

СООТНОШЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ ЗООПЛАНКТЕРОВ ОСНОВНЫХ ТАКСОНОМИЧЕСКИХ ГРУПП В ВОДНОЙ ТОЛЩЕ ТЕРМИЧЕСКИ СТРАТИФИЦИРОВАННЫХ ОЗЕР РАЗЛИЧНОЙ ТРОФНОСТИ

Произведен послыйный лов зоопланктона на озерах Увильды, Тургояк, Большое Миассово, Большой Кисегач, Малый Теренкуль (Челябинская область). Определен видовой состав, рассчитаны соотношения численности кладоцер, копепод и коловраток для разных горизонтов водной толщи. Выявлены особенности таксономической структуры зоопланктона для озер с различным трофическим статусом.

Ключевые слова: зоопланктон, вертикальное распределение, таксономическая структура, эвтрофирование, озера Южного Урала.

Глубоководные озера Восточных предгорий Южного Урала имеют исключительно важное хозяйственное и рекреационно-эстетическое значение. Их сохранение хотя бы в современном состоянии является весьма актуальной природоохранной задачей регионального уровня. Особое беспокойство вызывает развитие антропогенного эвтрофирования, обусловленного бесконтрольной рекреационной нагрузкой. Представляется, что система экологического мониторинга должна быть сориентирована на выявление признаков антропогенного эвтрофирования и должна охватывать все основные компоненты водного биоценоза. В том числе и зоопланктон, развитие которого определяет рыбопродуктивность и потребительское качество воды.

В данной статье представлены результаты исследования вертикального распределения зоопланктона в толще воды озер различной трофности. В качестве исходной гипотезы было выдвинуто следующее положение: признаки эвтрофирования наиболее отчетливо проявляются в период летней термической стратификации, когда из-за сокращения притока кислорода в гипolimнион замедляется деструкция и происходит накопление органики. Соответственно, специфика условий должна сказываться на состоянии зоопланктона. Цель настоящей работы – на основе сравнительного анализа выявить особенности таксономической структуры зоопланктона, приуроченного к разным слоям водной толщи, для озер с различным трофическим статусом.

Для проведения наблюдений выбраны озера, для которых на основании комплексных наблюдений надежно установлен трофический ста-

тус [1], [4], [6], [8], [10]. В число исследуемых водоемов включены: олиготрофные озера Увильды и Тургояк, мезотрофные Большое Миассово и Большой Кисегач, а также гипертрофное озеро Малый Теренкуль. Все они относятся к району Восточных предгорий Южного Урала и расположены в пределах Челябинской области.

Пробы отбирали послыйно на участках акватории с максимальными глубинами. На озере Увильды протяженность облавливаемого слоя составляла 5 м, для прочих водоемов – 3 м. Для лова использовали количественную сеть Джеди (диаметр верхнего кольца 18 см, нижнего – 24 см, фильтрующий материал – газ-сито №64). Пробы фиксировали 4% формалином. Для определения видового состава представителей зоопланктона использовали соответствующую литературу [2], [5], [7], [9]. Все обнаруженные виды были условно разделены на летние, присутствующие в составе планктонных комплексов только в течение сезона вегетации, и круглогодичные, представители которых встречаются и подо льдом.

Расчеты численности и биомассы производили в соответствии с «Методическими рекомендациями...» для каждого слоя отдельно [3]. Температуру измеряли параллельно с ловом зоопланктона, результаты замеров и даты отбора проб приведены в таблице 1.

Для характеристики населения эпилимниона использованы пробы, отобранные в приповерхностном слое протяженностью 5 м для озера Увильды и 3 м для прочих водоемов. Соответственно, для гипolimниона – пробы из придонных слоев. Поскольку максимальная глуби-

на водоемов, а также положение металимниона в толще воды разных озер не совпадают, облавливаемые горизонты при обсуждении результатов будут указаны отдельно.

В табл. 2 приведены значения некоторых показателей развития зоопланктона. Необходимо обратить внимание на то, что в количественном отношении наиболее богаты сообщества мезотрофных водоемов. В качестве негативного фактора может выступать как недостаточное развитие фитопланктона в олиготрофных озерах, так и его массовое развитие в гиперотрофных. Помимо этого из таблицы следует, что представители зоопланктона, населяющие озера любой трофности, концентрируются главным образом в хорошо прогретом эпилимнионе, хотя и обитатели холодного гипolimниона достаточно многочисленны. Гус-

то населен даже бескислородный гипolimнион озера М. Теренкуль.

