

Методика изучения перифитона и оценки сапробности водоемов

© Составитель А.С.Боголюбов¹, Экосистема, 1997

Данное методическое пособие посвящено описанию методики изучения обрастаний (перифитона), включая выбор мест отбора и технику отбора и обработки проб. Приводится также методика расчета сапробности воды по индикаторным организмам обрастаний, в том числе - таблицы индикаторных видов с данными их сапробной валентности (таблицы СЭВ).

Введение

"Перифитон", или **"обрастаниями"**, называют животных и растения, обитающие в толще воды на живых и мертвых субстратах, приподнятых над дном вне зависимости от их происхождения и степени подвижности.

Перифитонным организмам часто отдается предпочтение при биологической индикации качества поверхностных вод. Это обусловлено большим количеством литературных данных о хорошей согласованности результатов биологического анализа перифитона с результатами, полученными другими методами, и, в то же время, относительной простотой сбора перифитона по сравнению со сбором других биоценологических групп гидробионтов.

Перифитон, благодаря своей приуроченности к субстрату, играет первостепенную роль при оценке качества воды и позволяет судить о ее **среднем загрязнении за определенный промежуток времени**, предшествующий исследованию. Другими словами, анализ перифитона может указать на ранее имевшее место ухудшение качества воды, не отмеченное быть может по единовременным химическим или биологическим пробам. Перифитон незаменим при исследованиях, связанных с оценкой экологического состояния водных систем, на что неоднократно указывали ученые-гидробиологи, называя перифитон исключительно подходящим объектом для исследований в области экологии.

В состав обрастаний (перифитона) входят представители трех основных функциональных групп: автотрофные организмы-продуценты (водоросли); гетеротрофные организмы-консументы (простейшие, коловратки, черви и другие) и организмы-редуценты (зооглейные, нитчатые, палочковидные, кокковидные и другие бактерии и грибы). Причем основу пленок обрастаний составляют в основном формы микроскопические, для которых характерны высокий уровень метаболизма, короткие жизненные циклы и способность быстро реагировать на изменение внешней среды.

Основные принципы организации сети наблюдений

Выбор места и времени отбора проб

Перифитон как составная часть водных экосистем претерпевает вместе с ними изменения, обусловленные разными природными и антропогенными факторами, что выражается в пространственных и временных сукцессиях перифитонных сообществ. Биоценозы перифитона являются собой примеры очень динамичных биологических систем, изучение которых требует определенным образом организованной в пространстве и во времени системы отбора проб.

¹ При написании данного методического пособия использовалось "Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем" (под. ред. д.б.н. В.А.Абакумова). - С.-Пб.: Гидрометеоиздат, 1992. - 318 с.

Наиболее целесообразно проводить изучение обростаний **в летний** или **переходный летне-осенний сезон**, являющийся для большинства регионов биологическим летом, т.е. периодом максимальной активизации гидробиологических процессов.

Места (точки, створы) для сбора проб перифитона должны по-возможности совпадать с местами, намеченными для стандартного гидробиологического и гидрохимического обследования и охватывать различные по уровню загрязнения и общей антропогенной нагрузке участки водосборных бассейнов (приуроченные к разным типам ландшафта фоновые участки, загрязненные участки, зоны самоочищения, устьевые участки, зарегулированные и назарегулированные водотоки и др.). Сеть пунктов и створов для отбора проб перифитона, таким образом, должна характеризовать, с одной стороны, картину современного гидробиологического состояния основных водосборных бассейнов изучаемого региона, а с другой — служить достаточно обширным источником формирования базы данных для экологических прогнозов.

Наибольшее показательное значение имеет перифитон, развивающийся на субстратах **в проточных и открытых местах водных объектов**, где невозможны какие-либо случайные застои грязной или чистой воды. В реках, например, идеальным местом отбора перифитона являются каменистые перекаты. В то же время при проведении специальных исследований, связанных, например, с картированием отдельных участков водных объектов, могут изучаться перифитонные сообщества из разных «микрзон», что определяется целью конкретного исследования.

Сбор материала

Отбор проб с естественных субстратов

Отбору проб предшествует **обследование прибрежной зоны**, где производятся визуальные наблюдения, стандартные для любых гидробиологических исследований.

В описание входят: 1) номер пробы (или серии проб), 2) дата и время наблюдений, 3) название водного объекта (водоема), 4) местонахождение отбора пробы.

