

3. Иоганзен, Б.Г. Об определении показателей встречаемости, обилия, биомассы и их соотношения у некоторых гидробионтов / Б.Г. Иоганзен, Л.В. Файзова // Элементы водных экосистем. – М.: Изд-во «Наука», 1978. – С. 215–225.
4. Динамика структуры прибрежных сообществ молоди рыб рек Днепр и Припять (в пределах Беларуси) / И. А. Ермолаева [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сборник научных трудов / Республиканское дочернее унитарное предприятие "Институт рыбного хозяйства" Республиканского унитарного предприятия "Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству". – Минск, 2010. – Вып. 26. – С. 228–242
5. Щербовский, Я. Метод установления критериев оценки темпа роста рыб / Я. Щербовский // Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов. – Вильнюс: Минтис. 1981. – Ч. 4. – С. 96–103.

УДК 591.524.12.087.556.55

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗООПЛАНКТОНА РАЗНОТИПНЫХ ОЗЕР

В.Г. Костоусов, Т.И. Попиначенко, И.И. Оношко

РУП «Институт рыбного хозяйства»

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по животноводству»

220024, Республика Беларусь, Минск, ул. Стебенева 22

belniirh@tut.by

SOME FEATURES OF SPATIAL DISTRIBUTION OF ZOOPLANKTON DIVERSE LAKES

Koustousov V. G., Popinachenko T. I., Onoschko I.I.

RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center
of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry”

22, Stebeneva str., 220024, Minsk, Republic of Belarus

belniirh@tut.by

(Поступила в редакцию 01.06.2011 г.)

Реферат. Рассмотрены некоторые особенности пространственной структуризации зоопланктонных сообществ разнотипных озер. Обсуждаются возможные причины, обуславливающие отмеченные различия.

Ключевые слова: озеро, зоопланктон, количественные показатели, пространственное распределение.

Abstract. Some features of the spatial structuring of zooplankton communities of different types of lakes. Possible reasons for the marked differences.

Key words: lake, zooplankton, quantitative, spatial distribution.

Введение. Принято считать, что кормовая база рыб в озерных водоемах представлена сообществами планктонных и бентосных беспозвоночных, а их биомасса может служить показателем кормности [1]. Такой подход не учитывает структурные особенности планктонного сообщества, под которыми следует понимать видовое и количественное соотношение основных компонентов и их пространственное распределение в водоеме. Как первое, так и второе накладывают отпечаток на возможности пищевого обеспечения рыб, особенно на ранних стадиях их развития.

Установлено, что уровень смертности личинок, перешедших на экзогенное питание положительно коррелирует с концентрацией пищевого зоопланктона, занимая до 40% общей элиминации молоди в первые 34 суток. Повышение оптических свойств воды в процессе дэвтрофикации от эвтрофного к олиготрофному уровню ведет к снижению размеров популяций и продуктивности планктофагов [2]. Среди факторов, определяющих выбор жертв при питании молоди пресноводных рыб, на первую позицию выходят концентрация и размерный состав зоопланктона, на вторую – подвижность жертв и их видовая (систематическая) принадлежность [3, 4]. При прочих равных условиях личинки пелагических планктофагов на первых этапах жизни отдают предпочтение науплиям и молоди копепод с длиной тела 0,1–0,2 мм и избегают питаться ветвистоусыми. Значение последних существенно возрастает при достижении молодью рыб длины тела 20–28 мм, когда появляется возможность захватывать жертвы длиной 0,7–0,9 мм, включая прибрежные и лимнофильные формы. В дальнейшем значение ветвистоусых ракообразных продолжает нарастать, а в составе потребляемых веслоногих начинают доминировать каляноиды [5]. Основу рациона молоди литорального комплекса рыб на первых порах также составляют веслоногие, тогда как ветвистоусые и коловратки играют незначительную роль в питании [6]. Как науплии, так и копеподиты веслоногих отличаются повышенной (по сравнению с другими формами зоопланктона) подвижностью. В этих условиях изменение оптических свойств среды, связанное с прозрачностью воды или пространственным (вертикальным) распределением зоопланктона, может играть существенное значение при определении эффективности перехода молоди рыб на внешнее питание и формирование численности поколений.

