

22. Жвавый П. Н. Индивидуальная изменчивость соматотипа детей отдельных этнических групп Тюменской области: Автореф. дис. ... к. мед. наук. Тюмень, 1997. 23 с.
23. Хрущев С. В. Врачебный контроль за физическим воспитанием школьников, М.: Медицина, 1980. 222 с.
24. Лигвинов В. Н. Элементы антропологии и антропометрии в процессе физического воспитания. Днепропетровск, 1989. 109 с.
25. Прокопьев Н. Я., Казаков В. А., Мкртумян А. М., Соловьев В. С., Орлов С. А. и др. Морфофункциональное развитие детей и подростков: Библиография отечественной литературы. Москва: КРУК, 2000. 160 с.
26. Дворецкий Э. Н., Прокопьев Н. Я., Белозерова Л. М. Врачебный контроль за лицами занимающимися физической культурой и спортом. Пермь-Тюмень, 1992. 85 с.
27. Мартиросов Э. Г. Морфологический статус и спортивная специализация // Спорт в современном обществе: Тез. Всемирн. науч. конгр. М., 1982. С. 306.

*Ольга Анатольевна АЛЕШИНА,
Виктория Григорьевна КАТАНАЕВА,
Сергей Иванович ЛАРИН —
Тюменский государственный университет,
Тюмень, Россия*

УДК 574.663

ЗООПЛАНКТОН ЛЕСОСТЕПНЫХ ОЗЕР ПРИИШИМЬЯ РАЗЛИЧНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ *

АННОТАЦИЯ. В работе приведены сведения о видовом составе, таксономической структуре и количественном развитии сообществ зоопланктона пресных и соленых озер лесостепного Приишимья Тюменской области. Выявлены зависимости солености и химического состава воды со структурными показателями зоопланктоценозов.

The paper presents data on species composition, taxonomic structure and quantitative development of zooplankton communities in fresh-water and salt-water lakes of the forest steppe Priishymye, Tyumen Province of Russia. The dependence of structural indices of zooplankton communities from water salinity and chemical composition was revealed.

Большинство озер южной зоны Тюменской области неплохо изучено в связи с изысканием нагульных площадей для сиговых рыб и внедрением прогрессивных технологий рыбоводства на водоемах [1, 2, 3]. Важнейшая черта этих водоемов — различная минерализация, в связи с чем изменяются осмотические условия существования гидробионтов. Поэтому большой интерес представляет сравнение фаун беспозвоночных, обитающих в озерах с различной соленостью воды. Отсутствие таких исследований на территории лесостепного Приишимья обосновывает актуальность нашей работы. В задачи исследования входило: 1) определить видовой состав и таксо-

* Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 04-05-65200.

номическую структуру зоопланктона; 2) выявить количественное развитие сообществ (численность и биомасса); 3) методом регрессионного и корреляционного анализов установить зависимость структурных показателей зоопланктона от минерализации и химического состава воды.

Всего было обследовано 15 озер, расположенных в Ишимском и Казанском районах Тюменской области. Гидробиологические пробы отбирали в августе 2004 г. в открытой части водоемов, где формируются пелагические комплексы, составляющие основной фон рачкового планктона. Сбор и обработку материала проводили общепринятыми методами [4]. Одновременно осуществляли забор воды на гидрохимический анализ.

Обследованные водоемы значительно отличались по минерализации (рис. 1), (М. Татарское, Песьяное, Б. Татарское) с соленостью 205-297 мг/дм³ и пресноватые (Чирковское, Д. Травное, Урюмово) с соленостью 587-834 мг/дм³. Соленые водоемы были подразделены на слабосоленоватые (Кислое, Травное, Б. Кабанье, Смирново, М. Кабанье, Полковниково) с минерализацией 1220–2670 мг/дм³, среднесолоноватые (Стеганец, Плоховое) с минерализацией 3510 и 4330 мг/дм³ и слабосоленые (Горькое) с минерализацией 18300 мг/дм³. Концентрация магния в исследуемых водоемах варьировала от 8,03 мг/дм³ (М. Татарское) до 151,0 мг/дм³ (Смирново). Концентрация хлорид ионов изменялась от 3,0 мг/дм³ (М. Татарское) до 4071 мг/дм³ (Горькое).