Приводятся также сведения о: 1) температуре воды и воздуха в момент отбора пробы, 2) погодных условиях в день отбора пробы и в предшествующие дни (ретроспективная информация о погоде помогает объяснить возникновение возможных аномальных гидрологических фактов).

В журнале должно быть также дано визуальное описание **гидрологических параметров:** 1) скорости течения (по шкале: отсутствует, очень медленное, медленное, спокойное, не очень быстрое, очень быстрое), 2) цвета, 3) прозрачности воды (по шкале: прозрачная, слабо мутная, мутноватая, мутная, сильно мутная), 4) характеристики взвеси с перечислением возможных ее видов (лѐсовидная, минеральные частицы глины, песка, иловые частицы, растительный детрит, дрейф водорослей перифитона, фитопланктон, бактериальная слизь), 5) степени наполнения русла. Приведенные характеристики лучше перечислить в матрице журнала с тем, чтобы подчеркнуть те из них, которые наблюдаются, либо пометить их наличие знаком «+»².

При исследовании собственно перифитона очень полезной оказывается информация о внешних, ярко выраженных **морфологических признаках**, таких, как разнообразие и характер обростов, их цвет, мощность, геометрия, распределение, признаки угнетения и др. Эти характеристики могут свидетельствовать о благоприятном для развития перифитонных сообществ состоянии абиотической среды или указывать на ее неблагоприятные свойства.

²Подробнее с информацией о правилах проведения стандартных гидрологических измерений можно познакомиться в методических пособиях данной серии: "Методы гидрологических исследований: проведение измерений и описание рек". - М.: Экосистема, 1996. - 21 с.; "Методы гидрологических исследований: проведение измерений и описание озер". - М.: Экосистема, 1996. - 21 с., а также "Физико-химические методы изучения качества природных вод". - М.: Экосистема, 1997. - 17 с.

При визуальном описании перифитона удобно пользоваться стандартными для обследуемого водоема терминами, перечень которых должен включать **тип обрастаний** (налет, пленка, слой, корка, нарост, бахрома, пряди, космы нитчатых водорослей и т.д.), их **характер** (слизистые, рыхлые, плотные, кожистые, известковой структуры, губкообразные, ватообразные, нежные, грубые, слабые, тонкие, толстые и т.д.), **цвет обростов и геометрию распределения** (гетерогенное мозаичное, равномерное однообразное, в прибрежье, на глубине, в проточных и застойных участках и т.д.).

Необходимо также по возможности оценивать **проективное покрытие** каждого типа обрастаний в процентах от общей площади субстратов. Для этого на определенной, хорошо просматриваемой акватории водного объекта (обычно это 1-10 м²) осматриваются и отмечаются типы обростов на характерных субстратах и по глазомерной шкале оценивается их распространенность в баллах в зависимости от занимаемой площади:

Распространенность, баллы	1	3	3	5	7	9
Занимаемая площадь, %	<1	1-3	3-10	10-20	20-40	40-100

Эти сведения заносятся в полевой журнал и в дальнейшем используются для оценки динамики изменений биоценозов перифитона и общего заключения об экологическом состоянии водного объекта.

Наиболее пригодными для сбора перифитона являются **нейтральные субстраты** (камни, бетонные сооружения) - они дают хорошо сравнимые результаты. **Не следует** отбирать пробы с поверхности деревянных предметов, так как разлагающаяся древесина вызывает микросукцессии в развивающихся на таких субстратах обрастаниях и может исказить представление о действительном состоянии биоценозов.

С поверхности **листьев и стеблей** макрофитов сбор перифитона производят, смывая оброст мягкой кисточкой. Такие растения, как роголистник, уруть, с узкими листовыми пластинками, помещают в склянку с водой и тщательно полощут. Затем растение вынимают, а смытый оброст сохраняют для анализа.

Отбор обростов с поверхности твердых предметов производят с помощью скребка, ножа, скальпеля, пинцета или обычной столовой ложки с заточенным краем. В случае слабого развития перифитона, когда оброст представлен едва осязаемым на ощупь слизистым налетом, следует использовать зубную щетку, которую нужно тщательно ополаскивать в склянке с небольшим количеством воды.

Небольшое количество материала помещают в широкогорлую банку с водой и с большим запасом воздуха. Приблизительное количество каждого типа оброста в интегральной пробе должно быть пропорционально его распространенности в точках наблюдений, оцененной по глазомерной шкале. В зависимости от цели исследования каждый тип оброста может отбираться и анализироваться самостоятельно.

