

## СОВРЕМЕННОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ПРУДОВ Г. САМАРЫ<sup>1</sup>

© 2003 А.В. Синицкий, Е.В. Захаров, Ю.Л. Герасимов<sup>2</sup>

Дана комплексная характеристика экологического состояния 8 городских прудов, имеющих важное рекреационное значение. Оценка проводилась по гидрологическим и основным гидрохимическим показателям, по состоянию таких важных составляющих водных экосистем, как сообщества зоопланктона и зообентоса, а также по результатам биотестирования токсичности воды на дафниях. Большинство водоемов отнесено к разряду умеренно загрязненных.

### Введение

В пределах г. Самары расположено более 20 малых водоемов, представленных копанями и овражными прудами, а также несколькими озерами. Водоемы имеют разный возраст. Некоторые были сооружены за городом на территории бывших усадеб еще до революции, большинство же гораздо позже были созданы совхозами для рыбного хозяйства. На данный момент значительная часть водоемов расположена на густонаселенной территории, зачастую в окружении жилых домов и в непосредственной близости от магистральных городских дорог. Такие водоемы постоянно испытывают антропогенную нагрузку. Некоторые пруды зачастую превращаются в места неконтролируемых бытовых свалок. Тем не менее, многие водоемы не утратили своего эстетического и рекреационного значения и являются излюбленным местом отдыха горожан. Не случайно восьми прудам присвоен статус памятников природы местного значения.

Самарские городские водоемы оставались до последнего времени слабо изученными. В 1995 г. кафедрой ботаники Самарского педагогического университета были проведены исследования по изучению высшей растительности водоемов и прилегающих к ним территорий [1]. Фаунистические исследования проводились по моллюскам [2], а также рачковому планктону прудов Самарского Ботанического сада [3]. Кроме того, с 1998 г. проводятся

---

<sup>1</sup>Представлена доктором биологических наук профессором Н.М. Матвеевым.

<sup>2</sup>Синицкий Андрей Викторович, Захаров Евгений Валерьевич, Герасимов Юрий Леонидович, кафедра зоологии Самарского государственного университета, 443011, г. Самара, ул. Акад. Павлова, 1.



Рис. Схема расположения исследованных водоемов на территории г. Самары

исследования токсичности воды отдельных водоемов [4, 5]. Экологическая паспортизация водоемов до настоящего времени не проводилась.

Целью настоящего исследования являлась комплексная оценка современного состояния и качества воды нескольких прудов по химическим и биологическим показателям. В дальнейшем полученные данные могут быть использованы при составлении экологических паспортов городских водоемов.

## Материалы и методика исследований

Материалы настоящего исследования были собраны в 2001–2002 гг. на восьми прудах, расположенных в различных районах г. Самары (рисунок); кроме того, использовались результаты проводившихся ранее экспериментов по биотестированию [4, 5]. Отбор проб воды для химического анализа и биотестирования проводился весной, летом и осенью 2001–2002 гг., пробы зоопланктона и зообентоса отбирали дважды в месяц в вегетационный период 2002 г.

Химический анализ воды проводился по основным показателям (рН, растворенный  $O_2$ , растворенный неорганический азот и фосфор, индексы БПК<sub>5/20</sub>, перманганатная и бихроматная окисляемость). Прозрачность воды определяли непосредственно на водоеме при помощи диска Секки. Биотесты проводили на *Daphnia magna* Straus по стандартной методике Н.С. Строганова [6].

Отбор и обработку проб зоопланктона и зообентоса проводили по общепринятым гидробиологическим методикам [7]. Индивидуальные веса организмов зоопланктона рассчитывались по степенным уравнениям, связывающим длину организмов с их массой [8]. Ценотическая роль каждого вида в сообществах зоопланктона и зообентоса оценивалась с помощью индекса плотности Броцкой—Зенкевич [9]. Проводился расчет основных структурных показателей сообществ зоопланктона и зообентоса.

Индексы сапробности вычислялись по формуле Пантле и Букка [10] в модификации Сладечека [11] с применением современных списков индикаторов сапробности [12]. Для оценки состояния водоемов по организмам зообентоса проводились расчеты олигохетных индексов (ОИ) Гуднайта—Уитлея [7] и хирономидных индексов (ХИ) Балушкиной [13].

Для комплексной экологической оценки качества вод использовалась система, предложенная В.Н. Жукинским и О.П. Оксьюк [14, 15, 16]. По системе, предложенной Л.П. Брагинским [17, 18, 19], исходя из результатов биотестирования, предпринята попытка оценки уровня токсической загрязненности (УТЗ) водоемов, (табл. 1).