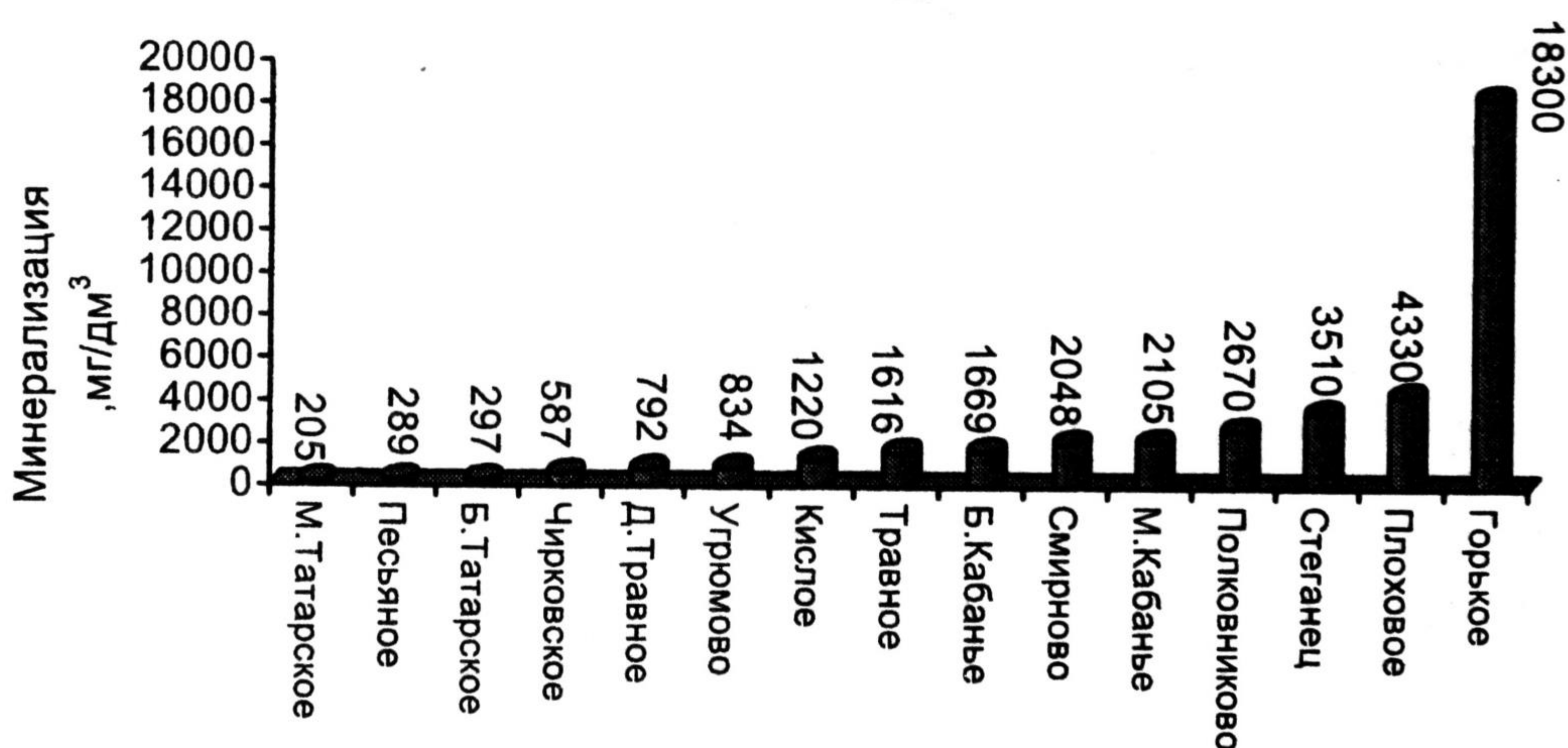


Рис. 1. Минерализация воды (мг/дм³) в обследованных озерах

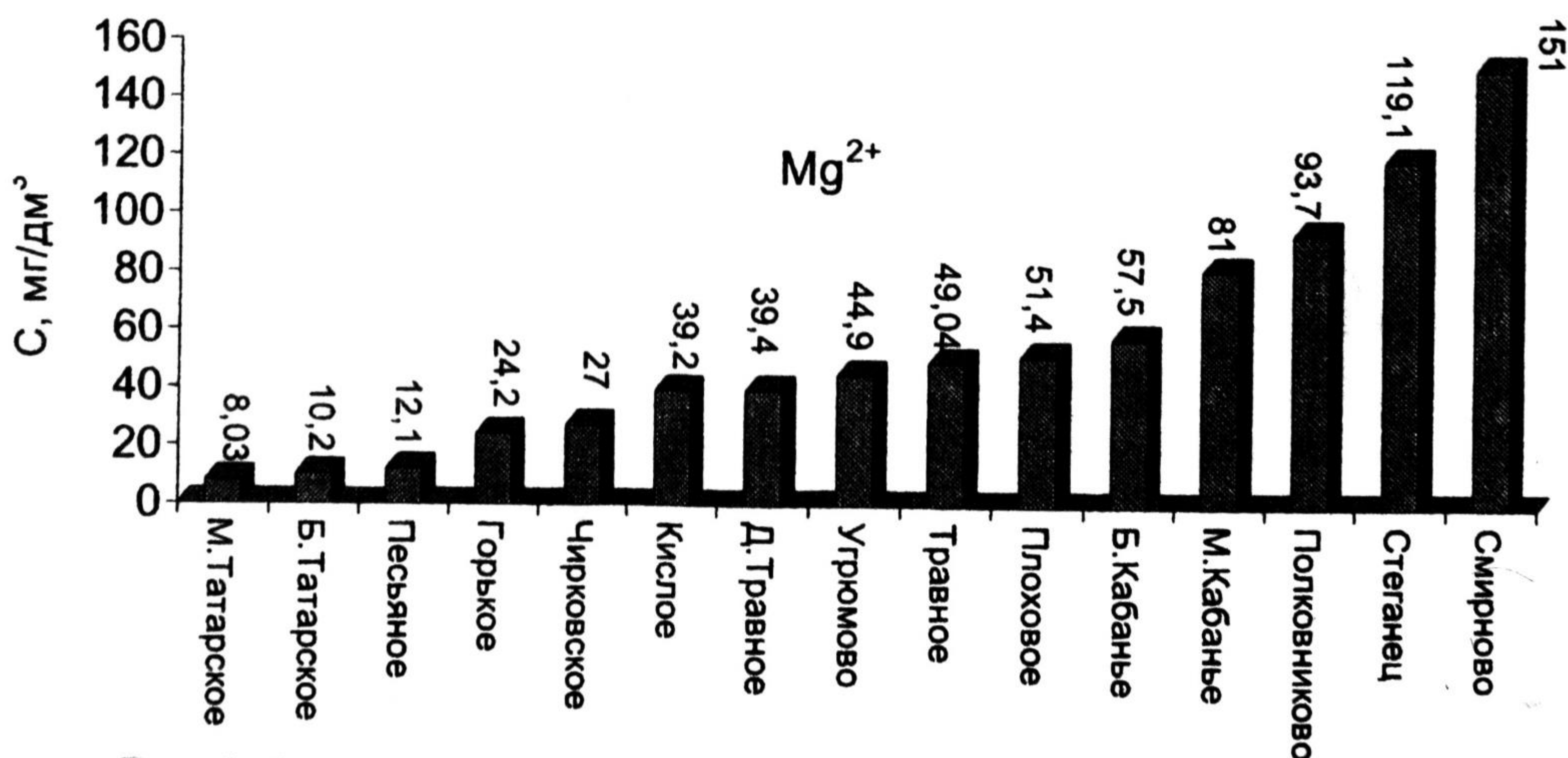


Рис. 2. Содержание магния (C, мг/дм³) в обследованных водоемах

Rotatoria													
Trichocerca similis (Wierz.)													+
T. elongata (Gosse)		+											
T. capucina (Wierzejski et Zacharias)				+	+								
Synchaeta pectinata Ehrenberg	+												
Polyarthra luminosa Kutikova		+											
P. minor Voigt	+												
Asplanchna herricki Guerne	+			+					+				
A. priodonta Gosse			+	+	+	+			+			+	+
A. sieboldi (Leydig)													+
A. girodi (Guerne)								+	+				
Lecane luna (Muller)	+												
L. lunaris (Ehrenberg)				+				+		+		+	
Proales sp.	+												
Epiphanes sp.	+												
Euchlanis dilatata Ehrenberg	+	+	+										+
E. triquetra Ehrenberg	+												
Brachionus quadridentatus melheni (Barrous et Daday)		+	+										
B. q. cluniorbicularis Skorikov		+											
Brachionus q. quadridentatus (Herman)													
B. q. ancylognatus (Schmarda)													
B. urceus urceus (Linnaeus)									+				
B. rubens Ehrenberg										+			
B. budapestinensis Daday				+									
B. diversicornis diversicornis (Daday)	+		+	+	+			+	+				+
B. d. homoceros (Wierzejski)			+						+			+	
B. calyciflorus amphiceros (Ehrenberg)												+	
B. c. dorcias Gosse				+									
B. c. spinosus Wierzejski				+									
B. angularis angularis Gosse			+		+			+			+	+	
B. plicatilis asplanchnoides (Charin)													+
Platyas patulus (Muller)							+						
Keratella cochlearis cochlearis Gosse	+			+	+								
K. c. testa (Gosse)			+					+					
K. hiemalis Carlin		+	+				+		+	+			
K. quadrata quadrata Muller		+	+	+	+				+	+	+	+	+
K. q. dispersa Carlin		+	+		+			+	+	+	+		+
Kellicottia longispina (Kellicott)	+						+		+	+		+	
Conochilus hippocrepis (Schrank)									+				
Filinia longiseta longiseta (Ehrenber)		+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+
F. terminalis (Plate)								+		+			+
Rotaria neptunica (Ehrenberg)				+									

Общее количество видов, обнаруженное в пресных озерах, составило 45. Из них 14 видов — ветвистоусые ракообразные, 6 видов — веслоногие ракообразные, 25 видов — коловратки (включая 12 внутривидовых форм). Планктонные сообщества были представлены не только пелагическими, но и фитофильными формами, которые «выносились» из обширных зарослей макрофитов в толщу воды. Несмот-

ря на достаточно высокое видовое разнообразие, качественный состав зоопланктона озер небогат и включал 15-21 вид. Коэффициент фаунистического сходства озер (по Сьеренсену) варьировал от 18% до 64%. Наименее сходны в фаунистическом отношении озера Чирковское и Угрюмово (18%), Б. Татарское и М. Татарское (21%), что указывает на особенности условий существования зоопланктона в водоемах. Наиболее близки озера Песьяное — Д. Травное (56%) и Д. Травное — Б. Татарское (64%). В среднем, коэффициент сходства составлял 30-40 %.

В большинстве пресных озер структурообразующими видами зоопланктона были *Eudiaptomus graciloides* и *Daphnia longispina*. Однако планктонные сообщества ряда озер отличались по доминирующим видам (рис. 4). Так, в особо пресном оз. М. Татарское доминировала *Diaphanosoma brachyurum*. В пресноватом оз. Чирковское лидировали коловратки *Asplanchna priodonta* и *Brachionus calyciflorus dorcas*. В оз. Угрюмово, наряду с *E. graciloides*, доминирующее положение занимали *Arctodiaptomus acutilobatus* и *Sida cristallina*, которая в значительном количестве была встречена в пелагиали озера. Обычно этот рачок прикрепляется к растениям, предпочитая заросли рдестов и растения с плавающими листьями.