Материал и методика исследований. Для написания статьи использованы материалы полевых исследований, полученные из летних сборов при проведении обследования озер. Сбор гидробиологического материала проводили с охватом литоральной и профундальной зон озер, по горизонтам: для мелководных водоемов через 1 м, для более

глубоких – через 2 м. Отбор проб проводили планктоночерпателем Вовка в модификации Боруцкого, фиксацию осуществляли 4-процентным раствором формалина, определение – с использованием бинокулярной лупы и определителей серии «Фауна СССР».

Результаты исследований и их обсуждение. В сезонном развитии зоопланктона озер чаще всего наблюдается 2 максимума биомассы: июнь и август. Проследим особенности состава, пространственного распределения, численности и биомассы зоопланктона в июне (при максимуме развития) на примере озер различной морфометрии и трофности. Исследования проводили на озерах Волчино, Обстерно, Лонье, Селяево-Яшковское. По гидрохимическим показателям оз. Волчино и оз. Обстерно характеризовали как «слабо загрязненные», оз. Лонье – «умеренно загрязненный», оз. Селяево-Яшковское – «загрязненный» водоемы [7].

Озеро Волчино расположено в Мядельском р-не Минской обл. Принадлежит бассейну р. Зап. Двина. Оз. Волчино – малый по площади (50 га), слабопроточный водоем [8]. Максимальная глубина достигает 32 м, средняя – 15 м [8]. Оз. Волчино характеризуется как мезотрофный водоем с признаками олиготрофии. Прозрачность воды на момент обследования – 3,2 м. Из-за больших глубин характеризуется как гетеротермный водоем с резкой стратификацией водных масс и выраженной зоной термоклина. Металимнион формируется на глубине 5–6 м и распространяется до горизонтов 8–12 м.

В составе зоопланктона отмечено 19 видов организмов, относящихся к основным таксономическим группам: коловратки – 6, ветвистоусые ракообразные – 8, веслоногие ракообразные – 5 видов. Из них 10 характеризуются как 0–сапробы, 6 – 0– – мезосапробы и три вида – мезосапробы [9]. Средняя численность организмов зоопланктона оз. Волчино составила 261,7 тыс. экз./м³, биомасса – 5,57 г/м³ (табл. 1).

Ветвистоусые ракообразные доминировали по биомассе – 3,5 г/м³ (62,8%), при этом их численность составляла 77,4 тыс. экз./м³ (29,6%). На рисунке 1 отображено колебание биомассы кладоцер по горизонтам: в приповерхностном слое она составляла 2,8 г/м³, на глубине 1 м отмечается понижение биомассы до 0,97 г/м³, на границе прозрачности (3 м) вновь отмечается нарастание биомассы до максимальных величин 4,95 г/м³, которые сохранялись до 9 м, и лишь после отмечается их постепенное понижение.

Таблица 1.

**Показатели численности и биомассы зоопланктона
обследованных озер**

Группы организмов	Количество видов	Численность		Биомасса	
		тыс. экз./м ³	%	тыс. экз./м ³	%
оз. Волчино					
Коловратки	6	44,0	16,8	0,07	1,3
Ветвистоусые ракообразные	8	77,4	29,6	3,5	62,8
Веслоногие ракообразные	5	140,3	53,6	2,0	35,9
Всего	19	261,7	100	5,57	100
оз. Обстерно					
Коловратки	5	12,2	4,6	0,02	0,2
Ветвистоусые ракообразные	8	88,8	33,4	3,97	39,7
Веслоногие ракообразные	6	164,9	62,0	6,01	60,1
Всего	19	265,9	100	10,0	100
оз. Лосье					
Коловратки	8	1098,1	53,7	1,92	10,7
Ветвистоусые ракообразные	11	499,3	24,4	8,98	49,9
Веслоногие ракообразные	5	446,3	21,9	7,08	39,4
Всего	24	2043,7	100	17,98	100
оз. Селяево-Яшковское					
Коловратки	4	50,1	11,7	0,24	1,8
Ветвистоусые ракообразные	2	218,4	51,2	6,59	50,2
Веслоногие ракообразные	4	158,4	37,1	6,30	48,0
Всего	10	426,9	100	13,13	100

Доминирующий вид этой группы – *Daphnia cucullata*, отмеченный на всех глубинах. Субдоминантами в литорали были *Ceriodaphnia reticulata* и *Chydorus sphaericus*, в пелагиали – *Diaphanosoma brachyurum* и *Daphnia longispina*. Предпочитающая литораль *Ceriodaphnia reticulata* не опускалась ниже 3 м, *Diaphanosoma brachyurum* не поднималась выше 3 м.