Пробы обрастаний необходимо **обрабатывать** непосредственно после отбора или в срок, гарантирующий сохранность живого материала (приблизительно в течении 6 час после отбора проб, при температуре хранения 5—10 °С).

Отбор проб с искусственных субстратов

Исследования перифитонных сообществ могут производиться с применением искусственных субстратов. Метод искусственных субстратов позволяет получить точные количественные характеристики перифитона, а также допускает широкую возможность **эксперимента**.

В качестве искусственных субстратов рекомендуется использовать **предметные стекла**. Погружение стекол в воду производится с помощью различных установок. Удобно использовать для этих целей пенопластовые поплавки, резиновые пробки, в прорези которых вставляются одним концом «стекла обрастаний». Поплавки и пробки со стеклами надевают на

заякоренный трос или вбитый в грунт длинный штырь, шест, трубку и т.д. Глубина погружения определяется в зависимости от прозрачности воды.

Длительность экспозиции стекол определяется географическим положением, качеством воды изучаемого водного объекта, сезоном года, целью исследования.

При изучении биоценологических связей исследования начинают с первых же суток погружения стекол, прослеживая все стадии процесса сукцессии.

Извлекать стекло из установки следует очень осторожно, не вынимая всю установку из воды. Стекло помещают в широкогорлую склянку с измеренным количеством воды.

В лаборатории стекло помещают в чашку Петри так, чтобы оно было покрыто водой и просматривают под биноклем.

Крупные организмы просчитывают во всей пробе. Если оброст не очень густой, непосредственно на стекле подсчитывают прикрепленные формы простейших и коловраток. Затем оброст тщательно смывают кисточкой в воду определенного объема.

Подвижные мелкие организмы (простейшие, коловратки) считают в камере Богорова. Если в пробе очень много организмов, для подсчета берут не всю пробу.

Обработка и этикетирование проб

Каждая проба перифитона снабжается **этикеткой**, на которой указывается: 1) номер пробы, 2) название водного объекта, пункта и створа, 3) дату отбора, 4) характер субстрата, 5) глубину отбора и 6) расстояние от берега. Эта и другая имеющаяся информация записывается также в **полевой журнал**.

В лаборатории отобранные пробы переносят из банок в чашки Петри и производят разборку материала. Крупные организмы (личинки насекомых, моллюски, олигохеты и т.д.) отбирают в отдельную склянку, фиксируют 4%-ным нейтральным формалином (при необходимости их определяют в последнюю очередь, используя соответствующую литературу и определители³).

Оценка сапробности воды

В санитарной гидробиологии под сапробностью понимают **способность организмов жить при большом содержании органических веществ в среде**. Сапробность является функцией как потребностей организма в органическом питании, так и устойчивости возникающих при разложении органических соединений ядовитых веществ: H_2S , CO_2 , NH_3 , H^+ , органических кислот.

Установлено, что фактически в ряду олигосапробы — мезосапробы — полисапробы возрастают не только стойкость к органическим загрязняющим веществам и к таким их последствиям, как дефицит кислорода, но и их эврибионтность, т.е. способность существовать при очень различных условиях среды. Это положение значительно расширяет возможности использования сапробиологического анализа. Поэтому термин «сапробность» в последнее время употребляют, когда говорят о степени **общего загрязнения** вод.

В системе Роскомгидромета для оценки сапробности воды по организмам перифитона используется **метод индикаторных организмов Пантле и Букка** в модификации Сладечка.

Данный метод учитывает относительную **частоту встречаемости (обилие)** гидробионтов h (подсчитывается при анализе проб и выражается в % или в баллах, см. выше) и их **индикаторную значимость s (сапробную валентность)**.

³Методика работы с зообентосом и список основных определителей крупных водных беспозвоночных см. методическое пособие данной серии "Методы исследований зообентоса и оценки экологического состояния водоемов". М.: Экосистема, 1997. - 17 с.

Индикаторную значимость s и зону сапробности определяют для каждого вида по спискам сапробных организмов СЭВ (см. таблицу 1 на стр.12).

Обе величины (h и s) входят в формулу для вычисления индекса сапробности:

$$S = \frac{\sum (sh)}{\sum h}$$

Для статистической достоверности результатов исследования необходимо, чтобы в пробе содержалось не менее 12 индикаторных видов с общей суммой частоты встречаемости (обилия) $\sum h$, равной 30 %.

Для ксеносапробной зоны индекс сапробности находится в пределах 0-0,50; олигосапробной — 0,51-1,50; β -мезосапробной — 1,51-2,50; α -мезосапробной — 2,51-3,50; полисапробной — 3,51-4,00.