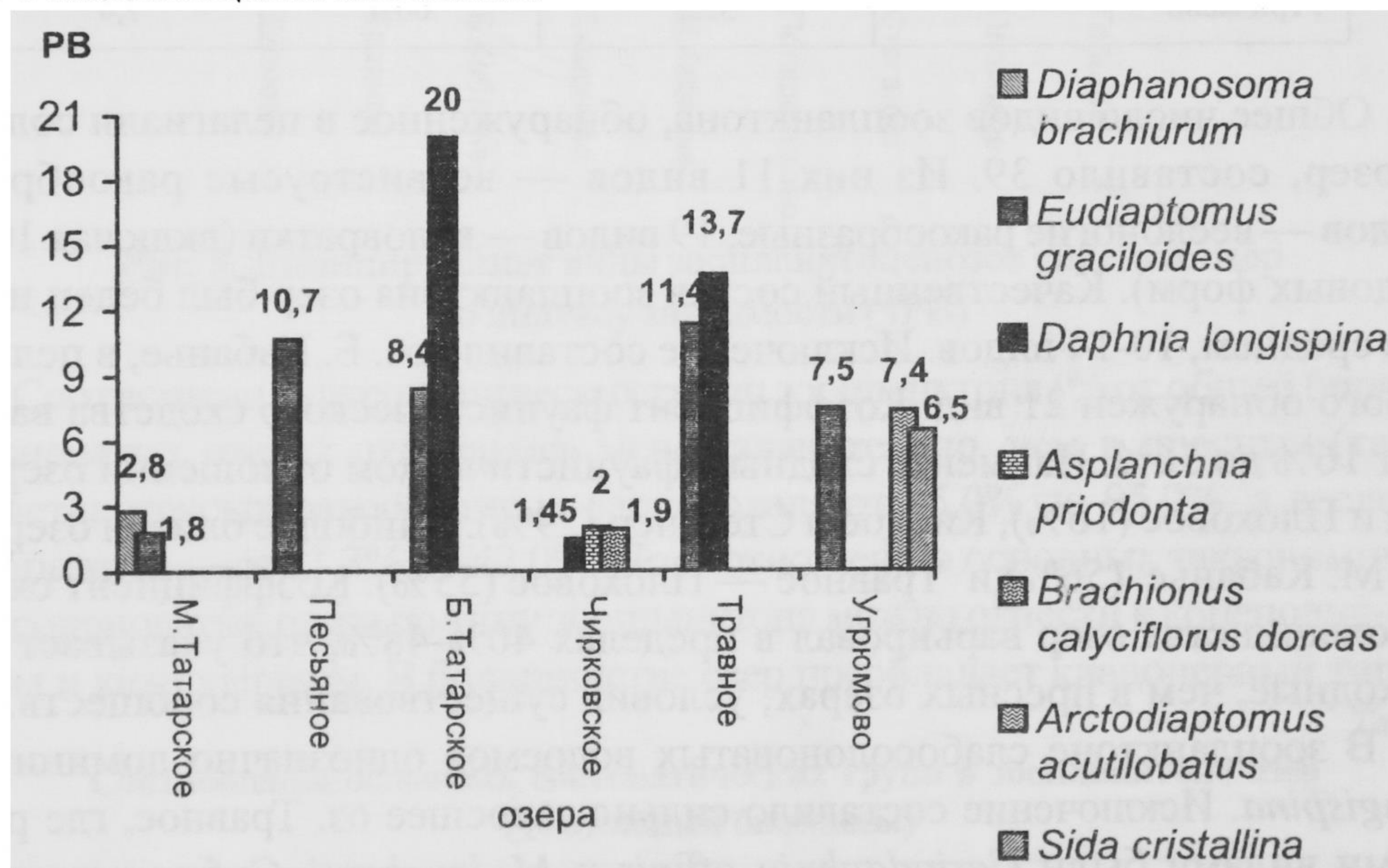


Рис. 4. Доминирующие виды зоопланктона пресных озер по индексу значимости (\sqrt{PB}).

Согласно рассчитанным индексам значимости (\sqrt{PB}), основу ценологического комплекса зоопланктона пресных водоемов, кроме доминирующих видов, составляли: *Chydorus sphaericus*, *Leptodora kindtii*, *Mesocyclops leuckarti*, *Keratella quadrata quadrata*, *Filinia longiseta longiseta*, *Brachionus diversicornis diversicornis*.

Сообщества зоопланктона пресных озер отличались и по таксономической структуре. Известно, что соотношение основных систематических групп (Cladocera: Copepoda: Rotatoria) как по численности, так и по биомассе довольно постоянно для каждого озера и характеризует функциональную организацию зоопланктона [6, 7]. Удельный вес таксономических групп (% от общей биомассы) в зоопланктоне пресных озер значительно отличался (табл. 2). Так, доля ветвистоусых ракообразных варьировала от 9,2% до 77,0%. Наибольший показатель отмечен в оз. Б. Татарское, что связано с бурным развитием *D. longispina*. Наименьший показатель отмечен в оз. Чирковское. Здесь наблюдалось сильное «цветение» воды, которое угнетало развитие крупных видов-фильтраторов. В зоопланктоне преоблада-

ли мелкие ракообразные (*Ch. sphaericus*, *B. longirostris*) и коловратки. Усугубляло ситуацию и появление в озере верховки, которая выедает крупных рачков и изменяет тем самым структуру зоопланктоценоза. Доля веслоногих рачков в общей биомассе гидробионтов изменялась от 22,0% до 81,7%. Минимальные показатели отмечены в оз. Б. Татарское, а максимальные — в оз. Песьяное, в котором зафиксировано массовое развитие *E. graciloides*. Доля коловраток варьировала от 0,3% до 36,4% от общей биомассы. Наименьшее значение отмечено в оз. Песьяное, а наибольшее — в оз. Чирковское, в котором наблюдалась высокая численность крупных хищных коловраток, связанная со вспышкой в развитии мелких рачков.

Таблица 2.

Соотношения основных систематических групп в зоопланктоне пресных озер (% от общей биомассы)

Озеро	Cladocera	Copepoda	Rotatoria
М. Татарское	58,2	28,0	13,8
Песьяное	18,0	81,7	0,3
Б. Татарское	77,0	22,0	1,0
Чирковское	9,2	54,4	36,4
Д. Травное	54,0	45,0	1,0
Угрюмово	32,2	60,4	7,4

Общее число видов зоопланктона, обнаруженное в пелагиали солоноватых озер, составило 39. Из них 11 видов — ветвистоусые ракообразные, 10 видов — веслоногие ракообразные, 19 видов — коловратки (включая 10 внутривидовых форм). Качественный состав зоопланктона озер был беден и включал, в среднем, 10-14 видов. Исключение составило оз. Б. Кабанье, в пелагиали которого обнаружен 21 вид. Коэффициент фаунистического сходства варьировал от 16% до 56%. Наименее сходны в фаунистическом отношении озера Стеганец и Плоховое (16%), Кислое и Стеганец (29%). Наиболее близки озера Кислое — М. Кабанье (56%) и Травное — Плоховое (55%). Коэффициент сходства для большинства озер варьировал в пределах 40%-48%, что указывает на более сходные, чем в пресных озерах, условия существования сообществ.

В зоопланктоне слабосоленоватых водоемов однозначно доминировала *D. longispina*. Исключение составило сильно заросшее оз. Травное, где руководящими видами были *Ceriodaphnia affinis* и *M. leuckarti*. Субдоминантами в озерах являлись *E. graciloides*, *Cyclops vicinus* и *Acanthodiptomus denticornis*.

В зоопланктоне среднесолоноватых озер появляются новые доминирующие виды. Так, в оз. Стеганец обнаружена южная форма рачков — *Moina brachiata*, характерная для степных осолоненных озер. Она доминировала наряду с *D. longispina*. Из копепод зафиксированы *Cyclops gr. strenuus*, *Arctodiptomus bacilifer* и *A. dentifer*, которые в гидробиологических пробах других озер не обнаружены. Лидировал по биомассе *C. gr. strenuus*. В оз. Плоховое доминировала *Daphnia pulex*. Этот рачок тяготеет к жестким минерализованным водам и способен выдерживать большие колебания солености воды. Субдоминантное положение в зоопланктоне озера занимал *E. graciloides*.

