

ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКОЕ КАЧЕСТВО ВОД ОЗЕР РАМЗА И СИМЕРКА В ДОЛИНЕ РЕКИ ВОРОНЫ (ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРИРОДНЫЙ ЗАПОВЕДНИК «ВОРОНИНСКИЙ»)

Н. И. Русова

Воронежский государственный университет, Россия

Поступила в редакцию 17 апреля 2013 г.

Аннотация: Впервые была проведена биоиндикация вод озера Симерка и сопоставление результатов с качеством вод озера Рамза. Оценка эколого-биологического качества основана на изучении систематического и экологического состава сообществ низших водорослей. Прослежено локальное проявление антропогенного эвтрофирования водной среды.

Ключевые слова: биоиндикация, видовое разнообразие, водная растительность, водная экосистема, низшие водоросли.

Abstract: The Bioindication of lake Simerka was held first time and the results were compared with the quality of lake Ramza. Assessment of environmental and biological quality is based on the study of systematic and ecological communities of the lower algae. That showed local manifestation of anthropogenic eutrophication of the water environment.

Key words: bioindication, species diversity, aquatic vegetation, aquatic ecosystem, lower algae.

Озеро Рамза среди проточно-русловых озер государственного природного заповедника (ГПЗ) "Воронинский" является самым крупным в Тамбовской области. В плане оно представляет собой озеровидное расширение русла реки. Его площадь составляет 168 гектаров, средняя ширина – 0,8 км, максимальная – до 1,0 км. Максимальная длина озера достигает 2 км. Котловина озера плоская, без четко выраженной глубоководной зоны. В настоящее время в центре озера глубины достигают 1,5-1,7 м, его средняя глубина 1,2 м. С глубинами 1,5 м связана граница «открытого водного зеркала». Глубины 1,0 м обычно повторяют очертания береговой линии и не отдаляются далеко от нее. Почти вдоль всего берега тянется полоса растительности шириной от 10 м до 100-130 м. Максимальные глубины 4-4,5 м наблюдаются в месте, где воды р. Вороны впадают в акваторию озера.

Уровневый режим озера зависит от колебаний уровня воды в реке. Дно озера покрыто слоем илистых отложений. Оно повсеместно выстлано стеблями и листьями кубышки и кувшинки, плавающие листья и цветы которых поднимаются над водной поверхностью. Среди водно-погруженных растений распространены роголистник, пузырчат-

ка, уруть, наяда, рдесты. Небольшая глубина и мягкий грунт позволяют быстро расселяться представителям воздушно-водной растительности, рогозу, тростнику, камышам. Озеро постепенно зарастает, а его мелководные зоны заболачиваются [1, 8].

В системе общегосударственной службы наблюдения и контроля над состоянием окружающей природной среды экологическое состояние поверхностных вод оценивается шестью классами качества вод, так как в соответствии со значениями индекса сапробности Пантле-Букка, в модификации Сладечека [6, 7, 10]. Результаты эколого-биологического анализа состояния вод представляются числовыми показателями, которые обеспечивают возможность сопоставления состояния различных водоемов по материалам, которые могут быть получены в различные сроки их обследования.

В пределах акватории оз. Рамза выбрано 6 точек наблюдения, по которым отобраны пробы фитопланктона и микрофитобентоса, представленного диатомовыми и сине-зелеными водорослями.

Использование низших водорослей для оценки эколого-биологического качества вод обусловлено преимущественно биологической природой процессов самоочищения водных экосистем. Гидробиологические методы, в том числе по низшим водорослям, опираются на показатели их видово-

го, количественного и экологического состава сообществ гидробионтов [2, 3].

Точка наблюдения 1. Наибольшее значение показателя индекса сапробности составляет 1,98. Такой показатель отмечается в северной части акватории в месте впадения вод, поступающих в озеро из р. Ворона. Глубины колеблются от 1,5 до 4-5 м.

Точка наблюдения 2. Близкое значение индекса сапробности 1,83 имеют воды у Пристани (вдоль восточного берега, примыкающего к с. Рамза). Здесь преобладают глубины от 0,5 до 1,0 м. Дно выстлано стеблями и подводными листьями кувшинки, кубышки. Прозрачность воды – до дна.

Точка наблюдения 3. Значение индекса сапробности вод в пределах открытого водного пространства составляет 1,60. Прозрачность воды в этом районе выше, чем в месте впадения реки в озеро. В разные периоды разница может составлять от 0,5 до 2-3 м. Преобладают глубины от 1,5 до 5 м.

Точка наблюдения 4. У южного побережья в пределах открытого водного пространства значение индекса сапробности вод составляет 1,54. Преобладающие глубины 1-1,6 м. Прозрачность воды – до дна. Из-за малых глубин при ветровом волнении происходит перемешивание вод, сопровождающееся снижением прозрачности.

Точка наблюдения 5. При выходе из проток, проложенных среди зарослей рогоза, по направлению от точки 1 к северо-северо-западной части озера, вне границ этих зарослей, показатель индекса сапробности вод составляет 1,46. Преобладающие глубины 1-1,3 м, прозрачность воды – до дна.

