Müller, 1776), o-β	+	+								
<b>Copepoda, Cyclopoida:</b>										
<i>Acanthocyclops</i> (Megacyclops) <i>viridis</i> (Jurine, 1820), β-o			+							
<i>A. vernalis</i> (Fischer, 1853), β		+								
<i>Cyclops</i> (Müller, 1776) sp.		+	+	+		+				
<i>C. strenuus</i> (Fischer, 1851), β-α							+			+
<i>Eucyclops</i> (Claus, 1893) sp.				+				+		
<i>E. macrurus</i> (Sars, 1863), o-β		+								+
<i>E. macruroides</i> (Lilljeborg, 1901), o		+								
<i>Microcyclops varicans</i> (Sars, 1863), o			+		+					
<i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus, 1857), o	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>Paracyclops fimbriatus</i> (Fischer, 1853), o		+								
<i>Thermocyclops crassus</i> (Fischer, 1853)	+			+	+	+		+	+	
<i>T. oithonoides</i> (Sars, 1863), o	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Копеподиты	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Науплиусы	+	+	+	+	+	+	+	+		+

Таблица 2

## Структура зоопланктона залива р. Сож, 2010 г.

Группы	С т а н ц и и						
	1	2	3	4	По цен- тру	Между станциями 2–3	По периметру
Коловрат- ки	11(1) 44,0%	4 21,0%	7(1) 36,8%	7 38,8%	6 42,9%	1 6,3%	0 –
Кладоцеры	11 44,0%	11 57,8%	9 47,4%	8 44,4%	5 35,7%	13 81,3%	2 66,7%
Копеподы	3(2) 12,0%	4 21,0%	3(1) 15,8%	3 16,6%	3(1) 21,4%	2 12,5%	1 33,3%
Всего	25(3)	19	19(2)	18	14(1)	16	3

**Примечание:** в 2009 г. количество видов и вариететов, удельный вклад групп зоопланктона составляли: коловратки – 3(23,0%), кладоцеры – 6(21,4%), копеподы – 4(1) – 35,7% – всего 13(1); в 2008 г. – коловратки – 2(8,0%), кладоцеры – 16(64,0%), копеподы – 6(1) – 28,0% – всего 24(1); в 2003 г. – коловратки – 7(43,8%), кладоцеры – 6(37,5%), копеподы – 3(18,8%) – всего 16.

Индекс видового разнообразия зоопланктона в пелагической зоне в июне и августе имел близкие величины (2,6 и 3,0), а в июле в 1,5–1,8 раза меньше. На станции 1 имело место последовательное увеличение показателя на протяжении вегетационного сезона, изменяясь от 1,7 (июль) до 3,1 (август) и 7,9 (октябрь). На станции 2 индекс мало изменялся (1,7–1,8), но на станции 3 он значительно уменьшался от июля к августу (с 4,2 до 1,1), а на станции 4, будучи летом больше (5,5–6,5) по сравнению с его значениями на других станциях, в октябре достиг максимума за вегетационный сезон – 9,5. В то же время по количеству видов зоопланктон на этой станции беднее, чем на других. Указанное значение индекса видового разнообразия на данной станции определялось величинами плотности зоопланктона. Она на станции 4 была наиболее низкая, отмеченная в исследуемый вегетационный период, что согласуется с положением, согласно которому индекс видового разнообразия является функцией не только количества видов, но и плотности. Следует отметить, что на станции, расположенной между двумя пляжными участками, на которой наблюдения проводили осенью, индекс видового разнообразия был довольно значительный (3,9), при наибольшем количестве видов, обнаруженных здесь. Как видно, индекс видового разнообразия зоопланктонного сообщества значительно варьирует во временном и в пространственном аспектах. Вместе с тем, колебания этого показателя, вероятно, отражают вариабельность условий среды в водоеме, вызванную разными факторами, включая антропогенные (активно используемый водный транспорт, большое ко-

личество купающихся в районе пляжей).