В целом для слабосоленоватых и среднесолоноватых водоемов характерно доминирование *D. longispina*. Известно, что она эвригалинна и способна существовать в озерах с интервалом минерализации от 0,21 до 3,89 г/дм³ [8]. Согласно рассчитанным индексам значимости, в основу ценологического комплекса зоопланктона солоноватых озер, кроме доминирующих видов, входили: *Ch. sphaericus*, *Bosmina*

longirostris, *M. leuckarti*, *Acanthodiptomus denticornis*, *C. vicinus*, *Keratella q. quadrata*, *F. l. longiseta*. Как видно, в солоноватых водоемах, по сравнению с пресными снижается значимость *E. graciloides*, а значимость циклопов увеличивается.

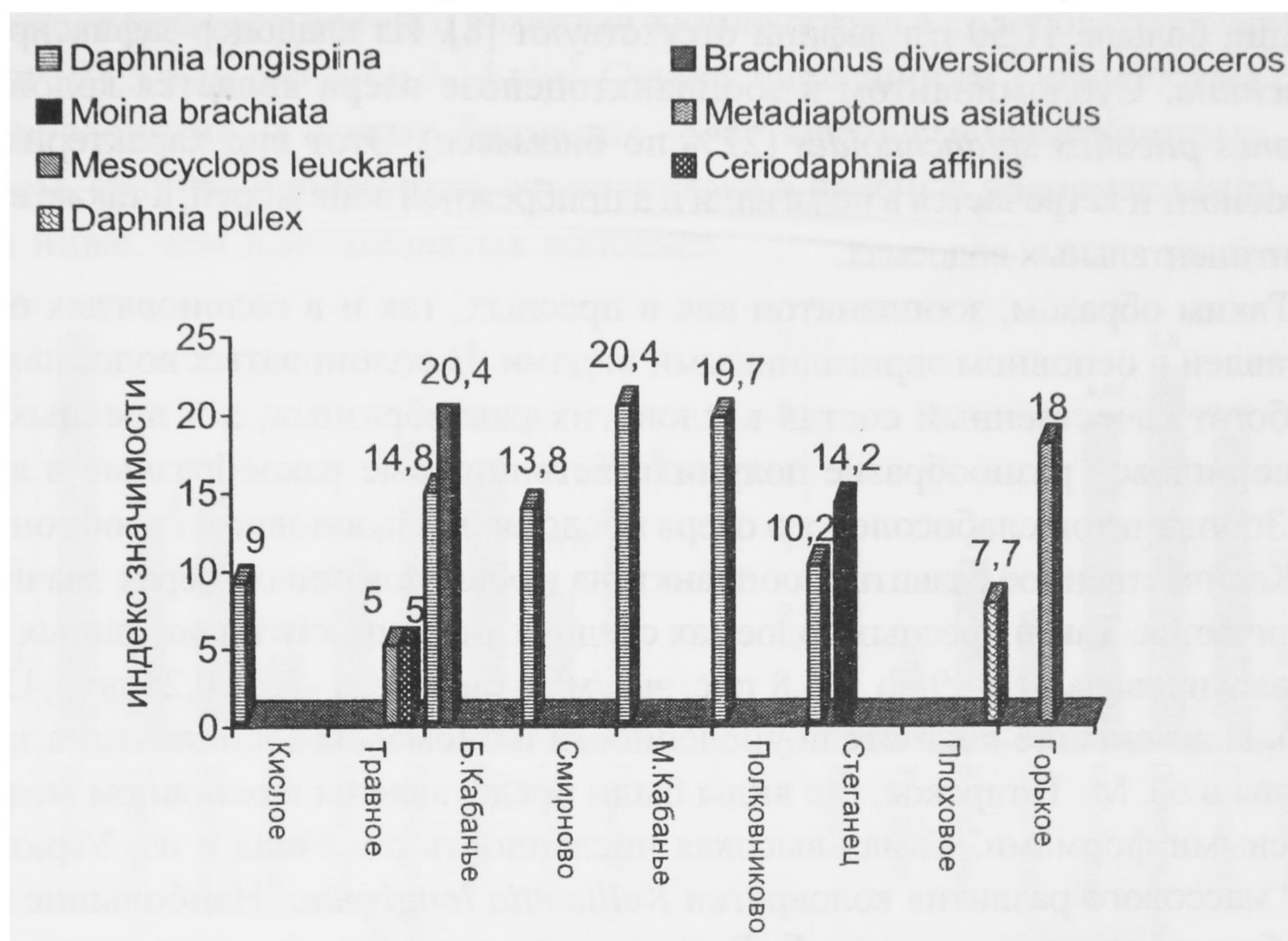


Рис. 5. Доминирующие виды зоопланктоценозов соленых озер по индексу значимости (\sqrt{PB})

Соотношения таксономических групп зоопланктона (% от общей биомассы) в солоноватых озерах отличались менее значительно, чем в пресных (табл. 3). Доля ветвистоусых ракообразных варьировала от 35,0% до 95,0%, а веслоногих ракообразных — от 11,3% до 42,0%. По соотношению основных таксономических групп солоноватые озера по типу зоопланктона можно отнести к копеподно-клагоцерным и клadoцерным. В большинстве озер преобладает клadoцерный тип.

Таблица 3

Соотношения основных систематических групп в зоопланктоне озер (% от общей биомассы)

Озеро	Cladocera	Copepoda	Rotatoria
Кислое	35,0	42,0	23,0
Травное	50,0	42,0	8,0
Б. Кабанье	87,5	11,3	1,2
Смирново	95,0	4,7	0,3
М. Кабанье	86,2	13,5	0,3
Полковниково	78,0	19,0	3,0
Стеганец	80,5	18,3	1,2
Плоховое	74,0	23,0	3,0
Горькое	5,6	73,0	22,4

Слабосоленое оз. Горькое по видовому составу и структуре планктонных сообществ резко отличается от предыдущих озер. Всего обнаружено 6 видов. Структурообразующим видом всего зоопланктонного сообщества является веслоногий рачок *Metadiaptomus asiaticus* (73% от общей биомассы). Этот вид характерен для соленых и солоноватых континентальных водоемов, причем он может переносить очень высокие концентрации солей. Он является исключительно стеногалинным рачком. Впервые *M. asiaticus* был обнаружен на территории Монголии (1901), позднее — на

территории Северного Казахстана (1903). По югу Тюменской области ранее зарегистрирован не был и нами отмечен впервые. В оз. Горькое отсутствуют дафнии, что связано с высокой минерализацией воды. Известно, что в соленых озерах при минерализации больше 11,50 г/л дафнии отсутствуют [8]. Из кладоцер зафиксирована *M. brachiata*. Субдоминантом в зоопланктоценозе озера является коловратка *Brachionus plicatilis splanchnoides* (22% по биомассе). Этот вид характеризуется как галобионт и встречается в пелагиали и в прибрежной зоне морей, а также в соленых континентальных водоемах.

Таким образом, зоопланктон как в пресных, так и в солоноватых озерах представлен в основном эвригалинными видами. В солоноватых водоемах наиболее богат качественный состав веслоногих ракообразных, а в пресных наибольшее видовое разнообразие получили ветвистоусые ракообразные и коловратки. Зоопланктон слабосоленого озера представлен в основном галобионтами.

Количественное развитие зоопланктона в обследованных озерах значительно различается. Так, в пресных водоемах средняя численность планктонных сообществ варьировала от 35,9 до 345,8 тыс. экз./м³, а биомасса — от 0,24 до 5,43 г/м³ (рис. 6). Наименьшие показатели численности и биомассы зоопланктона зафиксированы в оз. М. Татарское, где виды были представлены в основном мелкими зарослевыми формами. Самая высокая численность отмечена в оз. Урюмово, за счет массового развития коловратки *Kellicottia longispina*. Наибольшие показатели биомассы отмечены в оз. Б. Татарское, в котором сильное развитие получили представители группы *Cladocera* (*D. longispina*, *L. kindtii*) с большой индивидуальной массой. Средние значения численности и биомассы зоопланктона для пресных озер достигали 124 тыс. экз./м³ и 2,2 г/м³ соответственно. Основу численности в пресных озерах составляли веслоногие, а основу биомассы — веслоногие и ветвистоусые ракообразные.