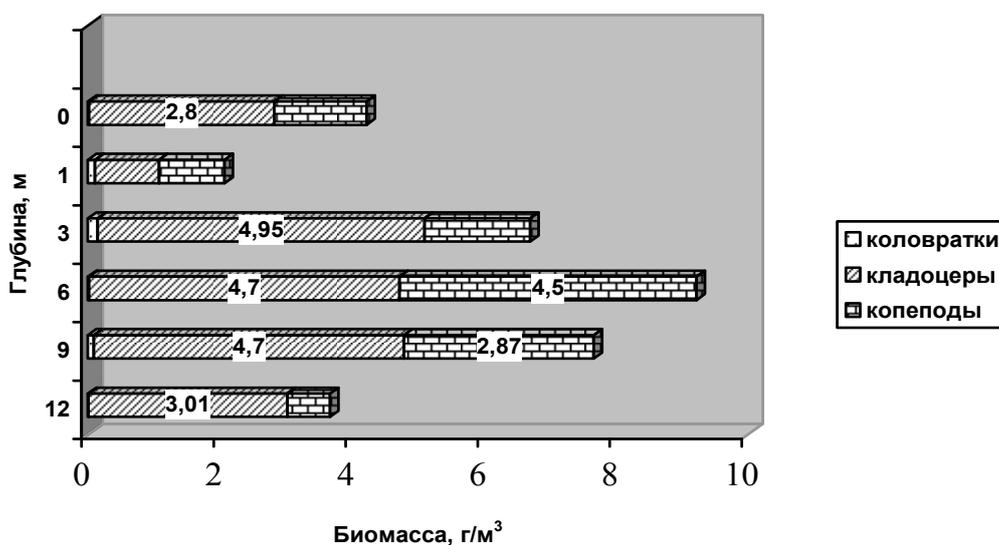


Рисунок 1. Изменение биомассы зоопланктона по глубинам в оз. Волчино.

Веслоногие ракообразные преобладали по численности – 140,3 тыс. экз./м³ (53,6%), их биомасса составляла – 2,0 г/м³ (35,9%). Биомасса веслоногих ракообразных также возрастала с глубины 3 м и достигала максимальных значений на глубине 6 м – 4,5 г/м³. Максимальной численности веслоногие достигали на глубине 9 м – 315 тыс. экз./м³, из которых науплии составляли 81%.

Доминирующий комплекс коловраток в литоральной зоне составляли *Synchaeta pectinata*, *Polyarthra luminosa*, в пелагиали преобладала *Keratella cochlearis*. На всех горизонтах их биомасса практически не отличалась, лишь несколько увеличивалась на глубинах 3 м и 9 м.

Озеро Обстерно расположено в Миорском р-не Витебской обл. Принадлежит системе р. Вята, бассейн р. Зап. Двина. Входит в Обстерновскую группу озер. Оз. Обстерно – крупный по площади (1098 га), умеренно зарастающий, проточный водоем [8]. Максимальная глубина составляет 12 м, средняя – 5,2 м [8]. Озеро Обстерно характеризуется как слабоэвтрофный водоем. Прозрачность – 2,5 м, в некоторых местах – до 3 м. Зона металимниона прослеживается лишь в южной части озера на глубине 3–5 м, в целом, интенсивное ветровое перемешивание обуславливает слабое расслоение водных масс.

В составе зоопланктона отмечено 19 видов организмов, относящихся к основным таксономическим группам (табл. 1). Из обнаруженных видов практически половина отнесена к 0–сапробам, вторая половина – 0–сапробы и три вида – мезосапробы [9]. Средняя численность организмов зоопланктона оз. Обстерно составила 265,9 тыс. экз./м³, биомасса – 10,0 г/м³ (табл. 1).

Веслоногие ракообразные доминируют как по численности 164,9 тыс. экз./м³ (62,0% от общей), так и по биомассе – 6,01 г/м³ (60,1%).