В 2012 г. наблюдения были кратковременные на 3 станциях. Однако следует подчеркнуть, что в водоеме хорошо представлены те виды, которые отмечены в предыдущие годы, в том числе доминирующие. Вместе с тем, один вид – *P. pediculus* ранее не был обнаружен. Часто встречался *S. micronata*, что не наблюдалось в предыдущие годы (табл. 1).

Представляется необходимым отметить виды, из обнаруженных в исследуемом водоеме, которые пригодны для использования при биотестировании. Это методический прием, основанный на оценке действия фактора среды, в том числе и токсического, на организм, его отдельную функцию или систему организмов. При выборе организмов в качестве тест-объектов основными критериями являются: наличие знаний о биологии, экологии видов, распространение, стабильность развития популяций, чувствительность, возможность улавливать малые колебания концентрации исследуемых веществ. Например, если животное предпочитает чистые воды и обитает в олиготрофных водах, чувствительность его к загрязнению будет высокой, и, наоборот, если организм встречается в политрофных водах, пределы толерантности этого вида будут широкими. Известно более 500 видов водных организмов различного уровня организации – от микроорганизмов до рыб, которые могут быть выбраны в качестве тест-объектов для оценки токсичности среды. В водных экосистемах Беларуси встречается около 250 видов ракообразных, представленных в планктоне и других экологических группах. Половину из них составляют виды Cladocera.

Из 29 потенциально пригодных для тестирования видов в фауне Беларуси 14 принадлежит к ветвистоусым, 10 – к веслоногим ракообразным [11].

Из видов, обнаруженных в заливе р. Сож, к возможным тест-объектам относится 8. Прежде всего, это доминирующие виды – *D. cucullata*, *C. sphaericus*, *D. brachyurum*, *B. longirostris*, *T. oithonoides*, *M. leuckarti*, *E. lammelatus*. Следует подчеркнуть, что, например, хидорус является эврибионтным видом, встречается в водоемах региона повсеместно, обладает высокой скоростью роста и быстрым созреванием; босмина широко распространена и имеет высокую численность. Дафний относятся к распространенным тест-объектам, они размножаются partenогенетически, имеют короткий жизненный цикл, позволяющий оценить токсичность в достаточно короткое время. Основными тест-функциями у дафний служат выживаемость, общее состояние ракца, движение органов, поведение, из других функций – морфологические признаки молоди, скорость созревания, темп размножения, скорость роста, окраска содержимого желудков, скорость сердцебиения и пульсация ножек. Для сравнения отметим, что у рыб как тест-объектов учитываются: прирост ихтиомассы, характер дыхательных движений, состояние внутренних органов, содержание гемоглобина, количество эритроцитов, гистологические и гистохимические показатели тканей и др.

Принимая во внимание признаки тест-объектов и то, что виды ракообразных, относящиеся к ним и обитающие в заливе р. Сож, хорошо представлены здесь, имеют значительную численность, относятся к доминирующему в разное время, можно признать наличие в водоеме в исследуемый период смены достаточно благоприятных условий среды для одних и не-благоприятных для других видов.

Обращаясь к причинам выявленных довольно резких сезонных изменений планктонного сообщества в исследуемом водоеме, необходимо подчеркнуть следующее. Летний период 2010 г. был нетипичным по температурному режиму, как и сентябрь, когда погодные условия соответствовали летним. Это определяло большое количество отдыхающих в районе водоема, соответственно возрастал пресс на его экосистему. Как отмечено выше, сукцессии сообществ определяются многими воздействиями. Влияние абиотических факторов, массовое развитие фитопланктона, последующая реакция на него зоопланктона, то есть комплекс абиотиче-

ских и биотических факторов, определяли характер сукцессионных изменений, появление нестабильности популяций планктона в экосистеме исследуемого водоема.

Что касается коэффициента трофии, то его величина – 0,2 позволяет отнести залив р. Сож к мезотрофным водоемам. Судя по видам-индикаторам, среди которых имеются представители олигосапробных и бета-мезосапробных условий, исследуемый водоем является умеренно загрязненным.