Точка наблюдения 6. Западно-северо-западная часть озера у островов тростника и рогоза, с широким распространением погруженной растительности имеет преобладающие глубины 0,5 до 1 м. Часть акватории с глубинами 1,5 м представляет открытое водное пространство. Значение индекса сапробности вод составляет 1,11. Прозрачность воды – до дна.

Выводы достаточно высокого качества вод основаны не только на общепринятом методе биоиндикации индексу сапробности Пантле-Букка, но также была использована уточненная классификация, разработанная С. С. Бариновой и др [5, 4]. Она включает не только показатели индекса сапробности, но также показатель разряда качества вод и зоны кризисности экосистемы. Согласно общепринятым критериям оценки состояния водных экосистем, а также опираясь при показателях индексов сапробности вод от 1,11 до 1,46 (точки наблюдения 5 и 6) класс качества вод следует опреде-

лить как II «Чистая» и отнести их к разряду 2б «Вполне чистая». Показатели индекса сапробности вод от 1,98 до 1,54 (точки наблюдения 1-4) позволяют определить класс качества вод как III «Удовлетворительной чистоты» и отнести их к разряду 3а «Достаточно чистая». Соответственно определяется степень кризисности экосистемы, которая попадает в зону стадии обратимых процессов.

Сапробиологический анализ, основан на выявлении степени загрязнения вод органическим веществом. Он характеризует степень экологического благополучия водной экосистемы.

Способность водоема к самоочищению оценивается в соответствии с разделением вод на зоны сапробности. Они выявляются по индикаторным видам, в соответствии с их отношением к органическому загрязнению. На основе подсчета сумм баллов сапробности показательных организмов по точкам наблюдения отражено на графике эколого-биологического качества (рис. 1).

В сообществах низших водорослей полисапробные организмы имеют ограниченное распространение и отмечены в пределах точек наблюдения 1-3. Они связаны с водами, где преобладают восстановительные (редукционные) процессы и деструкция органики превышает ее первичную продукцию. В этой зоне наблюдается снижение содержания кислорода и повышение концентрации растворенной углекислоты. Происходит интенсивное разложение органического вещества с образованием в донных осадках сероводорода и дальнейшего его разложение до сернистого железа. В конечном итоге, в совокупности с окислительными процессами, это способствует самоочищению вод, а именно уменьшению показателя индекса сапробности с 1,98 (при поступлении речных вод в озеро) до 1,60 (при их «выходе» из озера). Небольшое количество полисапробов отмечается в точке наблюдения 6 (Углы). Их присутствие, вероятно, связано с повышенным органическим загрязнением, поскольку в данной части акватории обитает крупная колония крачек.

Энергичное самоочищение вод обусловлено преобладанием окислительных процессов. Они соответствуют условиям мезосапробной зоны. Мезосапробная зона подразделяется на *a*-мезосапробную и *b*-мезосапробную. В ней происходит уменьшение, по сравнению с полисапробной зоной, интенсивности восстановления (редукции) и преобладание окислительных процессов. Воды *a*-мезосапробные характеризуются энергичным самоочищением. Они распространены повсемес-