Таблица 1

**Основные морфометрические характеристики водоемов (по [1])**

Водоем	S, тыс. м <sup>2</sup>	L <sub>max</sub> , м	W <sub>avg</sub> , м	D <sub>max</sub> , м	D <sub>avg</sub> , м
Воронежский №1	6,5	140	40	3,1	2
Воронежский №2	8,4	120	60	2,2	1
Воронежский №3	2,7	100	30	2	1,6
Пруд "Верхний" в Бот. саду	1,6	50	40	2,5	1,5
Пруд "Нижний" в Бот. саду	5,5	150	40	6	2
Пруд №1 в 12 мкр.	1,3	60	40	1,2	0,7
Пруд №2 в 12 мкр.	1,2	70	40	1	0,8
Пруд в 14 мкр.	0,4	40	10	2,5	1,2

Примечание. S — площадь водного зеркала; L<sub>max</sub> — максимальная длина; W<sub>avg</sub> — средняя ширина; D<sub>max</sub> — максимальная глубина; D<sub>avg</sub> — средняя глубина

Таблица 2

**Прозрачность воды и основные гидрохимические характеристики  
водоемов (средние за сезон значения)**

Показатель	Водоемы							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Прозрачность, м	1,1	0,3	0,7	1,0	0,7	1,4	0,7	0,4
рН	7,33	7,28	7,31	7,25	7,76	7,21	7,51	6,96
БПК <sub>5/20</sub> , мг О/л	2,2/3,8	3,8/5,9	3,9/5,7	6,3/8,9	6,0/9,1	2,4/4,5	3,0/6,6	3,5/5,0
О <sub>2</sub> , %	86,0	99,7	89,6	87,8	61,6	97,1	85,5	80,2
Перманганат- ная окис- ляемость, мг О/л	7,5	10,6	10,1	13,5	13,7	8,1	10,2	11,4
Бихроматная окисля- емость, мг О/л	24,4	28,3	29,6	38,5	48,2	33,4	32,2	34,0
Азот неорг., мг/л	0,499	0,325	0,363	0,445	1,102	0,752	0,832	0,973
Фосфор неорг., мг/л	0,042	0,119	0,047	0,050	0,112	0,039	0,091	0,068

1, 2, 3 — пруды Воронежские №1, 2 и 3 соответственно; 4, 5 — пруды Ботанического сада "Верхний" и "Нижний"; 6, 7 — пруды в 12 мкр. №1 и №2; 8 — пруд в 14 мкр.

## Результаты исследований

### Пруды Ботанического сада

На территории Ботанического сада находятся два водоема: пруд Верхний и Нижний. Они созданы в верховьях оврага Подпольщиков. Пруд Верхний имеет округлую форму, Нижний — вытянутую; верхняя часть его узкая, нижняя расширенная, несколько изогнутая. Берега водоемов сложены суглинистым черноземом, пологие, с разнообразной древесно-кустарниковой растительностью. На мелководье хорошо развита воздушно-водная растительность. В течение всего сезона она преимущественно была представлена зарослями рогоза широколистного и тростника обыкновенного. Дно водоемов илистое, топкое. Грунт содержит много грубого детрита и имеет отчетливый запах сероводорода. Особенно сильным запах был в середине лета. В центральной части прудов имеются мощные отложения черных илов.

Питаются пруды за счет грунтовых вод и поверхностного стока. Избыток воды Верхнего пруда фильтруется через плотину в Нижний. Гидроло-

гический режим относительно постоянен, амплитуда сезонных колебаний уровня воды составляла 0,5–1 м.

Антропогенное воздействие на водоемы происходит в основном благодаря непосредственной близости Московского шоссе. Со стороны этой крупной трассы происходит сток поверхностных вод, значительная часть загрязняющих веществ попадает в пруд при прорывах коммуникаций, находящихся рядом с автодорогой.

### **Химический состав и прозрачность воды**

Вода как Верхнего, так и Нижнего прудов имеет слабощелочную реакцию (табл. 2), в течение сезона наблюдалась тенденция к слабому увеличению pH.

Содержание растворенного кислорода в поверхностных слоях Верхнего пруда в начале лета достигало 98%, дефицит растворенного кислорода наблюдался только в придонном слое. В Нижнем пруду дефицит кислорода наблюдался даже в поверхностных слоях. Это может быть связано с тем, что Нижний пруд аккумулирует вещества, поступающие из Верхнего пруда. В воде Нижнего пруда отмечены более высокие концентрации неорганического азота и фосфора, значительно большая перманганатная и бихроматная окисляемость. Расход кислорода на биоразложение органики в Нижнем пруду должен быть, таким образом, значительно выше, чем в Верхнем.

Индекс БПК<sub>5</sub> претерпевал в течение сезона значительные изменения: от 4,5 мг/л весной до 8,9 мг/л в середине лета. В прудах Ботанического сада наблюдались самые высокие значения этого индекса среди остальных водоемов.

Перманганатная окисляемость находится в пределах 12,8–14,5 мг/л (табл. 2), что соответствует значениям, известным для олиго-мезогумозных водоемов [20].

Концентрации растворенного азота и фосфора находились в пределах 0,311–1,15(N) и 0,042–0,131(P) мг/л, что по Vollenweider [21] соответствует уровню эвтрофных водоемов.

Прозрачность воды по диску Секки составляла в течение сезона от 0,8 до 1,5 м. Максимальные значения приходились на июнь (1,4 м) и октябрь (1,5 м), минимумы наблюдались в середине июля. Снижение прозрачности в середине лета было обусловлено массовым развитием в прудах одноклеточных водорослей.

### **Характеристика качества воды по показателям сообществ зоопланктона**

В составе зоопланктона Верхнего пруда обнаружено 22 вида, в Нижнем — 21 вид. В прудах доминировал *Eudiaptomus graciloides*. По числу видов в сообществе преобладали коловратки, на втором месте были ветвисто-

усые ракообразные (табл. 3). По численности и биомассе преобладали веслоногие ракообразные, уступавшие остальным таксономическим группам по числу видов. Основные структурные характеристики сообществ, представленные в табл. 3, хорошо согласуются с данными И.Н. Андрониковой [22] для зоопланктона эвтрофных водоемов. Значения индекса видового разнообразия Шеннона были самыми высокими среди исследованных водоемов.