Следует подчеркнуть, что политика в области рационального использования вод, проводимая в Гомельской области, является достаточно эффективной [12]. В рамках государственной программы «Чистая вода» в данном регионе предусмотрен комплекс водоохранных мероприятий, реализация которых позволит улучшить состояние водных ресурсов, окружающей среды.

Создание охраняемой зоны, обеспечение результативности соответствующих мероприятий в районе залива р. Сож должны способствовать протеканию процессов самоочищения, формирования качества воды в водоеме, уменьшению антропогенного воздействия на него.

**Заключение.** Планктонное сообщество как важный компонент водных экосистем рекреационного водоема – залива реки Сож достаточно разнообразно. Зоопланктон по данным, полученным в исследуемый период (2003, 2008, 2009, 2010, 2012 гг.), включает 55(3) видов и вариететов, в том числе коловраток – 23(1), кладоцер – 22, копепод – 10(2). В вегетационный сезон 2010 г., когда отмечен нетипичный температурный режим и проведено более детальное изучение зоопланктона залива, наблюдается выраженная, имеющая большие колебания динамика сообщества, что проявляется в значительных изменениях плотности, больших ее величинах в определенное время, в особенностях сукцессии, сопровождающейся частой сменой доминирующих видов. Есть отличия по отмеченным показателям при сравнении данных, полученных в разные годы исследований.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Семенченко, В.П. Принципы и системы биоиндикации текущих вод / В.П. Семенченко. – Минск: Орех, 2004. – 125 с.
2. Semenchenko, V. The state and water quality of small rivers in Belarus: the case study of the Dnieper river basing / V. Semenchenko, N. Rubianets // Int. J. of Ecohydology and Hydrobiology. – 2006. – Vol. 6, № 1–4. – P. 61–67.
3. Михеева, Т.М. Сукцессия видов в фитопланктоне: Определяющие факторы / Т.М. Михеева. – Минск: БГУ, 1983. – 70 с.
4. Рассашко, И.Ф. Состояние экосистем озер, расположенных в разных районах урбанизированной территории / И.Ф. Рассашко, О.В. Ковалева // Изв. Гомельск. гос. ун-та. – 2009. – № 5(56). – С. 161–165.

5. Галковская, Г.А. Коловратки (Rotifera) в водных экосистемах Беларуси / Г.А. Галковская [и др.]. – Минск: БГУ, 2001. – 184 с.
6. Вежновец, В.В. Ракообразные (Cladocera, Copepoda) в водных экосистемах Беларуси. Каталог. Определительные таблицы / В.В. Вежновец. – Минск: Бел. наука, 2005. – 150 с.
7. Коровчинский, Н.М. Ветвистоусые ракообразные отряда Stenopoda мировой фауны (морфология, систематика, экология, зоогеография) / Н.М. Коровчинский. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. – 410 с.
8. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий / под ред. С.Я. Цалолихина. – СПб., 1995. – Т. 2: Ракообразные. – 632 с.
9. Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World / Coordinating editor H.J.F. Dumont: Copepoda: Cyclopoida. Genera Cyclops, Megacyclops, Acanthocyclops / by Ulrich Finsb. – Amsterdam: SPB Academic Publishing, 1996. – 84 p.
10. Carlson, R.E. A trophic state index for lakes / R.E. Carlson // Limnology and Oceanography. – 1977. – Vol. 22, № 2. – P. 361–369.
11. Вежновец, В.В. Обоснование выбора потенциальных тест-объектов из числа водных ракообразных для оценки токсичности / В.В. Вежновец, Е.В. Дроздова // Изв. Гомельск. гос. ун-та. – 2009. – № 3(54). – Ч. 1. – С. 65–73.
12. Акушко, О.Г. О состоянии водных объектов Гомельской области: проблемы и перспективы / О.Г. Акушко // Сотрудничество в области использования природных ресурсов и экологического оздоровления бассейна Днепра: материалы межд. науч.-практ. конф. – Гомель, 2011. – С. 3–6.

*Поступила в редакцию 12.09.2012. Принята в печать 22.10.2012*  
*Адрес для корреспонденции:* г. Гомель, ул. Кожара, д. 18, кв. 50 – Рассашко И.Ф.