На рис.1 приведены диаграммы, отражающие соотношение численности зоопланктона основных таксономических групп в различных слоях водной толщи для олиготрофных озер Увильды и Тургояк. Во всем столбе воды от поверхности до дна обоих озер доминируют представители ветвистоусых ракообразных (н/отр Cladocera). В Увильдах в приповерхностном слое основу сообщества составляют особи летних видов *Daphniacucullata* (Sars, 1862) и *Diaphanosomabrachiurum* (Levin, 1848), а также круглогодичного вида—*Bosminalongirostris* (Muller, 1785). В Тургояке ситуация аналогична, но вместо *B.longirostris* в эпилимнионе массового развития достигает летний вид *Bosminakessleri* (Uljanin, 1874). В обоих водо-

Таблица 1. Распределение температуры (°C) в столбе воды на станциях с максимальными глубинами

Глубина, м	Тургояк, 18.07.10 г.	Увильды, 08.07.08 г.	Б. Миассово, 27.07.10 г.	Б. Кисегач, 27.07.11 г.	М. Теренкуль, 18.07.09 г.
	Олиготрофные озера		Мезотрофные озера		Гипертрофное озеро
0	20.0	21.9	25.0	26.2	24.0
3	18.0	19.6	24.9	24.1	22.0
6	16.5	17.7	15.7	21.8	9.0
9	16.0	16.6	8.7	19.6	7.0
12	15.0	15.7	7.0	15.6	7.0
15	14.5	14.8	6.3	15.6	7.0
18	13.0	14.2	5.8	14.9	7.0
21	12.0	13.5	6.6	14.2	
24	11.0	12.6	5.4		
27	10.0	12.4			
30		12.4			

Таблица 2. Показатели развития зоопланктона озер различной трофности

Показатели	Тургояк	Увильды	Б.Миассово	Б.Кисегач	М.Теренкуль
	Олиготрофные озера		Мезотрофные озера		Гипертрофное озеро
Число видов	24	19	21	21	14
Средневзвешенная численность, экз/м ³	20081	22484	40119	26793	26725
Средневзвешенная биомасса, мг/м ³	368	570	1050	1194	658
Численность эпилимнион, экз/м ³	47832	67533	160232	114184	90027
Численность, металимнион, экз/м ³	15884	11397	51951	8049	10532
Численность, гипolimнион, экз/м ³	5059	7919	2108	2484	10913

емах среди циклопид (отр. Cyclopoida) преобладает летний *Thermocyclops oithonoides* (Sars, 1863), из коловраток – все сезонная *Kellicottia longispina* (Kellicott, 1879). Представители круглогодичных видов составляют в Увильдах – 14,0%, в Тургояке – 4,5%.

В глубоких слоях относительная численность летних видов резко снижается, доминирующее положение занимает *B. longirostris*, заметной численности достигают представители круглогодичного вида – *Cyclops vicinus* (Uljanin, 1875).

В Увильдах *K. longispina* замещается особями *Bipalpus hudsoni* (Imhof, 1891), *Filinia longiseta* (Ehrenberg, 1834), *Keratella quadrata* (Muller, 1786). В оз. Тургояк *K. longispina* сохраняет доминирующее положение среди коловраток, но к ней добавляется *F. longiseta*. Для зоопланктона, населяющего гипolimнион оз. Увильды, представители круглогодичных видов составляют 92,2%, для оз. Тургояк – 85,5% соответственно.