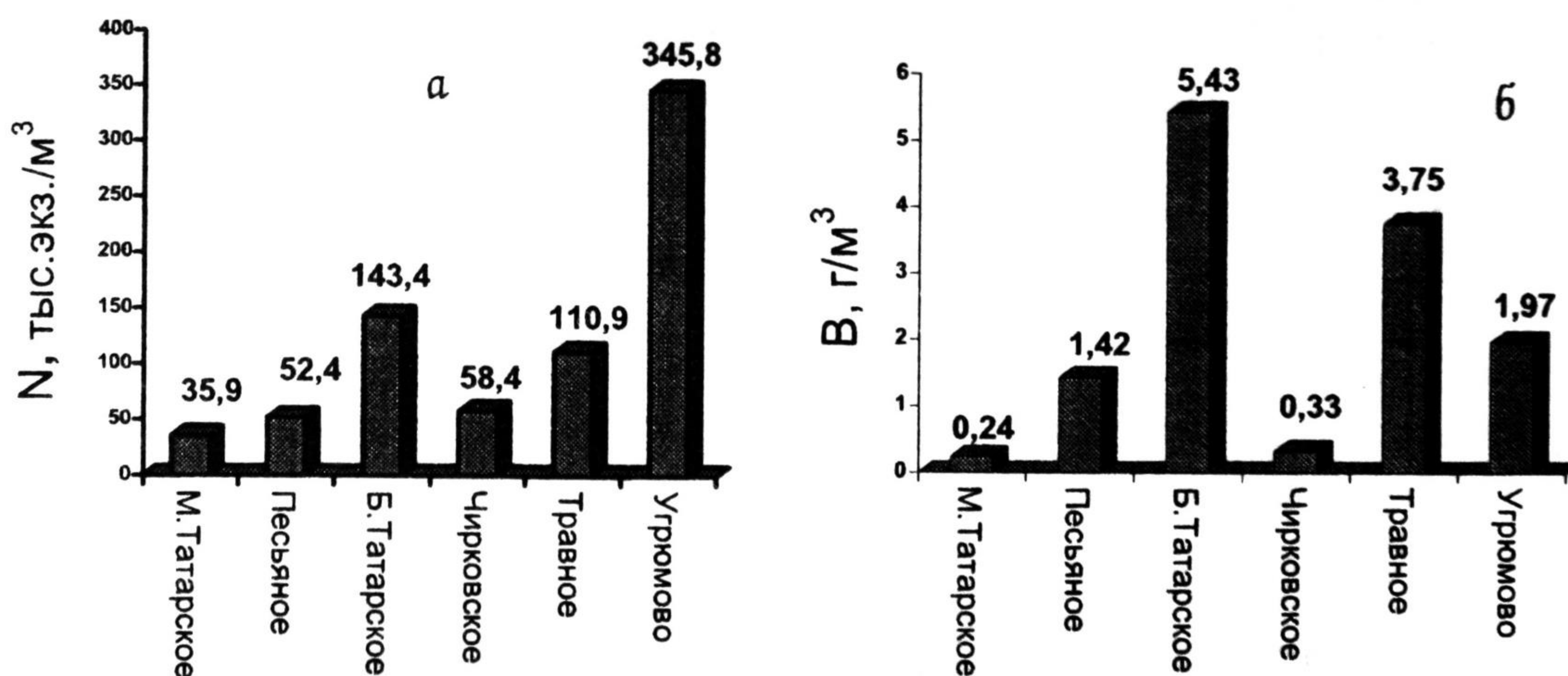


Рис. 6. Средняя численность (N, тыс. экз./м³) (а) и средняя биомасса (B, г/м³) (б) зоопланктона в пресных озерах

Количественные показатели развития сообществ зоопланктона в солоноватых озерах различались менее значительно, чем в пресных (рис. 7 а, б). Средняя численность планктона в озерах варьировала от 39,3 до 183,0 тыс. экз./м³, а средняя биомасса — от 0,86 до 5,5 г/м³. Наименьшая численность организмов была отмечена в оз. Смирново, что, возможно, связано с высокой жесткостью воды (15,03 ммоль/л.) Наибольшая численность отмечена в оз. Кислое, за счет

массового развития коловратки *A. priodonta* и ювенильных стадий веслоногих ракообразных. Самая низкая биомасса наблюдалась в оз. Плоховое, высокая — в оз. Полковниково, в связи с сильным развитием *D. longispina*. Средние показатели количественного развития зоопланктона в солоноватых озерах достигали 105,5 тыс. экз./м³ и 3,14 г/м³. Основу численности зоопланктона составляли веслоногие, а основу биомассы — ветвистоусые ракообразные. Таким образом, средняя численность зоопланктона в пресных водоемах выше, а биомасса ниже, чем в солоноватых водоемах.

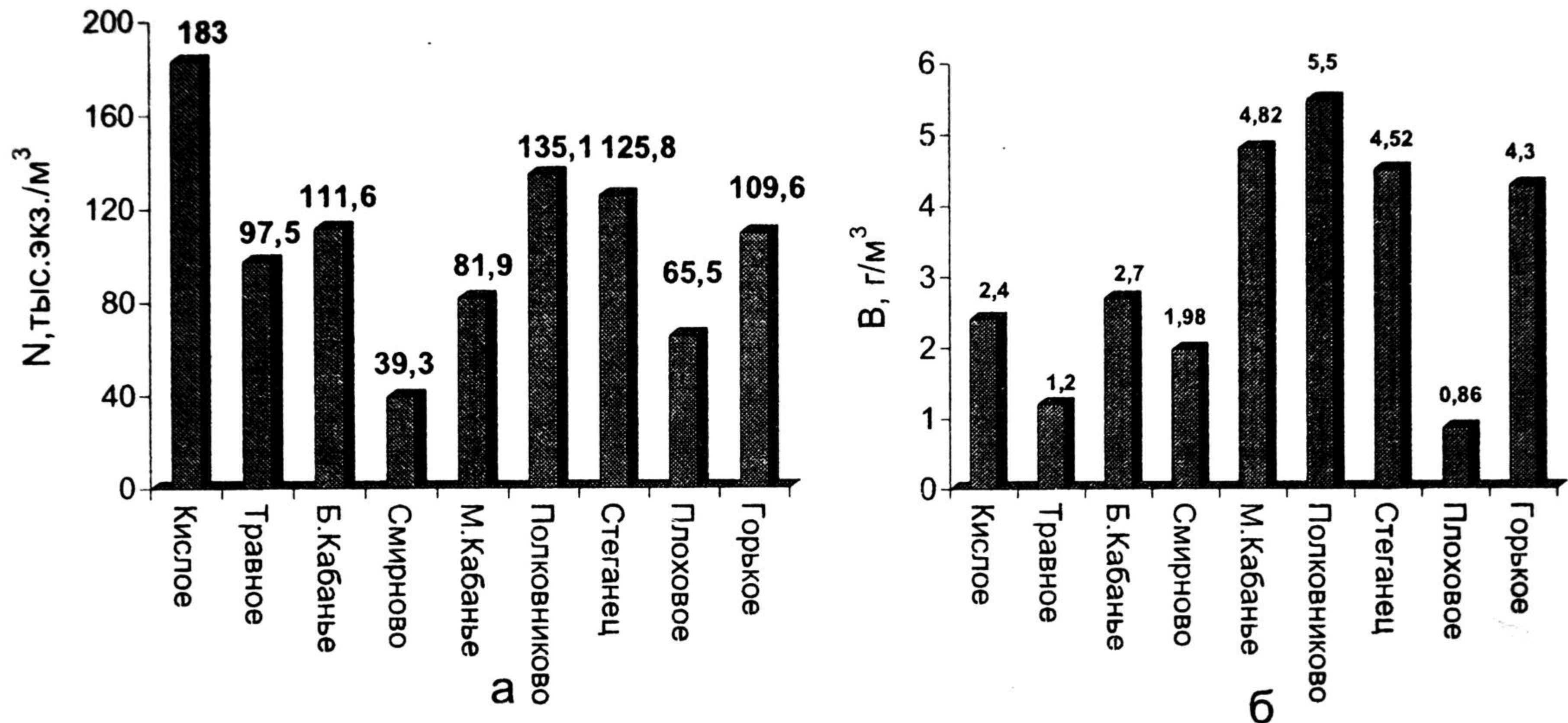


Рис. 7. Средняя численность (N, тыс. экз./м³) (а) и средняя биомасса (B, г/м³) (б) зоопланктона в соленых озерах.