Таким образом, чем сапробность водоема ниже, тем он беднее органическими веществами, тем меньше в нем колебания химического состава воды и других показателей. Чем выше показатель сапробности - тем больше органических веществ, тем богаче фауна, тем изменчивее химические и физические параметры данного водоема.

Часто (но отнюдь не всегда) величина сапробности прямой зависимостью связана с загрязненностью водоема - чем больше привносимых органических веществ - тем больше видовое богатство и численность биологических организмов.

Пример:

Предположим, что в отобранных пробах обнаружено 15 видов со следующими, найденными по таблице свойственными им индексами сапробности и подсчитанными при анализе проб частотами встречаемости (в %): 1) 1,5/5; 2) 1,2/5; 3) 1,2/4; 4) 2,0/4; 5) 2,0/3; 6) 2,5/3; 7) 2,0/2; 8) 1,5/1; 9) 1,2/1; 10) 1,6/0,8; 11) 1,3/0,7; 12) 1,0/0,5; 13) 1,2/0,5; 14) 1,3/0,4; 15) 1,0/0,1.

Считаем верхнюю часть формулы: $(1,5 \times 5) + (1,2 \times 5) + \dots + (1,0 \times 0,1)$. Получаем - 49,45. Считаем нижнюю часть: $5 + 5 + 4 + \dots + 0,1$. Получаем - 31,0 (%). Делим 49,45 на 31, получаем 1,59. Таким образом находим, что данный водоем относится к классу бета мезосапробного, т.е. умеренно загрязненного органическими веществами.

Наряду с зонами сапробности, устанавливаемыми для водных объектов на основе сапробиологического анализа, существуют зоны повышенной трофности, зоны обеднения, частичной или полной дегградации исходных биоценозов, мертвые зоны и др., выявление и описание которых возможно только при использовании других формальных методов, а также абсолютных биологических данных о видовом составе и структуре перифитонных сообществ.

Таблица 1. Список индикаторных организмов и их сапробная валентность

о - олигосапробная зона, б - бетасапробная зона, а - альфасапробная зона,
с – ксеносапробная зона, г – полисапробная зона

		Индекс сапробности
ROTATORIA		
Asplanchna priodonta	о	1.2
--- \ \ --- siebildi	о-б	1.5
Asplanchnopus ulticeps	о	1.3
Bipalpus hudsoni	о	1.0
Brachionus angularis	б-а	2.5
--- \ \ --- bidens	б	1.9
--- \ \ --- bennini	б	2.0
--- \ \ --- calyciflorus	б-а	2.5
--- \ \ --- diversicornis	б	2.0
-- \ \ -- \ \ -- homoceros	б	2.0
--- \ \ --- qadridentatus	б	2.0
--- \ \ --- rubens	а	3.25
--- \ \ --- soricus	о	1.0
--- \ \ --- urceus	б	2.2
Cephalodella adentata	о-б	1.5
--- \ \ --- apocolea	о	1.0
--- \ \ --- auriculata	о-б	1.5
--- \ \ --- biungulata	о-б	1.5
--- \ \ --- catellina	о-б	1.5
--- \ \ --- deformis	б	2.0
--- \ \ --- delicata	о	1.0
--- \ \ --- exigua	о	1.0
--- \ \ --- forceps	б	2.0
--- \ \ --- forficata	о-б	1.5
--- \ \ --- forficuta	б	1.8
--- \ \ --- gibba	о	1.2
--- \ \ --- gibboides	с-о	0.7
--- \ \ --- globata	б	2.0
--- \ \ --- glypha	о-б	1.5
--- \ \ --- gracylis	о-б	1.5
--- \ \ --- lenticulata	с	0.5
--- \ \ --- hoodi	о-б	1.5
--- \ \ --- hyalina	о	1.0
--- \ \ --- incilla	б	2.0
--- \ \ --- intata	о	1.0
-- \ \ -- megalocéfala compressa	о-б	1.5
--- \ \ --- \ \ --- rotunda	о-б	1.5
--- \ \ --- misgurnus	б	2.0
--- \ \ --- nana	о	1.0
--- \ \ --- obvia	б	2.0
--- \ \ --- plicata	о	1.0
--- \ \ --- rigida	о-б	1.5
--- \ \ --- sterea minor	б	2.0
--- \ \ --- \ \ --- mutata	б	2.0