Биомасса веслоногих ракообразных достигала максимальных значений на глубине 1 м (8,87 г/м³) и 4 м (10,16 г/м³), только у поверхности и на глубине 9 м эти показатели были минимальны и составляли в среднем 1,78 г/м³ при численности 42 тыс. экз./м³ (рис. 2). Доминирующими видами этой группы являлись *Eudiaptomus graciloides* и *Thermocyclops oithonoides*, которые присутствовали по всей толще воды. На горизонтах 4 м и 7 м отмечены наибольшие концентрации науплиальных форм циклопид (60 тыс. экз./м³). Второе значение по показателям развития занимают ветвистоусые ракообразные. Их численность составляла 88,8 тыс. экз./м³ (33,4%), биомасса – 3,97 г/м³ (39,7%). На глубинах 1 м, 4 м и 9 м отмечается увеличение биомасс кладоцер. Максимальные величины зафиксированы на глубине 4 м, где их численность достигала 250 тыс. экз./м³, биомасса – 12,7 г/м³. *Daphnia cucullata* и *Bosmina longirostris* отмечены на всех глубинах и створах как в литорали, так и пелагиали. Среди зарослей макрофитов отмечалось увеличение численности *Sida cristallina*. Численность пелагического вида *Diaphanosoma brachyurum* увеличивалась на глубинах от 3 м до 9 м. Численность и биомасса коловраток невысоки и составляли 12,2 тыс. экз./м³ (4,6%) и 0,02 г/м³ (0,2%) соответственно, достигая максимальных концентраций на глубине 4 м. В поверхностных и приповерхностных слоях (до 3 м) преобладали *Synchaeta pectinata* и *Keratella cochlearis*, с увеличением глубины доминировал пелагический вид *Kellicottia longispina*.

В оз. Обстерно прослеживается такая же особенность, как в оз. Волчино: на границе прозрачности отмечается увеличение биомассы зоопланктона с максимальными значениями в зоне металимниона. Слабую, но достоверную обратную связь между прозрачностью и численностью зоопланктона для оз. Обстерно отмечали В.П. Семенченко и Л.М. Сущеня [10].

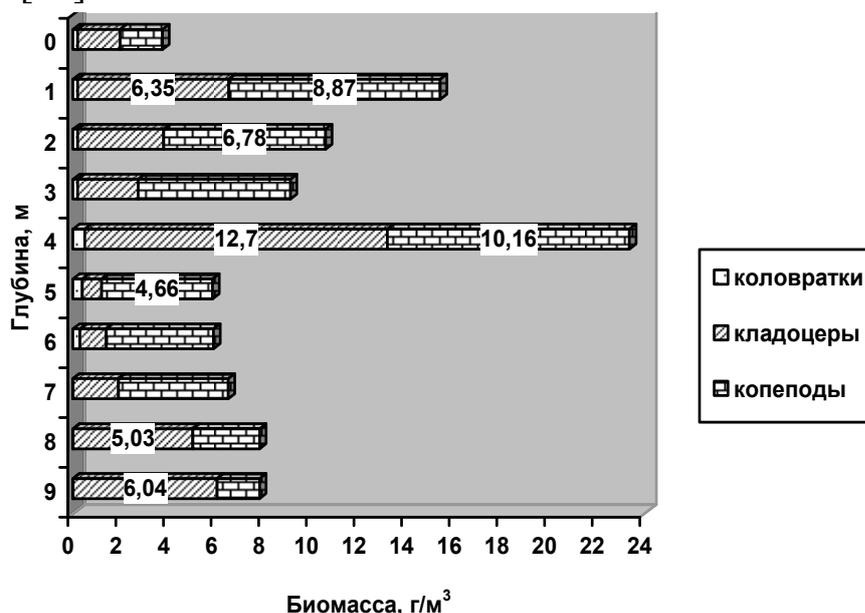


Рисунок 2. Изменение биомассы зоопланктона по глубинам в оз. Обстерно.

Оз. Лонье расположено в Полоцком р-не Витебской обл. Принадлежит бассейну р. Зап. Двина. Оз. Лонье малый по площади (25 га) сточный водоем [8]. Максимальная глубина составляет 3,5 м, средняя – 2 м [8]. Прозрачность воды – 1 м. Характеризуется как высокоэвтрофный, гомотермный водоем.