В Верхнем пруду обнаружено 18 видов-индикаторов сапробности, в Нижнем — 19. Среди них по численности и биомассе преобладали  $\alpha$ - $\beta$ -мезосапробы (56% в Верхнем, 54% в Нижнем). Средний за сезон индекс сапробности составил для Верхнего пруда 1,59 по численности и 1,73 по биомассе; для Нижнего — 1,66 по численности и 1,75 по биомассе. Воду прудов Ботанического сада можно отнести к  $\beta$ -олигомезосапробному классу с колебаниями от  $\beta$ -мезосапробной зоны весной до  $\beta$ -олигомезосапробной летом и осенью.

#### **Характеристика качества воды по показателям сообществ зообентоса**

Бентофауна прудов Ботанического сада насчитывает 26 видов. Макро- и мезозообентос обитает в прибрежной части водоемов на глубинах, как правило, не более 1–1,5 м. Это связано с тем, что глубже находятся отложения черного гомогенного ила, непригодного для развития донной фауны. В пруду Нижнем илом занята большая часть дна. Зообентос представлен сообществами *Viviparus viviparus* + *Chironomus* sp. plumosus. По числу видов преобладают хирономиды, а по биомассе моллюски (табл. 4).

Значение индекса Шеннона по численности для сообществ зообентоса пруда Верхнего составило 3,71 бит/экз., для пруда нижнего — 2,72 бит/экз. Олигохетный индекс для пруда Верхнего был равен 0,16, и 0,15 для пруда Нижнего. Хирономидный индекс относит водоемы к разряду умеренно загрязненных.

#### **Характеристика токсической загрязненности**

Вода Верхнего пруда Ботанического сада негативного влияния на выживаемость дафний не оказывала. В воде, отобранной весной, наблюдалась задержка откладки яиц в выводковые камеры в среднем на 1 сутки в сравнении с контролем. В остальных случаях такой задержки не происходило. Плодовитость дафний была во всех случаях достоверно меньше, чем в контроле.

В воде Нижнего пруда, отобранной осенью, наблюдалась гибель дафний. К концу эксперимента смертность в неразбавленной воде достигала 60% по сравнению с контролем. В остальных случаях снижения выживаемости не наблюдалось. Вода, отобранная осенью, вызвала, кроме того, значительное снижение плодовитости. В неразбавленной воде, а также в воде, разбавленной на 50%, появления молоди не происходило. Плодовитость в

воде, разбавленной в 4 раза, была более чем в 10 раз ниже, чем в контроле. Кроме того, наблюдалась задержка откладки яиц на четверо суток. В остальных случаях вода из Нижнего пруда негативного влияния на выживаемость не оказывала. Наблюдалось снижение плодовитости более чем в 10 раз в воде, отобранной весной. В воде, отобранной летом, достоверного снижения плодовитости не наблюдалось.

Согласно системе Л.П. Брагинского [18], подобные результаты биотестов на дафниях говорят об олиготоксичном УТЗ для Верхнего пруда и  $\beta$ -мезотоксичном уровне для Нижнего.

### **Пруды на ул. Воронежской**

Водоемы расположены в 7-м микрорайоне рядом с пересечением улиц Воронежской и Стара-Загора. Здесь находится три различных по форме и ряду других характеристик пруда, два из которых (пруды №2 и 3) сообщаются друг с другом в период весеннего паводка. Берега сложены тяжелым суглинком, обрывистые. В пруд №2 происходит постоянная эрозия глины в пруд, обусловленная высокой рекреационной нагрузкой на прилегающую территорию. В результате дно этого пруда в некоторых местах вблизи берега глинистое. Прибрежная растительность представлена сорно-рудеральными и луговыми растениями, по берегам прудов №1 и 3 имеются заросли кустарниковых ив. Воздушно-водная растительность развита слабо, представлена преимущественно сообществами рогоза узколистного и широколистного. Поверхность пруда №3 летом была полностью покрыта ряской малой. Дно водоемов илистое; для прудов №1 и 3, так же как и для прудов Ботанического сада, характерны глубокие отложения черных илов.

Питание прудов происходит грунтовыми водами и поверхностным стоком с прилегающей территории. Амплитуда колебания уровня воды в течение сезона составляла 1–1,5 м.

Антропогенное влияние на пруды обусловлено в основном стоком ливневых вод с проезжей части ул. Стара-Загора и высокой рекреационной нагрузкой на прилегающую к прудам территорию. Кроме того, на берегу пруда №2 долгое время находилась стихийно образовавшаяся свалка бытового мусора.

### **Химический состав и прозрачность воды**

Вода Воронежских прудов имеет слабощелочную реакцию (рН 7–7,65). Поверхностные слои дефицита растворенного кислорода не испытывали. В течение сезона концентрация кислорода колебалась в пределах 75–90%. Придонные слои прудов №1 и 3 характеризовались дефицитом кислорода в летний и осенний периоды.

Пруды характеризовались относительно невысокими по сравнению с другими водоемами индексами БПК (табл. 2). Перманганатная окисляемость соответствует значениям, известным для олиго-мезогумозных водоемов [20]. Трофический статус водоемов по концентрации растворенного

азота и фосфора соответствует эвтрофному. По концентрации растворенного фосфора особо выделяется пруд №2 — здесь она почти в 3 раза выше, чем в остальных прудах этой группы. Причиной этого могла быть свалка бытового мусора, находившаяся до последнего времени на его берегу.