В связи с тем, что соленость воды, концентрация магния и хлорид-ионов значительно варьировали, были выявлены зависимости структурных показателей зоопланктона от минерализации и химического состава воды. Для этой цели были использованы число видов, средняя численность и биомасса зоопланктона, а также доля *Copepoda* и *Cladocera* (в % от общей биомассы зоопланктона).

Для пресных озер установлены зависимости количества видов и численности зоопланктона от солености воды. В первом случае зависимость описывается обратной линейной функцией ($r = -0,86$) (рис. 8). Согласно корреляции, с увеличением минерализации видовое разнообразие снижается. Для численности зоопланктона выявлена положительная зависимость ($r = 0,64$), которая аппроксимируется полиномиальной функцией. В пресных водоемах выявлена сильная зависимость количества видов зоопланктона от концентрации хлорид-ионов и магния (рис. 10, а, б). В обоих случаях зависимости аппроксимировались линейными функциями ($r = -0,92$ и $r = -0,88$), причем от хлорид-ионов зависимость более сильная. С увеличением содержания данных элементов в воде число видов зоопланктона уменьшается. Положительные зависимости выявлены для численности гидробионтов ($r = 0,67$ и $r = 0,65$ соответственно), которые аппроксимировались полиномиальными функциями. Для других структурных показателей зоопланктона характерны более слабые связи.

Для соленых озер установлены зависимости доли *Copepoda* и *Cladocera* от минерализации воды. Для веслоногих рачков зависимость аппроксимируется поли-

номиальной функцией ($r = 0,80$) (рис. 9). С увеличением солености воды от 1222 до 2048 мг/дм³ удельный вес *Copepoda* снижается, а затем плавно возрастает. Для ветвистоусых рачков выявлена отрицательная зависимость ($r = -0,62$), которая описывается линейной функцией.

Для соленых озер выявлены зависимости доли *Copepoda* и *Cladocera* от содержания хлорид ионов. Корреляции аппроксимировались полиномиальными функциями. Причем для веслоногих рачков наблюдается более тесная положительная связь ($r = 0,80$), а для ветвистоусых — более слабая отрицательная связь ($r = -0,63$). Установлены зависимости доли *Copepoda* и *Cladocera* от концентрации магния (рис. 11, а, б). Полученные зависимости аппроксимируются уравнениями степенных функций. Причем для копепод эта связь отрицательная ($r = -0,73$), а для кладоцер — положительная ($r = 0,75$).

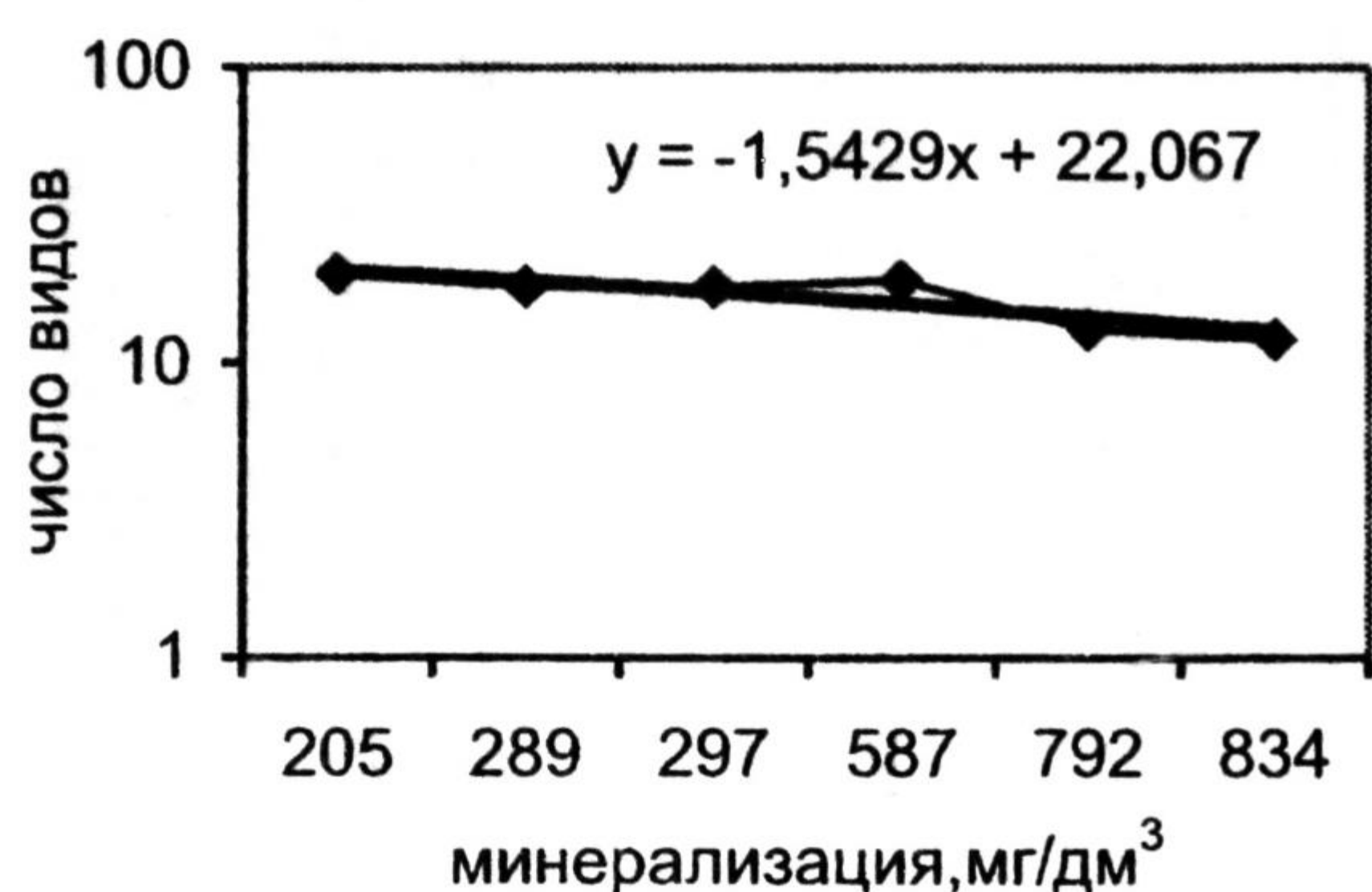


Рис. 8. Зависимость числа видов зоопланктона от минерализации (мг/дм³) в пресных озерах