--- \\ --- --- \\ --- sterea	o-b	1.5
--- \\ --- tantilla	o	1.0
--- \\ --- tecta	b	2.0
--- \\ --- tenuior limosa	b	2.0
-- \\ -- -- \\ -- pigmentata	o	1.0
-- \\ -- -- \\ -- tenuior	o	1.2
--- \\ --- tinca conspicua	b	2.0
-- \\ -- ventripes angustior	b	1.5
--- \\ --- ventripes	o-b	1.5
Chromogaster ovalis	o	1.2
--- \\ --- testudo	o	1.0
Collotheca algicola	o-b	1.5
--- \\ --- ambigua	o-b	1.5
--- \\ --- balatonica	o	1.2
-- \\ -- -- \\ -- rodewaldio	b	1.3
--- \\ --- breveceliata	o	1.0
--- \\ --- calva	o	1.0
--- \\ --- campanulata	o-b	1.5
-- \\ -- \\ -- longicaudata	o-b	1.5
--- \\ --- coronetta	o	1.0
--- \\ --- gracillipes	o-b	1.5
--- \\ --- heptabrachiata diadema	o	1.0
--- \\ --- heptabrachiata	o	1.0
--- \\ --- libera	o	1.0
--- \\ --- mutabili	o	1.0
--- \\ --- edentata	o	1.0
--- \\ --- ornata cornuta	o	1.0
--- \\ --- ornata ornata	a-b	2.3
--- \\ --- pelafica	o	1.0
--- \\ --- trifidlobata	o	1.0
--- \\ --- undulata	o-b	1.5
Colurella adriatica	o	0.7
--- \\ --- colurus	o	1.15
--- \\ --- dicentra	a-b	2.5
--- \\ --- hindenburgi gastracantha	o-b	1.5
-- \\ -- -- \\ -- hindenburgi	o	1.15
--- \\ --- obtusa clausa	o	1.0
--- \\ --- obtusa obtusa	o	0.8
--- \\ --- oblonga	o-b	1.5
--- \\ --- paludosa	o-b	1.5
--- \\ --- tessellata	o	1.0
- \\ -- uncinata icuspidata	o-b	1.5
--- \\ --- --- \\ --- uncinata	o	1.0
--- \\ --- --- \\ --- deflexa	b	1.7
Conochiloides natans	o	1.0
Conochilus hippocrepi	o	1.15
--- \\ --- unicornis	o	1.3
Euchlanis deflexa	o-b	1.5
--- \\ --- dilatata	o-b	1.5
--- \\ --- incisa	o-b	1.5
--- \\ --- luksiana	o	1.0
--- \\ --- meneta	o	1.0

--- \\ --- oropha	o-b	1.5
--- \\ --- parva	o-b	1.5
--- \\ --- pyriformis	o-b	1.5
--- \\ --- triquetra	o	1.2
Filnia longiseta limnetica	o-b	1.5
-- \\ -- -- \\ -- longiseta	b	2.35
--- \\ --- major	b	2.0
Kellicotia longispina	o	1.25
Keratella cochlearis	o-b	1.55
--- \\ --- hiemalis	o	1.15
--- \\ --- quadrata	o-b	1.35
Lecane luna	o-b	1.55
--- \\ --- quadridentata	o-b	1.5
--- \\ --- nana	o	1.0
--- \\ --- bulla	o	1.35
--- \\ --- cornuta	o-b	1.5
--- \\ --- lunaris	o-b	1.35
Lepadella acuminata	o	1.3
--- \\ --- oblonga	o	1.3
--- \\ --- ovalis	o	1.23
--- \\ --- patella	o	1.25
--- \\ --- similia	o-b	1.5
Mytilina mucronata	b	1.7
--- \\ --- ventralis	o	1.0
Notholca acuminata	o	1.2
--- \\ --- labis	o	1.3
--- \\ --- squamula	o-b	1.5
Philodina roseola	o-b	1.5
Platyas patulus	b	1.8
--- \\ --- quadricornis	b	1.8
Ploesoma lenticulare	o	1.0
Polyarthra dolichoptera	o	1.0
--- \\ --- euriptera	o	1.2
--- \\ --- longiremis	o	1.0
--- \\ --- major	o	1.2
--- \\ --- minor	c-o	0.5
--- \\ --- remata	o	1.0
--- \\ --- vulgaris	b	1.85
Pompholyx complanata	o-b	1.5
--- \\ --- sulcata	b	1.8
Proales sordida	o-b	1.5
Rotaria rotatoria	a	3.25
Synchaeta oblonga	b	1.75
--- \\ --- pectinata	o-b	1.63
--- \\ --- stylata	o	1.0
--- \\ --- tremula	o	1.2
Testudinella patina	b	1.85
Trichocerca porcellus	o	1.2
--- \\ --- pusilla	o	1.3
--- \\ --- capucina	o	1.0
Trichotria truncata	o	1.2
--- \\ --- pocillum	o	1.0