Численность организмов зоопланктона оз. Лонье составила 2043,7 тыс. экз./м³, биомасса – 17,98 г/м³. В составе сообщества обнаружено 24 вида, свойственных большинству озер Белорусского Поозерья, большинство из которых характеризуется как –о–сапробы. По численности в оз. Лонье доминируют коловратки – 1098,1 тыс. экз./м³ (53,7%), их биомасса составила 1,92 г/м³ (10,7%) (табл. 1). При небольших глубинах озера и хорошей прогреваемости воды биомасса коловраток плавно возрастала от поверхности к придонным слоям. *Conochilus hippocrepis*, обеспечивший довольно высокую численность, отмечен на всех горизонтах как в прибрежной, так и в центральной части водоема. В доминирующий комплекс этой группы также входили *Filinia longiseta*, *Keratella cochlearis* и самый крупный вид коловраток – *Asplanchna priodonta*. Более разнообразно, по сравнению с выше описанными озерами, были представлены ветвистоусые ракообразные. Отмечено 11 видов ветвистоусых, где доминировали *Bosmina longirostris*, *Bosmina coregoni*, *Daphnia cucullata*, *Chydorus sphaericus* и *Diaphanosoma brachyurum*. В оз. Лонье *Ceriodaphnia reticulata* отмечена только в поверхностных слоях воды, с увеличением глубины наблюдалось возрастание численности *Chydorus sphaericus* и *Diaphanosoma brachyurum*. *Simocephalus vetulus*, предпочитающий мелководные водоемы и побережье озер, единично отмечен на всех горизонтах. Для *Bosmina longirostris*, *Daphnia cucullata* следует отметить практически равномерное распределение по всей акватории озера с некоторым увеличением численности на больших глубинах. Биомасса ветвистоусых ракообразных составила 8,98 г/м³ (49,9%), при численности 499,3 тыс. экз./м³ (24,4%). Видовой состав веслоногих ракообразных более беден – 5 видов, с преобладанием представителей р. *Cyclops*. Для копепод в оз. Лонье также отмечается постепенное возрастание биомасс с увеличением глубины, с максимальными значениями в придонном слое (рис. 3). Средняя численность веслоногих ракообразных составила 446,3 тыс. экз./м³ (21,9%), биомасса – 7,08 г/м³ (39,4%) (табл. 1).

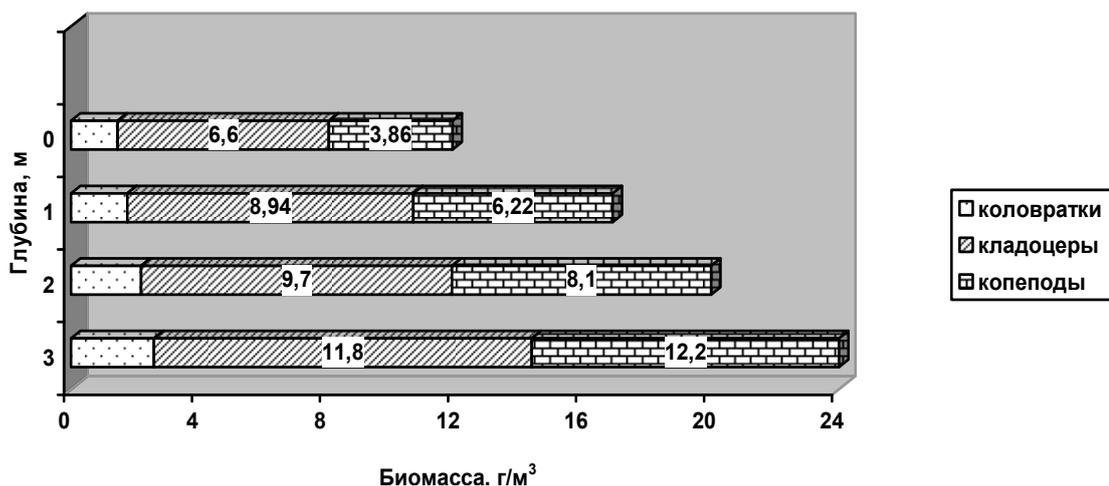


Рисунок 3. Изменение биомассы зоопланктона по глубинам в оз. Лонье.

Видовой состав зоопланктона высокоэвтрофного оз. Лонье отличается большим разнообразием и числом доминирующих видов ветвистоусых ракообразных, которые и обеспечили более высокие показатели биомасс. Высокой численности достигают коловратки, а их массовая доля существенно превышает таковую для вышерассмотренных озер. Состав доминирующего комплекса коловраток озер Волчино, Обстерно и Лонье отличался. П.Г. Петрович и Э.П. Жуков отмечали, что с увеличением трофности озер возрастает численность таких видов, как *Keratella cochlearis*, *Filinia longiseta*, *Brachionus* sp., с уменьшением трофности увеличивается численность *Polyarthra trigla*, *Synchaeta pectinata* [11]. Сходная картина прослеживалась и в исследуемых озерах. Кроме того, в мелководном оз. Лонье отмечено увеличение видов, предпочитающих литоральные экотопы, таких как *Ceriodaphnia reticulata* и *Simocerphalus vetulus*. Последнее указывает на то, что в небольших мелководных озерах разделение комплексов зоопланктона на литоральный и пелагический носит условный характер.