Прозрачность воды сильно различалась для разных водоемов. Наименьшей она была в пруду №2. Это связано с постоянной эрозией частиц глины в водоем. Кроме того, начиная с августа 2002 г. на нем проводились мероприятия по очистке от донных отложений, что вызвало снижение прозрачности до 0,15–0,10 м. В остальных прудах прозрачность была значительно выше, достигая осенью в пруду №1 2,3 м, в пруду №3 — 1,6 м.

### **Характеристика качества воды по показателям сообществ зоопланктона**

В зоопланктоне пруда №1 обнаружено 24, пруда №2 — 18, пруда №3 — 19 видов. Во всех водоемах доминировал комплекс *Termocyclops oithonoides* + *Asplanchna priodonta*. По числу видов в сообществах преобладали коловратки, на втором месте были ветвистоусые ракообразные (табл. 3). По численности и биомассе везде преобладали веслоногие ракообразные, уступавшие остальным таксономическим группам по числу видов. Зоопланктон по таксономической структуре можно отнести к копеподно-коловраточному типу.

Основные структурные характеристики сообществ характерны для зоопланктона эвтрофных и высокоэвтрофных водоемов. В таких водоемах происходит смена доминирующих видов в сторону мелкоразмерных фильтраторов, ведущую роль начинают приобретать коловратки [22]. Обращает на себя внимание низкая среднесезонная численность и биомасса в пруду №2 — значения в 3–4 раза ниже, чем для остальных прудов. Объяснено это может быть наличием какого-то мощного фактора, вероятнее всего, присутствием в воде токсикантов.

В пруду №1 обнаружено 20, в пруду №2 — 14, в пруду №3 — 15 видов-индикаторов сапробности. По численности преобладали  $\alpha$ - $\beta$  и  $\beta$ -мезосапробы (74% в пруду №1, 85% в пруду №2, 74% в пруду №3). По биомассе в пруду №1 преобладали  $\alpha$ - и  $\beta$ -мезосапробы (61%), в пруду №2 —  $\beta$ -мезосапробы (57%), а в пруду №3 —  $\beta$ - $\alpha$ -мезосапробы (58%). Индекс сапробности во всех водоемах снижался в течение сезона. Исключением был пруд №2, сапробность воды которого осенью заметно повысилась, достигнув весенних значений. Это может быть следствием проводившихся в начале осени мероприятий по очистке дна от отложений — накопившаяся на дне органика попадала при этом в воду. Среди Воронежских прудов наименее загрязнен пруд №1, средний индекс за сезон которого составил 1,69 по численности и 1,79 по биомассе. Воду этих водоемов можно отнести к  $\beta$ -мезосапробному классу вод.



### **Характеристика качества воды по показателям сообществ зообентоса**

Бентофауна Воронежских прудов насчитывает 23 вида (табл. 4). Как и в прудах Ботанического сада, зообентос обитает в прибрежной части водоемов на глубинах не более 1 м. В прудах №1 и 2 находятся полуметровые отложения черного однородного ила. В этих водоемах жидким илом занята большая часть дна.

По числу видов преобладают хирономиды, а по биомассе моллюски. В зависимости от грунта по численности доминируют олигохеты или хирономиды. Зообентос представлен сообществами *Chironomus* гр. *plumosus* + *Viviparus viviparus*, *Viviparus viviparus* + *Limnodrillus hoffmeisteri*.

Значения *H* по численности составили для пруда №1 0,88 бит/экз., 1,39 бит/экз. для пруда №2 и 2,61 бит/экз. для пруда №3. ОИ для пруда №1 был равен 0,95, для пруда №2 составил 0,81 и для пруда №3 — 0,08. Хирономидный индекс сапробности относит все водоемы к разряду умеренно загрязненных.

### **Характеристика токсической загрязненности**

Вода прудов №1 и 3, отобранная весной и летом, негативного влияния на выживаемость дафний не оказывала. В воде, отобранной осенью из пруда №1, смертность достигала 40% по сравнению с контролем. Вода из пруда №2 оказывала летальное воздействие на дафний только весной и осенью. Смертность в неразбавленной весенней воде к концу эксперимента достигала 80%, в осенней — 20%.

В воде из всех прудов вызывала задержку откладки яиц на 1–3 суток и достоверное снижение плодовитости дафний.

Уровень токсической загрязненности, таким образом, соответствует для прудов №1 и 3 олиготоксичному, для пруда №2 —  $\beta$ -мезотоксичному.

### **Пруды в 12 микрорайоне**

Два пруда, далее №1 и 2, расположены в окружении жилых домов рядом с пересечением улиц Стара-Загора и Г. Димитрова. Пруды копаные. Берега пологие, глинистые. Травянистая растительность берегов сложена немногочисленными сорно-рудеральными видами, которые ближе к воде сильно вытоптаны. По берегам пруда №1 произрастают отдельные деревья дуба черешчатого, на берегах пруда №2 произрастают ива белая и кустарниковые ивняки. Воздушно-водная растительность пруда №1 развита крайне слабо, имеются лишь отдельные площадки зарослей рогоза широколистного и тростника обыкновенного. Растительность пруда №2 обширнее, она представлена зарослями ситника болотного, рогоза узколистного, стрелолиста обыкновенного и частухи подорожниковой. Дно водоемов илистое, покрыто грубым детритом растительного происхождения. Грунт пруда №2 имеет сильный запах сероводорода.