Диаграммы, характеризующие таксономическую структуру зоопланктона мезотрофных

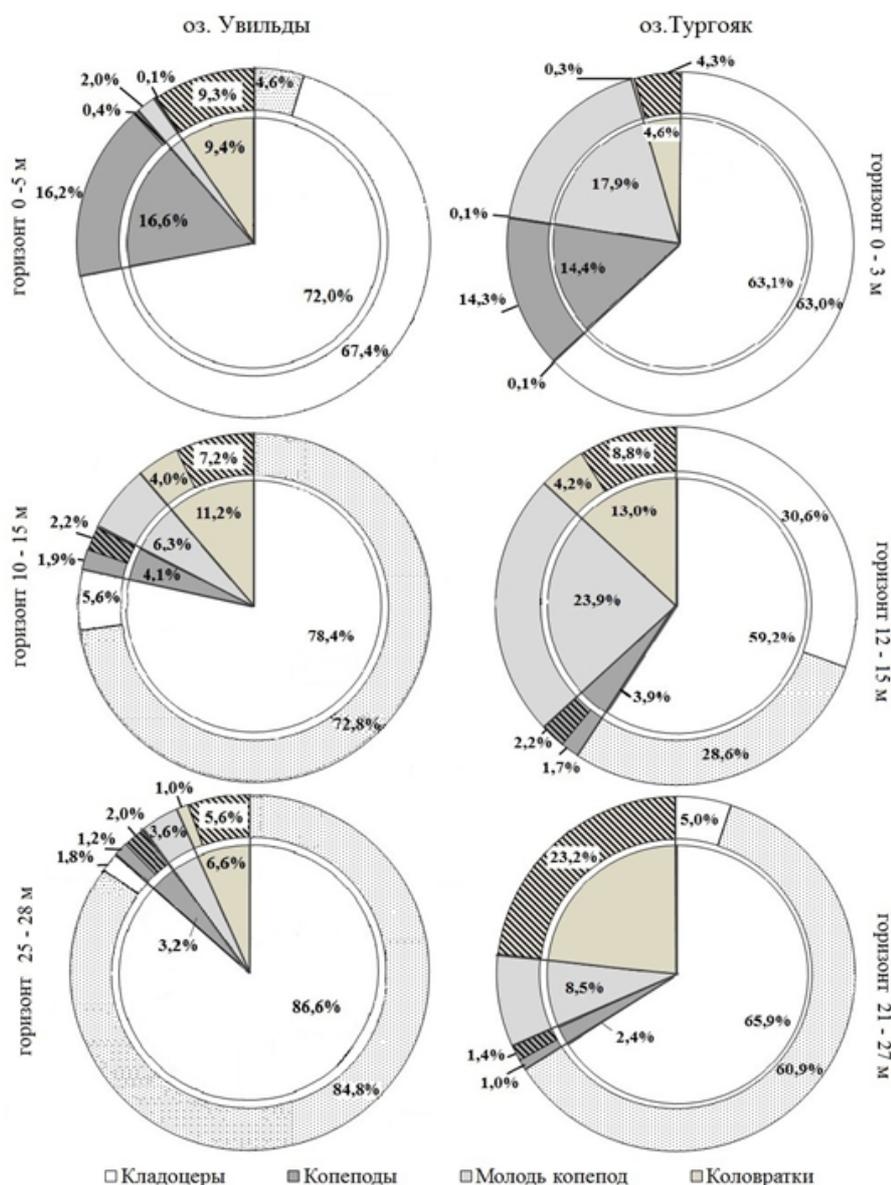


Рисунок 1. Соотношение численности зоопланктона основных таксономических групп для озер Увильды и Тургояк. Штриховкой по внешнему кольцу показана доля представителей круглогодичных (всесезонных) видов, относящихся к соответствующим систематическим группам

озер Б. Миассово и Б. Кисегач (рис. 2), позволяют проследить трансформацию сообщества по мере увеличения глубин. В приповерхностном слое, как и в олиготрофных озерах, преобладают ветвистоусые ракообразные, но уже в металимнии преобладающее положение занимают копеподы, значительная часть которых представлена науплиусами и младшими копеподами. В гипolimнии преобладание копепод сохраняется.

Как и в олиготрофных озерах, в приповерхностных слоях к числу наиболее многочис-

ленных относятся представители летних видов: *D.cucullata*, *D.brachiurum*, *B.kessleri*. При этом совершенно неожиданно было обнаружено скопление особей всевозможного вида *Chydorusphaericus* (O.F.Muller, 1785) и старших копеподитов циклопов р. *Cyclops* (предположительно *C. vicinus* также круглогодичного вида) в эпилимнии оз. Б. Миассово. В результате доля особей круглогодичных видов для данного водоема составила 49,3%, для оз. Б. Кисегач – всего 7,1%. Не исключено, что