Оз. Селяево-Яшковское расположено в Витебском районе Витебской области. Принадлежит бассейну р. Зап. Двина. Оз. Селяево-Яшковское – малый по площади (32 га) [8] слабо проточный, умеренно зарастающий водоем. Максимальная глубина достигает 2,2 м, средняя – 1,5 м. Прозрачность воды низкая – 0,5 м. Озеро характеризуется как эвтрофный водоем с выраженными признаками дистрофирования.

Средняя численность организмов зоопланктона оз. Селяево-Яшковское составила 426,9 тыс. экз./м³, биомасса – 13,13 г/м³. Отмечено 10 видов (табл.), из которых 7 отнесены к β -мезосапробам, оставшиеся – 0- и α -сапробы [8]. На долю ветвистоусых ракообразных приходилось около половины численности (51,2% – 218,4 тыс. экз./м³) и биомассы (50,2% – 6,59 г/м³) зоопланктона. В составе последних отмечено доминирование лишь 2 видов: *Daphnia cucullata* и *Chydorus sphaericus*.

Равномерное прогревание водной массы до дна и соответствующее распределение организмов зоопланктона обеспечивали возрастание численности и биомассы с увеличением глубины, в придонных слоях они составляли 316,8 тыс. экз./м³ и 9,62 г/м³ соответственно. Такое же пространственное распределение отмечено и у веслоногих ракообразных (рис. 4). На глубине 2 м их численность достигала 230,4 тыс. экз./м³, биомасса – 11,8 г/м³. Численность веслоногих ракообразных составляла – 158,4 тыс. экз./м³ (37,1%), биомасса – 6,3 г/м³ (48,0%). Максимальные концентрации коловраток отмечены на глубине 1 м. Доминировал в этой группе организмов – *Brachionus quadridentatus* (α- мезосапроб), наличие которого свидетельствует о загрязненности водоема. Численность коловраток составляла – 50,1 тыс. экз./м³ (11,7%), биомасса – 0,24 г/м³ (1,8%) (табл. 1).

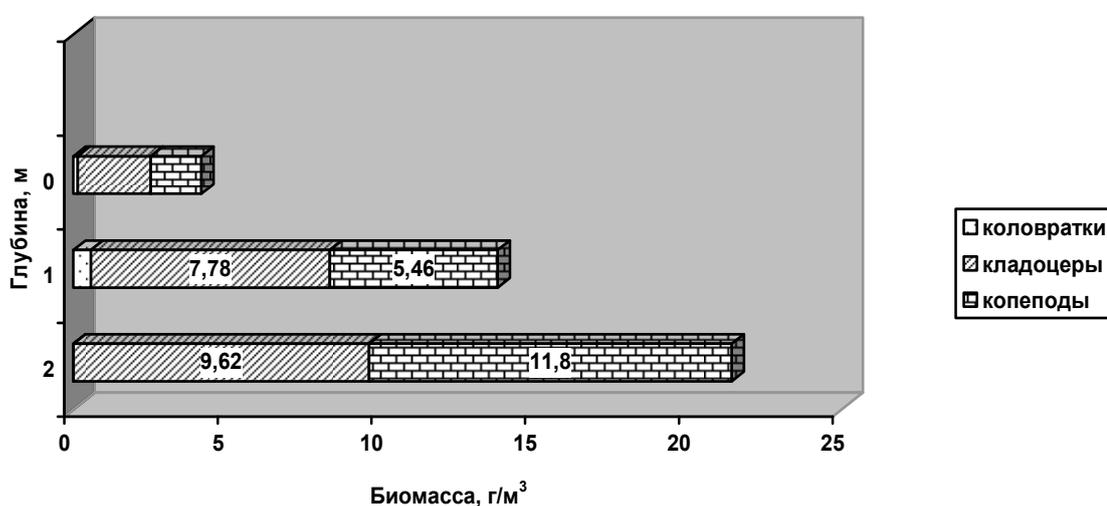


Рисунок 4. Изменение биомассы зоопланктона по глубинам в оз. Селяево-Яшковское.