CLADOCERA

Asprerus harpae	o-b	1.4
Alona affinis	o	1.1
--- \\ --- costata	o	1.3
--- \\ --- guttata	o-b	1.5
--- \\ --- quadrangularis	o-b	1.4
--- \\ --- rectangula	o	1.3
Alonella excisa	o	1.2
--- \\ --- exigua	o	1.2
--- \\ --- nana	o-b	1.4
Alonopsis elongata	o	0.8
Bosmina coregoni	o	0.95
--- \\ --- longirostris	o-b	1.55
Bunops serricaudata	o	1.2
Bytotrephes longimanus	o	1.0
Cemptocercus liljeborg	o	1.2
--- \\ --- rectirostris	o	1.2
Ceriodaphnia affinis	o-b	1.5
--- \\ --- megalops	o	1.3
--- \\ --- pulchella	o-b	1.4
--- \\ --- quadrangula	o	1.15
--- \\ --- reticulata	b	1.7
Chydorus gibbus	o	1.0
--- \\ --- globesus	o	1.2
--- \\ --- ovalis	o	1.2
--- \\ --- sphaericus	b	1.75
Daphnia magna	c-r	3.4
--- \\ --- cuculata	o-b	1.75
--- \\ --- longispina	b	2.0
--- \\ --- hyalina	o	1.0
--- \\ --- pulex	a	2.8
Diaphanos. brachyurum	o	1.4
Euricercus lamellatus	o	1.2
Graptoleberis testudinaria	o-b	1.5
Holopedium gibberum	c-o	0.6
Illocryptus sordidus	b	2.2
Leptodora kindti	o-b	1.65
Limnosida frontosa	o	1.3
Macrothrix hirsuticornis	b	1.75
Moina macrocopa	a	2.75
--- \\ --- brachiata	b-a	2.45
--- \\ --- micrura	b	2.2
--- \\ --- rectirostris	a-r	3.4
Pleuroxus truncatus	o	1.3
--- \\ --- aduncus	o	1.2
--- \\ --- uncinatus	o-b	1.4
Polyphemus pediculus	o	1.3
Rhynchotalona rostrata	o	1.3
--- \\ --- falcata	o	1.2
Scapholeberis mucronata	b	2.0
Sida crystallina	o	1.3

Simocephalus expinosus	o	1.0
--- \\ --- serrulatus	o	1.3
--- \\ --- vetulus	o-b	1.5

COPEPODA

Acanthocyclops vernalis	b	1.85
--- \\ --- bisetosus	b	1.7
--- \\ --- bicuspidatus	o	1.15
Cyclops furcifer	o	1.2
--- \\ --- insignis	o-b	1.4
--- \\ --- strenuus	b-a	2.25
--- \\ --- vicinus	b	2.15
Eucyclops macrurides	o	1.0
--- \\ --- macrurus	o-b	1.4
--- \\ --- serrulatus	b	1.85
Eudiaptomus gracilis	o	1.25
--- \\ --- graciloides	o-b	1.6
Macrocyclus albidus	b	2.0
Acanthocyclops viridis	o-b	1.6
--- \\ --- gigas	o-b	1.5
Mesocyclops dybowskii	o-b	1.5
--- \\ --- leukarti	o	1.2
--- \\ --- uncinatus	o	1.2

Литература

Ю.А.Буйволов. **Физико-химические методы изучения качества природных вод.** - М.: Экосистема, 1997. - 17 с.

В.И.Жадин. **Жизнь пресных вод.** Т.1 и 2. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1940, 1949.

Методы гидрологических исследований: проведение измерений и описание рек. - М.: Экосистема, 1996. - 21 с.

Методы гидрологических исследований: проведение измерений и описание озер. - М.: Экосистема, 1996. - 21 с.

Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л.: Гидрометеиздат, 1983. - 239 с.

Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем (под ред. д.б.н. В.А.Абакумова). - С.-Пб.: Гидрометеиздат, 1992. - 318 с.

Е.М.Хейсин. **Краткий определитель пресноводной фауны.** М.: Учпедгиз, 1962. - 147 с.