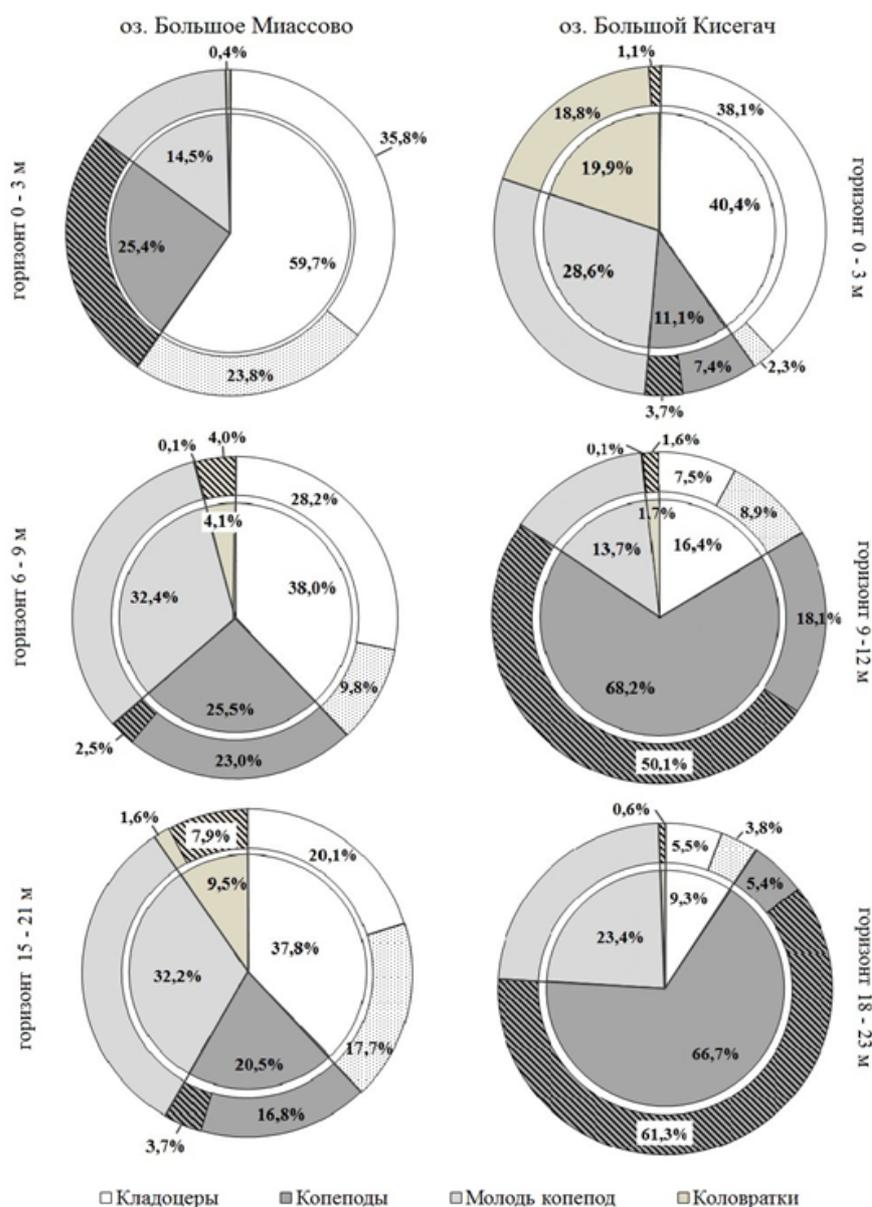


Рисунок 2. Соотношение численности зоопланктона основных таксономических групп для озер Б. Миассово и Б. Кисегач. Штриховкой по внешнему кольцу показана доля представителей круглогодичных (всесезонных) видов, относящихся к соответствующим систематическим группам

необычное скопление *Ch.sphaericus* и *C. vicinus* в приповерхностном слое может быть связано с какими-то локальными или кратковременными факторами. Например, отмирание водорослей после перемены погоды. Известно, что *Ch.sphaericus* активно потребляет детрит.

Преобладание копепод в металимнионе и гиполимнионе оз. Б. Кисегач обусловлено высокой численностью особей всевозможного *Cyclops strenuus* (Fischer, 1851). Соответственно,

на долю представителей круглогодичных видов в металимнионе приходится 54,2%, а в гиполимнионе – 65,1%.

Доминирующее положение копепод в глубоких слоях оз. Б. Миассово связано с присутствием массы науплиусов и младших копеподитов, а также относительно высокой численностью особей *Th. oithonoides*. Также примечательно нарастание доли представителей круглогодичных видов в гиполимнионе (25,7%) по сравнению с металимнионом (17,3%).