Питание водоемов осуществляется атмосферными осадками и стоком с прилегающей территории. Водный режим непостоянен, сильно зависит от погодных условий. В засушливые годы пруды полностью пересыхают.

Дно и берега водоемов замусорены. В пруд №1 происходит сток вод с проезжей части ул. Стара-Загора, к которой он прилегает. К пруду №2 вплотную прилегает гаражный массив, с территории которого в воду могут попадать загрязняющие вещества.

### **Химический состав и прозрачность воды**

Вода имеет слабощелочную реакцию. Дефицита растворенного кислорода не наблюдалось (табл. 2). По величине перманганатной окисляемости водоемы относятся к олигомезогумозным. Трофический статус водоемов по концентрации растворенного азота и фосфора соответствует эвтрофному.

Прозрачность воды в течение сезона существенных изменений не претерпевала. Следует отметить лишь незначительное снижение ее ранней весной, что связано с поступлением в водоемы взвешенных частиц с прилегающей территории.

### **Характеристика качества воды по показателям сообществ зоопланктона**

В составе зоопланктона каждого из прудов обнаружено по 17 видов. В пруду №1 выделено сообщество *Eudiaptomus graciloides*, в пруду №2 — *Cyclops strenuus*. По числу видов в прудах преобладали коловратки. По численности и биомассе значительно преобладали веслоногие (до 87% по биомассе в пруду №1). Зоопланктон по таксономической структуре можно отнести к копеподно-клагоцерному типу. Уровень развития сообществ и их основные структурные показатели характерны для зоопланктона эвтрофных водоемов.

В пруду №1 обнаружено 16 видов-индикаторов сапробности, в пруду №2 — 13. Среди них по численности в пруду №1 преобладали  $\beta$ -мезосапробы (60%), в пруду №2 —  $\beta$ - $\alpha$ -мезосапробы (51%). По биомассе в пруду №1 преобладали  $\beta$ -мезосапробы, в пруду №2 —  $\beta$ - $\alpha$ - и  $\alpha$ -мезосапробы (53%). По среднесезонному значению сапробных индексов воду пруда №1 можно отнести к  $\beta$ -мезосапробному классу, воду пруда №2 к  $\beta$ - $\alpha$ -мезосапробному классу вод.

### **Характеристика качества воды по показателям сообществ зообентоса**

Бентофауна прудов насчитывает 12 видов. Выделены сообщества *Chironomus* sp. *plumosus* + *Lymnaea stagnalis*.

Значения H составили для пруда №1 2,49 бит/экз. и 1,2 бит/экз. для пруда №2. ОИ для пруда №1 был равен 0,12 и 0,01 — для пруда №2. Широ-

номидный индекс сапробности (К) относит оба водоема к разряду умеренно загрязненных.

### Характеристика токсической загрязненности

Вода как пруда №1, так и пруда №2 негативного влияния на выживаемость дафний не оказывала. В неразведенной воде пруда №2 наблюдалась суточная задержка откладки яиц в выводковые камеры и незначительное, но статистически достоверное снижение плодовитости. В воде пруда №2 откладка яиц происходила в одно время с контролем. Снижения плодовитости не наблюдалось. Таким образом, УТЗ пруда №1 можно характеризовать как нетоксичный, пруда №2 как олиготоксичный.

Таблица 3

### Основные структурные характеристики сообществ зоопланктона

Показатель	Водоемы							
	1	2	3	4	5	6	7	8
$N_{avg}$ , тыс. экз./м <sup>3</sup>	246,6	62,7	111,2	226,5	175,2	131,9	154,1	136,1
$B_{avg}$ , г/м <sup>3</sup>	2,1	0,4	1,3	2,5	1,7	1,2	3,1	2,1
$N_{max}$ , тыс. экз./м <sup>3</sup>	1065,6	411,8	347,7	753,7	598,8	290,5	403,8	402,3
$B_{max}$ , г/м <sup>3</sup>	12,6	3,6	5,7	6,1	4,8	3,2	6,7	5,8
$N_{clad}:N_{cop}:N_{rot}$ , %	15:55:28	2:62:36	7:51:41	12:51:37	5:49:46	2:62:35	8:65:27	11:64:26
$B_{clad}:B_{cop}:B_{rot}$ , %	18:56:25	3:68:28	26:56:18	22:68:8	19:69:10	5:87:6	32:64:2	28:67:4
$N_3/N_2$	0,21	0,21	0,13	0,09	0,07	0,04	0,12	0,09
$B_3/B_2$	0,72	0,63	0,71	0,25	0,19	0,43	0,73	0,74
W, мг	0,008	0,007	0,011	0,011	0,009	0,009	0,019	0,015
$H_n$ , бит/экз	3,05	2,90	3,12	3,27	3,17	2,60	2,97	2,87
$H_b$ , бит/мг	3,01	2,72	2,75	3,21	3,05	2,55	2,57	2,70
$S_n$	1,69	1,72	1,72	1,59	1,66	1,63	2,05	2,25
$S_b$	1,79	1,73	1,99	1,73	1,75	1,89	2,26	2,38