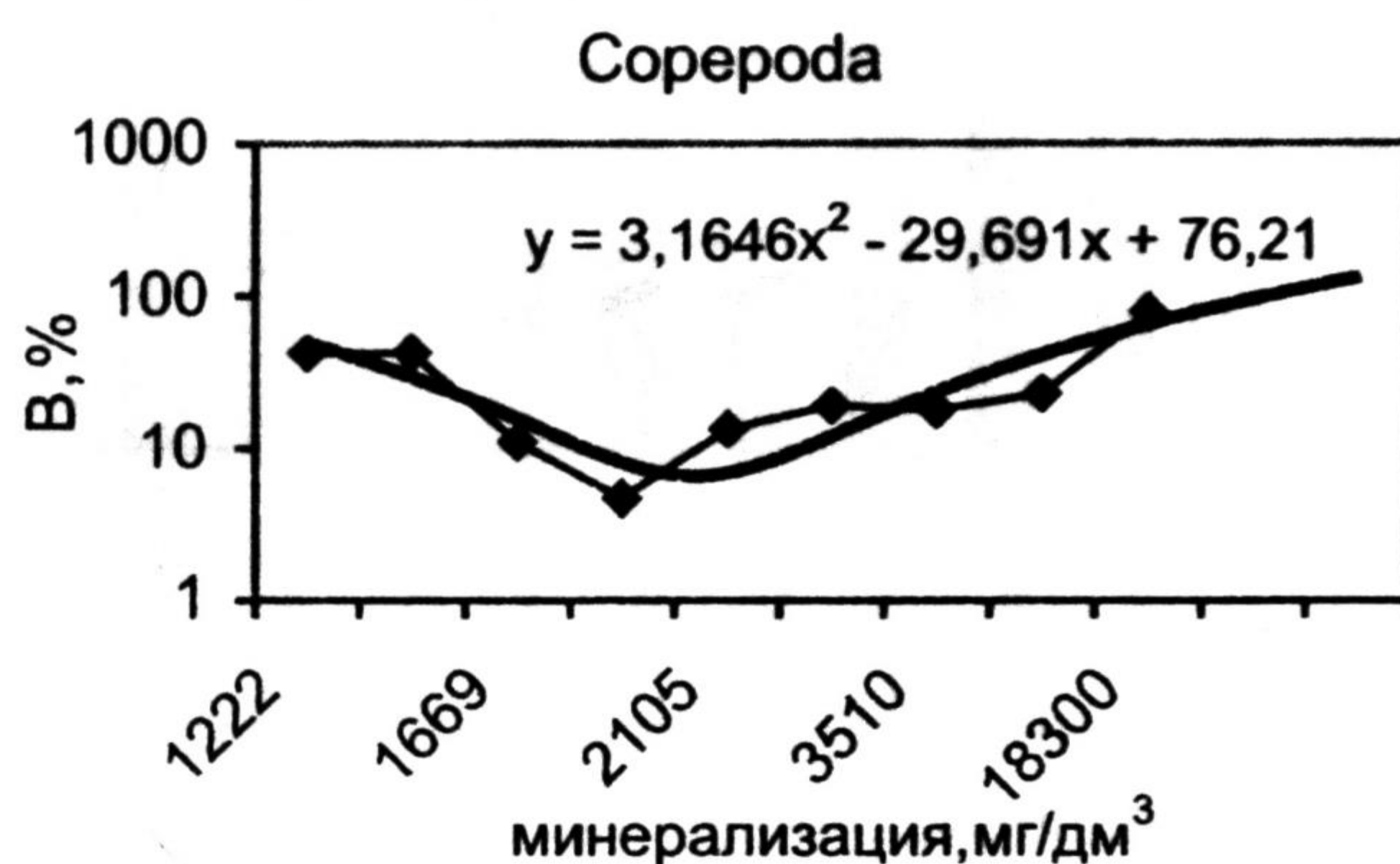


Рис. 9. Зависимость процентного соотношения веслоногих ракообразных (B, %) от минерализации (мг/дм³) в соленых озерах

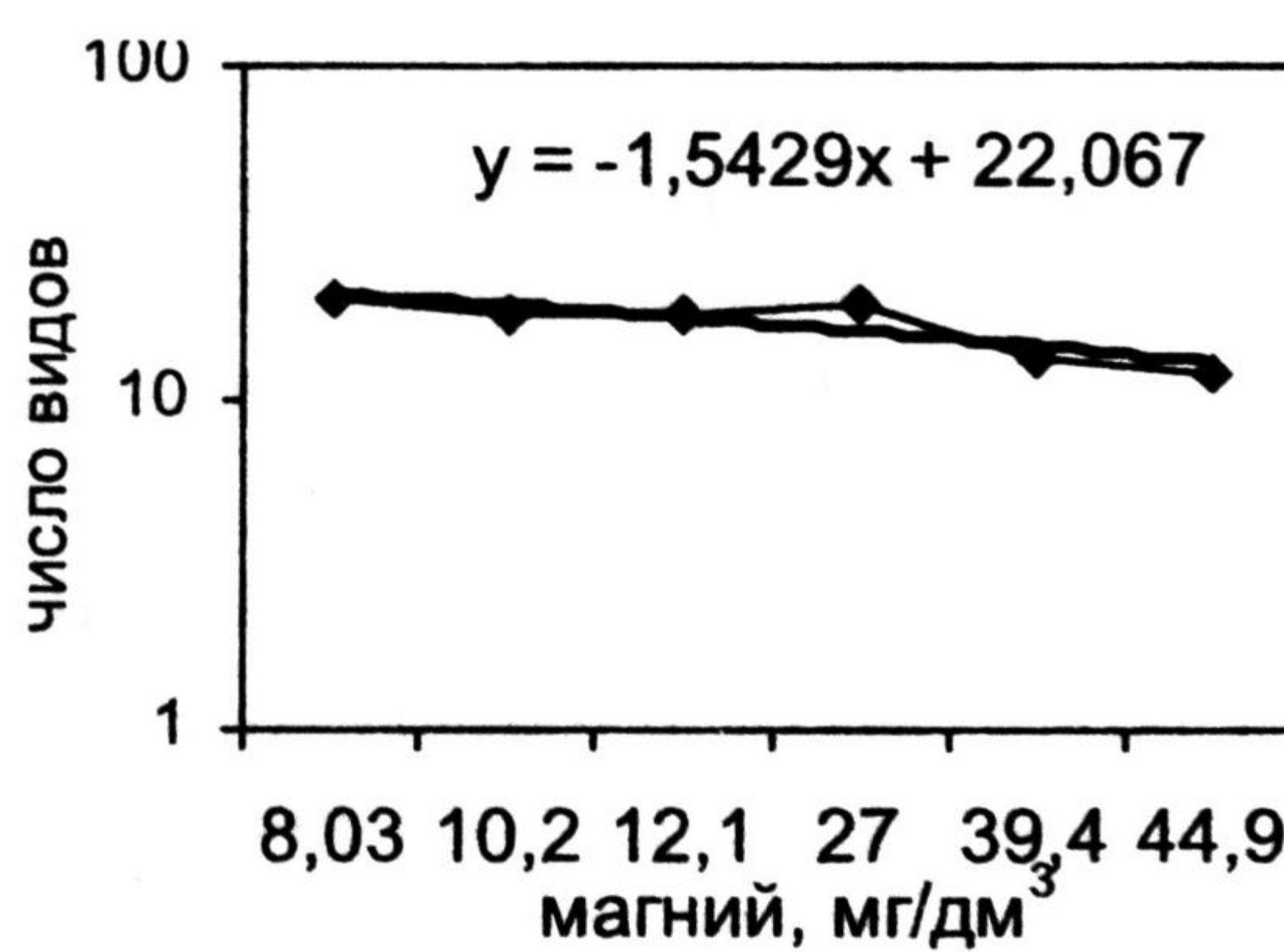
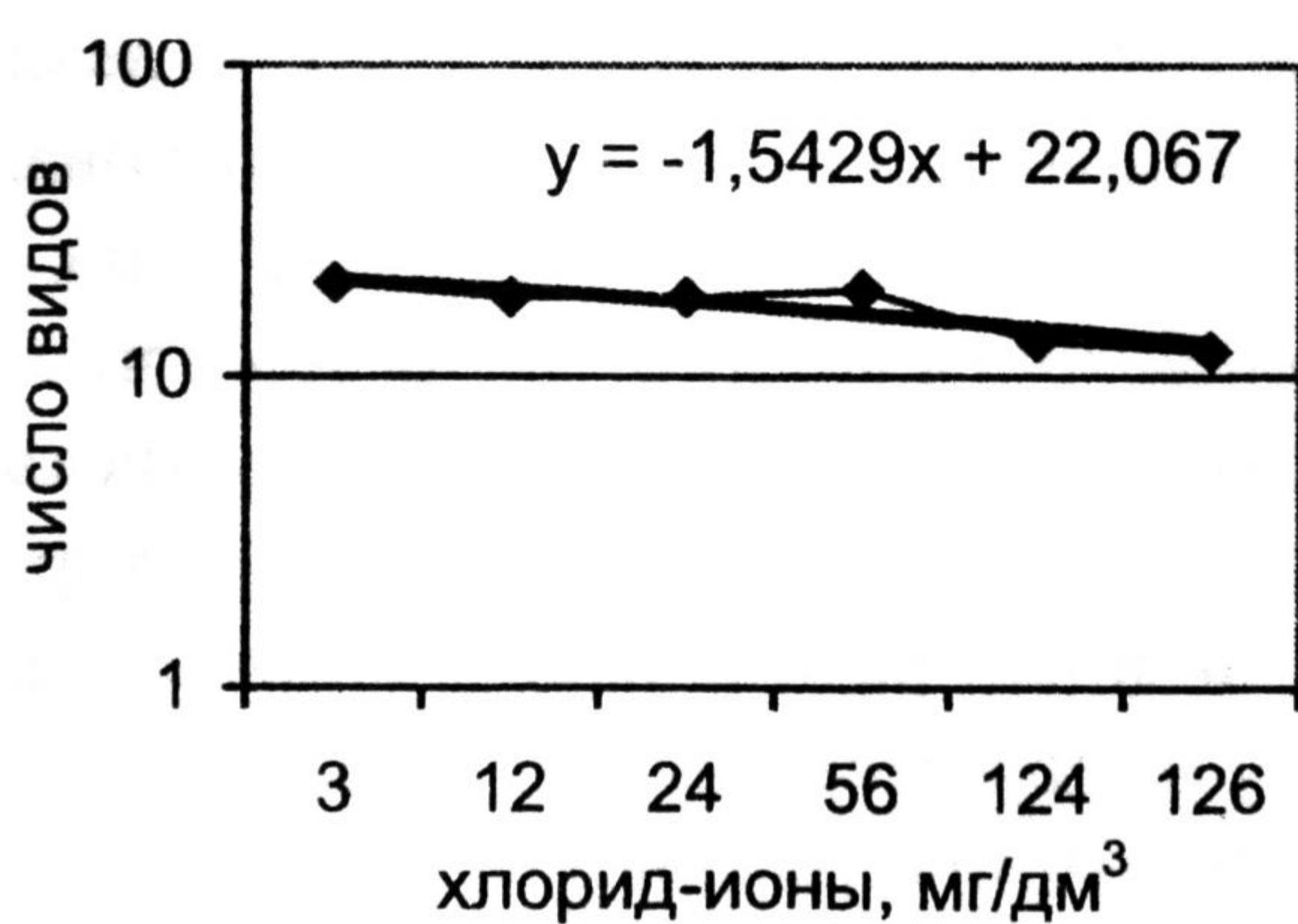