Гипертрофное озеро М. Теренкуль отличается тем, что в его эпилимнионе преобладает круглогодичная клadoцера *Daphnia longispina* (O. F. Muller, 1785), а в лишенных кислорода глубоких слоях обитают в основном коловратки (рис.3).

Причем, представители теплолюбивого вида *Brachionus diversicornis* (Daday, 1883) наиболее многочисленны у поверхности, хотя встречаются по всей водной толще. В то время как всевозможные коловратки *Keratella cochlearis* (Gosse, 1851) концентрируются у дна. При этом они присутствуют в значительном количестве в эпилимнионе. Доля круглогодичных видов достаточно велика во всех слоях. Она составляет 52,9% в верхнем слое.

В промежуточном слое за счет скоплений *Lecaneluna* (O.F. Muller, 1776) она снижается до 20,3%, и снова возрастает до 89,2% в придонном. По всей видимости, замещение представителей летних видов круглогодичными по мере увеличения глубины – явление характерное для всех стратифицированных озер вне зависимости от трофического статуса.

Таким образом, результаты исследования подтверждают исходную гипотезу. По соотношению численности зоопланктеров основных таксономических групп в приповерхностных слоях все исследованные озера сходны. Хорошо прогреваемый эпилимнион населяют преимущественно ветвистоусые ракообразные (Cladocera). Что касается металимниона и гиполимниона, то здесь обнаружены явные отличия. В олиготрофных озерах доминирование *Cladocera* распространяется на всю водную толщу. В мезотрофных ведущая роль переходит к веслоногим ракообразным (кл. *Copepoda*), а в гипертрофном озере М. Теренкуль металимнион и гиполимнион населен преимущественно

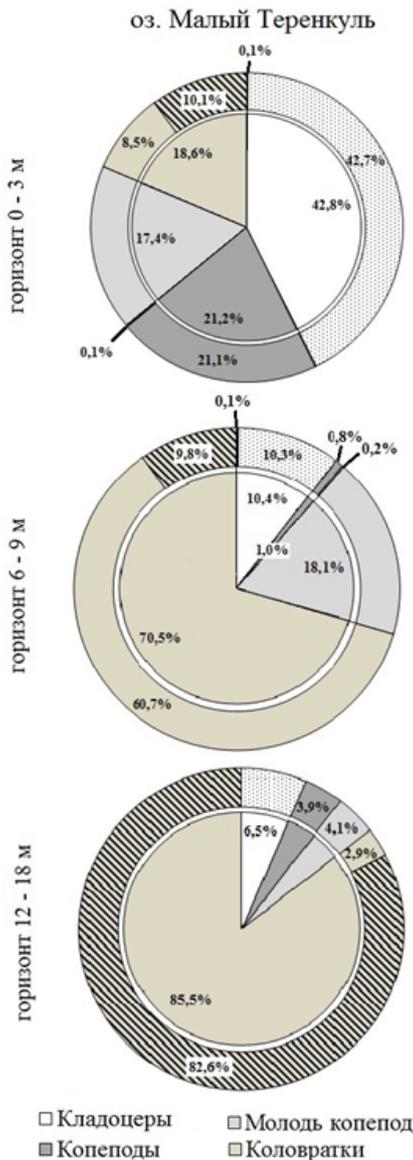


Рисунок 3. Соотношение численности зоопланктеров основных таксономических групп для озера Малый Теренкуль. Штриховкой по внешнему кольцу показана доля представителей круглогодичных (всепогодных) видов, относящихся к соответствующим систематическим группам

но коловратками (т. Rotifera). Соответственно, использование анализа вертикального распределения зоопланктона в процессе реализации

программ экологического мониторинга озер, подверженных антропогенному эвтрофированию, реально и перспективно.