Примечание.  $N_{avg}$ ,  $B_{avg}$  — средние за сезон исследований значения численности и биомассы;  $N_{max}$ ,  $B_{max}$  — максимальные значения численности и биомассы;  $N_{clad}:N_{cop}:N_{rot}$ ,  $B_{clad}:B_{cop}:B_{rot}$  — процентное отношение численностей и биомасс основных таксономических групп (Cladocera:Coepoda:Rotatoria);  $N_3/N_2$ ,  $B_3/B_2$  — отношение численностей и биомасс смежных трофических уровней; W — средняя индивидуальная масса зоопланктона для сообщества в целом;  $H_{n,b}$  — индекс видового разнообразия Шеннона, рассчитанный по численности и биомассе;  $S_{n,b}$  — индекс сапробности, рассчитанный по численности и биомассе. Обозначения водоемов те же, что и в табл. 2

### Пруд в 14 микрорайоне

Водоем расположен рядом с пересечением улиц Г. Димитрова и Стара-Загора. Пруд копанный, очевидно, того же происхождения, что и пруды в

Таблица 4

## Основные структурные характеристики сообществ зообентоса

Показатель	Водоемы							
	1	2	3	4	5	6	7	8
$N_{avg}$ , экз./м <sup>2</sup>	2716	1491	366	186	2716	1105	873	2740
$B_{avg}$ , г/м <sup>2</sup>	180,41	128,15	7,75	16,28	180,41	198,20	2,13	5,38
$N_{max}$ , экз./м <sup>2</sup>	11820	4560	1110	620	2410	2100	3100	5260
$B_{max}$ , г/м <sup>2</sup>	235	150	40	95	227	25	213	15
$N_{ol}:N_{mol}:N_{ins}$ , %	88:3:9	80:2:18	1:1:98	10:24:76	4:15:81	32:1:67	0:19:80	97:0:2
$B_{ol}:B_{mol}:B_{ins}$ , %	0:94:5	2:97:1	0:81:18	0:91:8	0:95:4	14:21:65	0:46:53	90:5:5
H, бит/экз	0,88	1,39	2,61	3,71	2,18	2,49	1,2	0,2
ОИ	0,89	0,80	0,05	0,11	0,03	0,12	0,11	0,97
ХИ	2,6	3,9	3	2,7	2,5	2,5	2,4	2,4

Примечание.  $N_{avg}$ ,  $B_{avg}$  — средние за сезон исследований значения численности и биомассы;  $N_{max}$ ,  $B_{max}$  — максимальные значения численности и биомассы;  $N_{ol}:N_{mol}:N_{ins}$ ,  $B_{ol}:B_{mol}:B_{ins}$  — процентное отношение численностей и биомасс основных таксономических групп (олигохеты : моллюски : насекомые); H — индекс Шеннона; ОИ — олигохетный индекс Гуднайта—Уитлея; ХИ — хирономидный индекс Балуткиной.

Обозначения водоемов те же, что и в табл. 2

12 микрорайоне. Берега пруда сложены смесью суглинка и строительного мусора. Травяной покров представлен сорно-рудеральными видами. На берегу отмечены одиночные заросли клена американского. Воздушно-водная растительность отсутствует. Дно илистое, содержит много грубого детрита.

Питание осуществляется преимущественно атмосферными осадками и поверхностным стоком с прилегающей территории. Водный режим пруда непостоянен, уровень воды зависит от погодных условий. Пруд, как правило, высыхает полностью к концу июля.

Водоем испытывает сильное антропогенное воздействие. Происходит постоянный сток с проезжих частей прилегающих к пруду дорог. С находящейся выше автостоянки в пруд попадают стоки, содержащие нефтепродукты. Дно водоема сильно замусорено.

### Химический состав и прозрачность воды

Реакция воды изменялась в течение сезона от слабокислой до нейтральной (рН = 6,7–7,0). Дефицита растворенного кислорода как в поверхностном, так и в придонном слое не наблюдалось (табл. 2). По величине перманганатной окисляемости водоем относится к олигомезогумозным. Концентрация растворенного азота была самой большой среди всех исследованных водоемов. Трофический статус водоемов по концентрации растворенного азота и фосфора соответствует эвтрофному.

Прозрачность претерпевала в течение сезона значительные изменения,

от 1,4 м в начале мая до 0,1 м и менее в середине июля. Понижение прозрачности летом связано с массовым развитием одноклеточных водорослей.

#### **Характеристика качества воды по показателям сообществ зоопланктона**

В составе зоопланктона обнаружено 16 видов. В сообществе доминировал *Cyclops strenuus*. По числу видов в пруду преобладали коловратки. По численности и биомассе преобладали веслоногие, на втором месте по биомассе были ветвистоусые, а по численности — коловратки. Зоопланктон по таксономической структуре относится к копеподно-клагоцерному типу. Уровень развития сообщества и его основные структурные показатели характерны для зоопланктона эвтрофных водоемов.

В пруду обнаружено 13 видов-индикаторов сапробности. По численности и биомассе преобладали  $\beta$ - $\alpha$ - и  $\alpha$ -мезосапробы (82% по численности и 67% по биомассе). Значения индексов сапробности были самыми высокими среди других водоемов. Воду по среднесезонному значению индекса сапробности можно отнести к  $\beta$ - $\alpha$ -мезосапробному классу.

#### **Характеристика качества воды по показателям сообществ зообентоса**

Бентофауна пруда насчитывает 9 видов. Выделено сообщество *Limnodrilus hoffmeisteri* + *Lymnaea stagnalis*.