В оз. Селяево-Яшковское отмечается обеднение видового состава по сравнению с предыдущими озерами при довольно высоких показателях количественного развития. В пробах не был выявлен пелагический рачок *Bosmina coregoni*, обнаруженный в вышеописанных водоемах. По мнению К.А. Черемисовой, в угасающих эвтрофных озерах, а также очень мелких эвтрофных озерах отмечается выпадение *Bosmina coregoni* из состава зоопланктонов [12].

Графики численности зоопланктона обследованных озер практически дублируют графики биомасс.

Заключение. В зоопланктоне мезотрофного оз. Волчино по численности преобладали веслоногие, по биомассе – ветвистоусые, в структуре сообщества доминируют олигосапробы; зоопланктон слабоэвтрофного оз. Обстерно носил копеподный характер, в его составе преобладали олиго- и 0- сапробы; в высокоэвтрофном оз. Лонье – по

биомассе преобладают клadoцеры, по численности – коловратки, в структуре сообщества численно превалируют –0–сапробы; эвтрофный водоем с признаками дистрофирования Селяево-Яшковской характеризуется как клadoцерно-копеподный, с доминированием –мезосапробов (рис. 5). С увеличением трофности водоема до определенного уровня отмечается увеличение разнообразия видового состава, числа доминирующих видов, количественного развития организмов. Таксономическая структура сдвигается в сторону α - –мезосапробов. При появлении признаков дистрофирования озера число видов обедняется.

С увеличением трофности озер возрастает численность таких видов, как *Keratella cochlearis*, *Filinia longiseta*, *Brachionus* sp., с уменьшением трофности увеличивается численность *Polyarthra trigla*, *Synchaeta pectinata*, *Kellicottia longispina*.

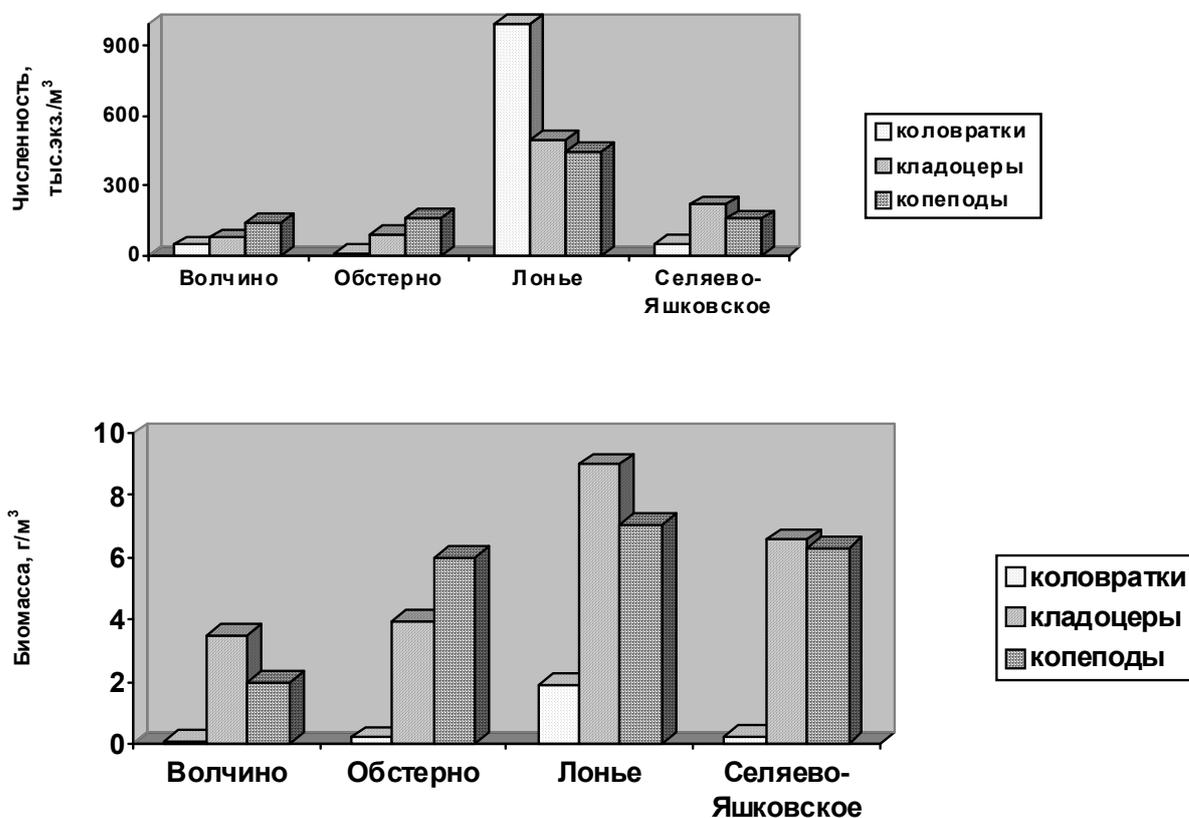


Рисунок 5. Численность и биомасса зоопланктона.