Рис. 10. Зависимость числа видов зоопланктона от содержания хлорид ионов (мг/дм³) (а) и магния (мг/дм³) (б) в пресных озерах.

Таким образом, в пресных водоемах выявлены более тесные связи видового разнообразия, чем количественного развития и таксономической структуры зоопланктона с соленостью и химическим составом воды. По-видимому, формирование планктонных сообществ в пресных озерах в значительной мере происходит под влиянием других экологических факторов [8, 9]. В соленых водоемах выявлены более тесные корреляции таксономической структуры зоопланктона, чем видового разнообразия, с минерализацией и химическим составом воды.

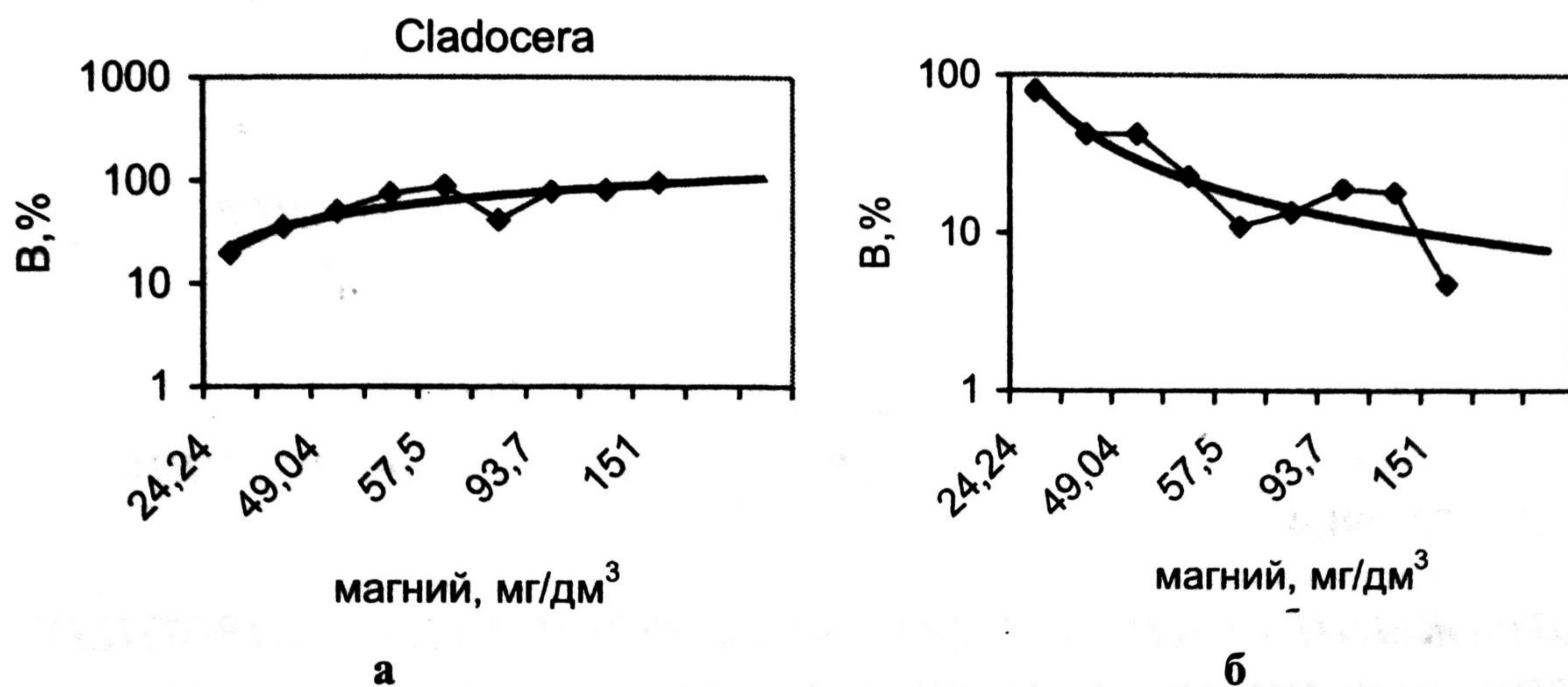


Рис. 11. Зависимость процентного соотношения таксономических групп зоопланктона (В, %) от содержания магния (мг/лv³) в солоноватых озерах: а — Cladocera; б — Copepoda.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мероприятия по развитию озерного и прудового хозяйства в южной части Тюменской области. Характеристика озерного фонда // Фонды ВСНХ. Инст-т «Гидрорыбпроект», объект №608. М., 1962. 140.
2. Отчет № 18-85 о НИР «Внедрение прогрессивных технологий рыбоводства на водоемах Викуловского рыбхоза». СибрыбНИИпроект. Тюмень, 1986.
3. Отчет о научно-исследовательской работе «Гидрохимический и гидрологический режим озер Армизонского, Сладковского, Казанского и Бердюжского районов». СибрыбНИИпроект. Тюмень, 1990.
4. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л.: Гидрометеиздат, 1983. С. 60-73.
5. Посохов Е. В. Справочник по гидрохимии / Под ред. А. М. Никанорова. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 391 с.
6. Андроникова И. Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем. СПб., 1997. 186 с.
7. М. Л. Пидгайко. Зоопланктон водоемов Европейской части СССР. М.: Наука, 1984. 206 с.
8. Козлова И. В. О влиянии некоторых факторов на развитие зоопланктона в озерах Урала // Структура и функции водных беспозвоночных, их рациональное использование и охрана на Урале. Свердловск, 1981. С. 46-50.
9. Речкалов В. В. Состав и особенности функционирования зимних сообществ зоопланктона озер различной минерализации // Автореф. дис. ... к. б. н. Тюмень, 2000. 24 с.