Значения  $H'$  составил 0,20 бит/экз. Олигохетный индекс равен 97,83. Хирономидный индекс относит водоем к разряду умеренно загрязненных.

#### **Характеристика токсической загрязненности**

Вода из пруда в 14 микрорайоне оказала неблагоприятное влияние на выживаемость рачков. Дафнии полностью погибли к концу эксперимента в неразбавленной воде и в воде, разведенной в отношении 3:1. Наблюдалась задержка откладки яиц на трое суток в неразбавленной воде, на двое суток в воде, разбавленной в отношениях 3:1 и 1:1. Плодовитость в неразбавленной воде была достоверно выше, чем в контроле. Такие результаты соответствуют  $\beta$ -мезотоксичному УТЗ водоема.

#### **Общая характеристика качества воды исследованных водоемов**

Водоемы в целом сходны между собой по большинству химических показателей. Так, вода всех водоемов обладает слабощелочной реакцией, близкими величинами бихроматной и перманганатной окисляемости. Значения кислородного коэффициента в среднем также сходны. Все водоемы в течение сезона испытывают значительный дефицит кислорода у дна, а в середине лета также в поверхностных слоях. Значительные различия наблюдались лишь по содержанию растворенного азота и фосфора.

Трофический статус всех водоемов эвтрофный. На это указывают как физико-химические (средняя за сезон прозрачность воды, содержание азота и фосфора), так и гидробиологические показатели (средняя численность и биомасса, ряд структурных показателей сообществ зоопланктона).

По степени загрязнения органическими веществами вода большинства прудов относится к  $\beta$ -мезосапробному классу с небольшими колебаниями индекса сапробности в течение сезона. Подобным же образом вода оценивается хирономидным индексом Балускиной, все его значения характеризуют воду как умеренно загрязненную (табл. 4).

Значения олигохетного индекса Гуднайта—Уитлея сильно различались от водоема к водоему. Соотношения олигохет с другими донными животными колебались в широких пределах. ОИ приобретал на разных водоемах значения от близких к нулю (очень чистая вода) до 1 (очень грязная вода). Данный индекс был признан непригодным для адекватной оценки загрязнения городских водоемов прудового типа.

При проведении токсикологических тестов на дафниях наблюдался широкий спектр реакций — от отсутствия достоверных изменений до нарушения репродуктивного цикла и даже 100%-й гибели рачков. Уровень токсической загрязненности водоемов колебался от нетоксичного и олиготоксичного до  $\beta$ -мезотоксичного.

Согласно системе оценки качества вод В.Н. Жукинского и О.П. Оксуюк [16], каждому показателю было присвоено значение класса качества. В табл. 5 представлены значения классов по всем используемым показателям. Большинство показателей находятся в пределах одного либо соседних классов, что позволяет говорить о высокой точности даваемой оценки. Качество воды исследованных водоемов интегрально можно характеризовать следующим образом:

Пруд Ботанического сада Верхний: вода слабозагрязненная с колебаниями качества от чистой (прозрачность, рН, растворенный неорганический азот и фосфор) до умеренно загрязненной (растворенная органика, БПК).

Пруд Ботанического сада Нижний: вода умеренно загрязненная с колебаниями качества от чистой (прозрачность, рН) до сильнозагрязненной (бихроматная окисляемость, БПК).

Пруд Воронежский №1: вода достаточно чистая с колебаниями качества от чистой (прозрачность, рН, растворенный неорганический азот и фосфор) до умеренно загрязненной (БПК).

Пруд Воронежский №2: вода слабозагрязненная с колебаниями качества от чистой (азот и фосфор) до умеренно загрязненной (прозрачность, БПК).

Пруд Воронежский №3: вода слабозагрязненная с колебаниями качества от чистой (прозрачность, рН, растворенный азот) до умеренно загрязненной (БПК).

Пруд №1 в 12-м микрорайоне: вода преимущественно слабозагрязненная с колебаниями качества от чистой (прозрачность, рН, азот и фосфор) до умеренно загрязненной (БПК, бихроматная окисляемость).

Таблица 5

**Качество воды исследованных водоемов**  
(классы и разряды качества по системе В.Н. Жукинского  
и О.П. Оксийук [16])

Показатель	Водоемы							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Прозрач- ность	2a	4a	2b	2a	2b	2a	2b	3b
pH	2a	2b	2a	2b	2b	2a	2a	2b
Азот неорг.	2a	2a	2a	2a	3a	2b	2b	2b
Фосфор неорг.	2b	2b	3b	2b	3b	2b	3a	3a
O <sub>2</sub>	3a	3a	3a	3a	4a	3a	3a	3a
БПК <sub>5</sub>	4a	4a	4a	4b	4b	4a	4a	4b
Перманганат- ная окисляе- мость	3a	3b	3b	4a	4a	3b	3b	4a
Бихроматная окисляе- мость	3a	3b	3b	4a	4b	4a	4a	4a
S	3a	3a	3a	3a	3a	3a	3b	3b
XИ	3	3	3	3	3	3	3	3
УТЗ	2	3	3	3	3	2	3	3

Примечание. Обозначения водоемов те же, что и в табл. 2

Пруд №2 в 12-м микрорайоне: вода слабозагрязненная с колебаниями качества от чистой (прозрачность, pH, растворенный азот) до умеренно загрязненной (БПК, бихроматная окисляемость).