1.09.2013

Список литературы:

1. Захаров С.Г. Антропогенная эвтрофикация и пути восстановления озер Кисегачской курортной местности // Сборник трудов международной научно-практической конференции, СПб, 15-18 октября 2007. – 2007. – С. 127-134.
2. Мануйлова Е.Ф. Ветвистоусые рачки (Cladocera) фауны СССР / Е.Ф. Мануйлова – Л.: Наука, 1964. – 327 с.
3. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция / Под ред. Г. Г. Винберга. Л.: ГосНИОРХ, 1984. 34 с.
4. Митюхляев Д.В., Ткачев В.А. Экология рыб // Экология озера Тургойак. Миасс: ИГЗ, 1998. С. 114 – 121.
5. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 1. Зоопланктон / Под ред. В.Р. Алексеева, С.Я. Цалолыхина. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. – 495 с.
6. Результаты комплексного экологического мониторинга озера Увильды / Ильменский гос. заповедник, 2006 г.
7. Рогозин А.Г. Коловратки (Rotatoria) Челябинской области / А.Г. Рогозин – Миасс: ИГЗ, 1995. – 132 с.
8. Рогозин А.Г. Особенности структурной организации зоопланктонного сообщества в озерах разного трофического статуса. Видовые популяции // Экология, 2000. №6. С.438 – 443.
9. Рылов В.М. Суслороида пресных вод. Фауна СССР / В.М. Рылов – Л.: АН СССР, 1948. – 320 с.
10. Снитко Л.В. Динамика массовых видов фитопланктона озера Большой Кисегач (Южный Урал) / Л.В. Снитко // Известия Челябинского научного центра, вып. 3 (33) – 2006. – С. 68 – 72.

Сведения об авторах:

Речкалов Валерий Витальевич, кандидат биологических наук, ЗАО «РОСА»

119297, г. Москва, ул. Родниковая д. 7, строение 35, тел. 89258203824, e-mail: v-rechkalov@mail.ru

Голубок Оксана Васильевна, аспирант кафедры экологии

Челябинского государственного университета

454139, г. Челябинск, ул. Василевского 75, тел. 9058326187, e-mail: golubok174@gmail.com

UDC 574.51

Rechkalov V.V.¹, Golubok O.V.²

¹Analytic Center CJSC «ROSA»; ²Chelyabinsk state university, e-mail: v_rechkalov@mail.ru

ABUNDANCE RATIO OF THE MAIN ZOOPLANKTON TAXONOMIC GROUPS IN THE WATER BODY OF THE THERMALLY STRATIFIED LAKES WITH VARIOUS TROPHIC STATUS

Layer-by-layer sampling of zooplankton was held on lakes Uvildy, Turgoyak, Bolshoye Miassovo, Bolshoi Kise-gach, Malyi Terenkul (Chelyabinsk region). Species composition was determined, abundance ratios of Cladocera, Copepoda and Rotatoria in various water layers were calculated. Special features of zooplankton taxonomic structure were found out for lakes with various trophic status.

Key words: zooplankton, vertical allocation, taxonomic structure, eutrophication, South Ural lakes.

Bibliography:

1. Zakharov S.G. Anthropogenic eutrophication and the way of lakes rehabilitation in the Kise-gach resort area // Collected articles of the international theoretical and practical conference, St-Petersburg, October 15-18, 2007. – 2007. – P. 127-134.
2. Manuylova E.F. Cladocera of the USSR fauna / E.F. Manuylova – L.: Nauka, 1964. – 327 p.
3. Guideline on collection and material processing in hydrobiological researches on freshwater lakes. Zooplankton and its production / Edited by G.G. Vinberg L.: GosNIORCH, 1984. 34 p.
4. Mituychlayev D.V., Tkachev V.A. Ecology of fishes // Ecology of the Turgoyak lake. Miass: IGZ, 1998. P. 114 – 121.
5. Identification guide of zooplankton and zoobenthos in fresh waters of European part of Russia. T. 1. Zooplankton / Edited by V.R. Alekseev, S.Y. Tsololikhin – M.: Science Publishing Association KMK, 2010. – 495 p.
6. Lake Uvildy complex ecological monitoring results / Ilmensky state reservation, 2006.
7. Rogozin A.G. Rotatoria of Chelyabinsk region / Rogozin A.G. – Miass: IGZ, 1995. – 132 p.
8. Rogozin A.G. Special features of zooplankton community structure organization in the lakes of various trophic status. Species populations // Ecology, 2000. №6. P.438 – 443.
9. Rylov V.M. Fresh water Cyclopoida. Fauna of the USSR / V.M. Rylov – L.: ASUSSR, 1948. – 320 p.
10. Snitko L.V. Phytoplankton dominant dynamic in lake Bolshoi Kise-gach (South Ural) / L.V. Snitko // Chelyabinsk science center proceedings, edition 3 (33) – 2006. – P. 68 – 72.