Одним из факторов распределения зоопланктона служит прозрачность воды и глубина. В пространственном распределении зоопланктона глубокого оз. Волчино и неглубокого оз. Обстерно отмечается неравномерное распределение концентраций зоопланктона: увеличение биомассы зоопланктона в приповерхностных слоях и на границе прозрачности, с максимальными величинами биомасс в зоне

металимниона. В глубоких озерах прослеживается и более четкое распределение видов на литоральные и пелагические комплексы (предпочитающие литораль – *Ceriodaphnia reticulata* и *Chydorus sphaericus*; пелагиаль – *Diaphanosoma brachyurum* и *Daphnia longispina*).

В мелководных водоемах Лонье и Селяево-Яшковское наблюдается иной характер распределения, с постепенным возрастанием биомассы с увеличением глубины (рис. 3, 4). Независимо от степени прозрачности воды максимальные значения биомасс отмечены в придонных слоях. В составе зоопланктона закономерно увеличивается количество литоральных видов. Выявленные особенности состава и распределения зоопланктона в разнотипных озерах обязательны к учету в рекомендациях по вселению молоди рыб.

Список использованных источников

1. Краткая биопродукционная характеристика водоемов северо-запада СССР / М.Л. Пидгайко [и др.] // Изв. ГосНИОРХ. – 1968. – Т. 67.
2. Relstab, C. Population regulation in coregonid: The significance of zooplankton concentration for larval mortality: 8 Int. Sympos. on the Biology and Management of Coregonid Fish, Rovaniemi, 26–29 aug., 2002] / C. Relstab, U.R. Burdi, R. Muller. // Ann. zool. Fenn. – 2004. – N. 1. – С. 281–290.
3. Гиляров, А.М. Факторы, определяющие выбор жертв, при питании пресноводных рыб зоопланктоном / А.М. Гиляров // Вопросы ихтиологии. – 1987. – Т. 27, В. 3. – С. 446–457.
4. Максименков, В.В. К оценке доступности пищи для личинок рыб. / В.В. Максименков // 4 Всесоюзная конф. по раннему онтогенезу рыб, Мурманск, 28–30 сентября, 1988. – М., 1988. – С.4–5.
5. Веснина, Л.В. Доступность зоопланктона для молоди пеляди на разных этапах онтогенеза / Л.В. Веснина // Ресурсы животного мира Сибири. Рыбы. – Новосибирск, 1990. – С.100–103.
6. Соколова, В.А., Филимонова З.И. Питание рыб Сямозера / В.А. Соколова // Труды Сямозерной комплексной экспедиции. – Петрозаводск, Карелия, 1962. – Т. 2. – С. 114–138.
7. Критерии комплексной оценки качества поверхностных пресных вод / В.Н. Жуковский [и др.] // Самоочищение и биоиндексация загрязненных вод. – М.: 1980.
8. Республиканская комплексная схема размещения рыболовных угодий / РУП «Институт рыбного хозяйства НАН Беларуси». – Минск, 2006.
9. Sladecsek V. Ermittlung des Indikations lewichtes in der Gewasseruntersuchung // Arch. Hydrobiol., 1964. – 60(2). – S. 241–243.
10. Семенченко, В.П. Сезонная изменчивость численности ветвистоусых ракообразных в эвтрофном озере / В.П. Семенченко, Л.М. Суценья // Доклады Национальной академии наук Беларуси. – 2006. – Том 50, № 5. – С. 80–81.
11. Петрович, П.Г. Количественное развитие и продукция коловраток трех разнотипных озер. Биопродуктивность озер Белоруссии / П.Г. Петрович, Э.П. Жуков // Из. БГУ им. В.И. Ленина. – Минск, 1971. – С. 80–91.
12. Черемисова, К.А. Зоопланктон промысловых озер Белоруссии. / К.А. Черемисова // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сборник научных трудов / БелНИИРХ. – Минск, 1964. – Т. V. – С. 83–94.