Пруд в 14-м микрорайоне: вода умеренно загрязненная с колебаниями качества от чистой (pH, растворенный азот) до сильнозагрязненной (БПК).

## Литература

- [1] Матвеев В.И., Гейхман Т.В., Соловьева В.В. Самарские пруды как объект ботанических экскурсий. Самара: Изд-во Самарского педагогического ун-та, 1995. 44 с.
- [2] Ясюк В.П. Малакофауна прудов города Самары // Материалы юбилейной научной конференции "Самарский край в истории России". Самара, 1996. С. 284-286.
- [3] Герасимов Ю.Л., Сятищев А.Н. Динамика популяций планктонных ракообразных прудов ботанического сада г. Самары в 1998-2000 гг. // Известия Самарского научного центра РАН. 2001. Т3. №2. С. 303-309.
- [4] Герасимов Ю.Л., Филипов Н.А., Вдовин В.Г. Исследования качества воды в прудах г. Самара // Исследования в области архитектуры, стро-

- ительства и охраны окружающей среды. Материалы областной 55-й науч.-техн. конф. Самара, 1998. С. 18–19.
- [5] Герасимов Ю.Л., Маслов С.К., Вдовин В.Г. Выживаемость и размножение *Daphnia magna* Straus в воде из озера на пересечении улиц Воронежской и Стара-Загора в г. Самаре // Сб. тез. и статей 25 итоговой науч.-практ. конф. науч.-пед. состава СВМИ. Самара, 2002. С. 139–140.
- [6] Строганов Н.С. Методика определения токсичности водной среды // Методики биологических исследований по водной токсикологии / Под ред. Н.С. Строганова М.: Наука, 1971. С. 14–60.
- [7] Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / Под ред. проф. В.А. Абакумова. СПб.: Гидрометеиздат, 1992.
- [8] Балушкина Е.Б., Винберг Г.Г. Зависимость между массой и длиной тела у планктонных животных // Экспериментальные исследования биологических основ продуцирования озер. Л., 1978. С. 58–72.
- [9] Брочкая В. А., Зенкевич Л. А. Количественный учет донной фауны Баренцева моря // Тр. НИИ морского рыбного хозяйства и океанографии. 1939. Т. 4. С. 5–126.
- [10] Pantle R., Buck H. Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. Gas- u. Wasserfach, 1955. S. 604.
- [11] Sladeczek V. System of water quality from biological point of view. Ergebn. Limnol, 1973. Bd. 7. S. 1–218.
- [12] Унифицированные методы исследования качества вод. Часть III. Методы биологического анализа вод. Приложение 2. Атлас сапробных организмов. М.: Секретариат СЭВ, 1987. 227 с.
- [13] Балушкина Е.В. Функциональное значение личинок хирономид в континентальных водоемах. Л.: Наука, Ленингр. отд-е, 1987. 179 с.
- [14] Жукинский В.Н., Окслюк О.П., Олейник Г.Н. Критерии комплексной оценки качества поверхностных пресных вод // Самоочищение и биоиндикация загрязненных вод. М.: Гидрометеиздат, 1980. С. 57–63.
- [15] Жукинский В.Н., Окслюк О.П., Олейник Г.Н. Принципы и опыт построения экологической классификации качества поверхностных вод суши // Гидробиол. журн., 1981. №2. С. 38–49.
- [16] Окслюк О.П., Жукинский В.Н., Брагинский Л.П. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши // Гидробиол. журн., 1993. №4. С. 62–76.
- [17] Брагинский Л.П. Некоторые принципы классификации пресноводных экосистем по уровням токсической загрязненности // Гидробиол. журн., 1985. №6. С. 65–74.
- [18] Брагинский Л.П., Комаровский Ф.Я., Щербань Э.П. и др. Эколого-токсикологическая ситуация в водной среде (основные принципы оценки и прогнозирования) // Гидробиол. журн., 1989. №6. С. 91–101.



- [19] Брагинский Л.П. Методологические аспекты токсикологического биотестирования на *Daphnia magna* Str. и других ветвистоусых ракообразных (критический обзор) // Гидробиол. журн., 2000. №5. С. 50–70.
- [20] Китаев С.П. Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон. М.: Наука, 1984. 207 с.
- [21] Vollenweider R. A. Das Nährstoffbelastungsprozess stehender Gewässer und Talsperren Ztschr. Wasser- und Abwasserforsch.
- [22] Андроникова И.Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных трофических типов. СПб.: Наука, 1996. 190 с.

Поступила в редакцию 22/X/2003;  
в окончательном варианте — 22/X/2003.

## CURRENT ECOLOGICAL CONDITION OF SAMARA URBAN PONDS<sup>3</sup>

© 2002 A.V. Sinitsky, E.V. Zakharov, Y.L. Gerasimov<sup>4</sup>

Complex characteristics of ecological condition of 8 urban ponds having an important significance for recreation, is presented. Estimations are obtained by hydrologic, hydrochemical data, according to condition of benthos and plankton communities and also — the results of toxic tests using *Daphnia magna*. The majority of ponds are rated as gently impure.

Paper received 22/X/2003;  
Paper accepted 22/X/2003.

---

<sup>3</sup>Communicated by Dr. Sci. (Biology) Prof. N.M. Matveyev.

<sup>4</sup>Sinitsky Andrey Viktorovich, Zakharov Evgeny Valerievich, Gerasimov Yury Leonidovich, Dept. of Zoology, Samara State University, Samara, 443011, Russia.