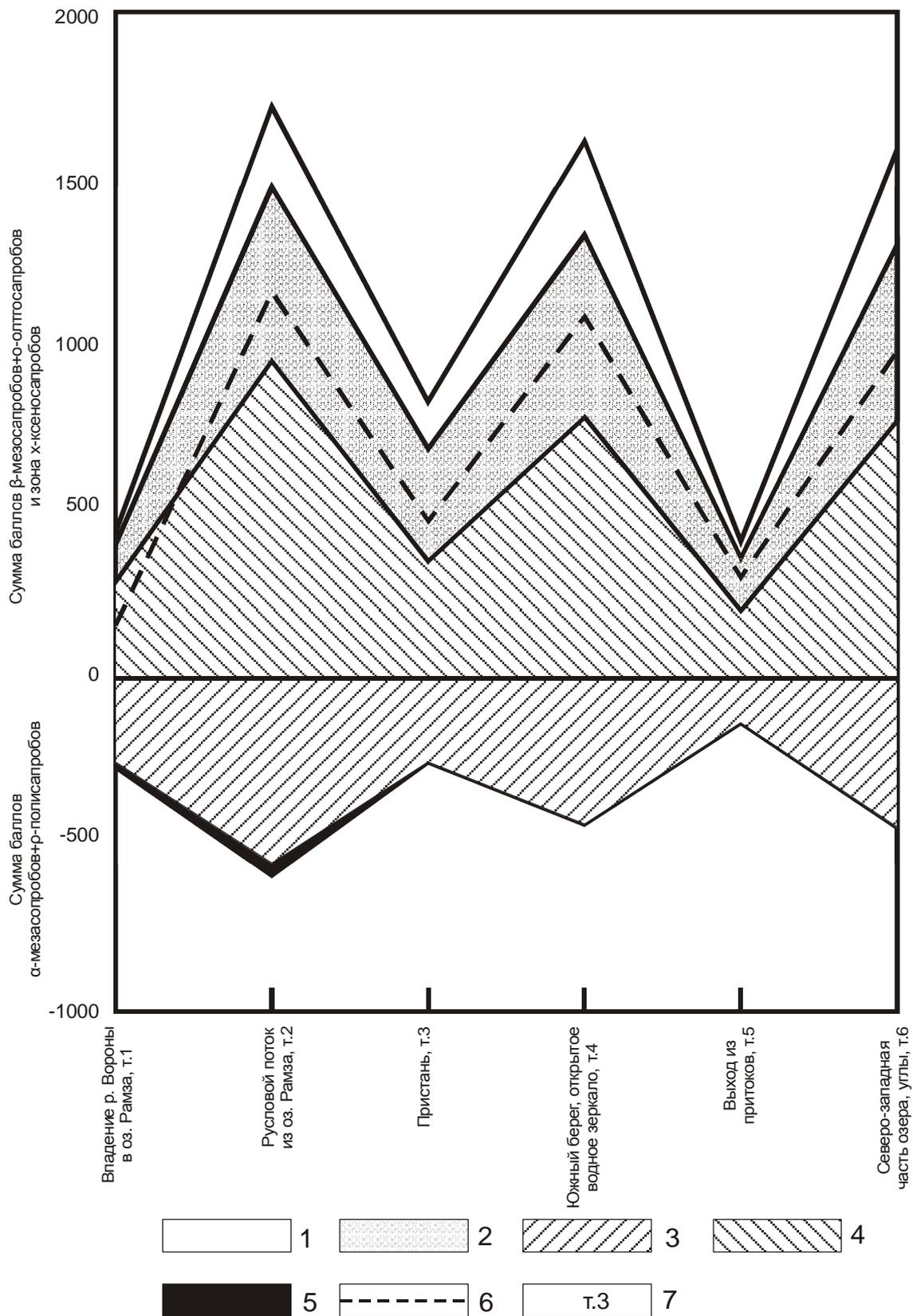


Рис. 1. График эколого-биологического качества вод оз. Рамза по точкам наблюдения

Зоны сапробности: 1 – ксеносапробная; 2 – олигосапробная; 3 – β-мезосапробная; 4 – α-мезосапробная; 5 – полисапробная; 6 – линия средней сапробности; 7 – номера точек наблюдения.

тно и достаточно равномерно. В *b*-мезосапробных водах процессы самоочищения протекают менее активно, чем в *a*-мезосапробных. Вследствие окислительных процессов нередко наблюдается перенасыщение кислородом, среди продуктов минерализации преобладают нитриты и нитраты. Тип *b*-мезосапробных вод является доминирующим.

Степень интенсивности процессов переработки органических загрязнений до образования минерального субстрата показывает распространение олигосапробных вод, в которых преобладает законченное окисление. Отличительной чертой сообществ диатомовых и синезеленых водорослей проточно-руслонных озер р. Вороны является широкое развитие видов ксеносапробов, обитающих в природных чистых водах. Как показывает практика исследований поверхностных вод региона, а также анализ опубликованных данных, ксеносапробные виды в современных сообществах практически отсутствуют, или отмечены лишь с оценкой «единично» [4].

Распространение ксеносапробных видов индикаторов, а также общее видовое богатство сообществ низших водорослей, подтверждает достоверность выводов о высоком эколого-биологическом качестве вод оз. Рамза. Природные процессы самоочищения экосистемы оз. Рамза характеризуются высокой степенью эффективности, которая определяет сбалансированность процессов образования и разрушения органического вещества. Это обеспечивает оптимальные условия для развития биоты в эвтрофном мелководном водоеме.

Озеро Симерка находится в пределах Инжавинского массива территории заповедника «Воронинский». Площадь мелководного эвтрофного водоема равна 39 гектаров, максимальная ширина – 0,5 км, средняя ширина – 0,2 км, длина – 2,3 км. Его средняя глубина составляет 1,6 м. В центральной части озера наблюдаются глубины до 2,0 м. Вблизи соединения озера с протокой выявлены максимальные глубины – до 8,0 м. По происхождению первоначально озеро было проточно-руслонным. Ныне оно представляет собой остаточный водоем, который соединен с руслом р. Вороны широкой протокой. Котловина вытянутая, а в средней части акватории расширена. Рельеф дна сложный. Уровень озера находится в полной зависимости от уровня воды в реке. В половодье акватория озера активно промывается [4].

Озеро Симерка характеризуется высокой степенью зарастания. Вдоль берегов повсеместно

прослеживается полоса высшей водной растительности шириной от 15 до 40-50 м. В месте соединения с протокой водная растительность имеет меньшее распространение, что связано с тем, что водный поток препятствует ее распространению и укреплению [9].

В пределах акватории оз. Симерка выбрано 4 точки наблюдения, по которым отобраны пробы. Согласно полученным данным, значения индекса сапробности вод оз. Симерка составляют от 1,81 до 2,00. В пределах акватории он меняется следующим образом.

Точка наблюдения 1. В южной части озера Симерка значение показателя сапробности составляет 1,81. Глубина до 1-1,5 м. Из-за малых глубин при ветровом волнении происходит перемешивание вод, сопровождающееся снижением прозрачности.

Точка наблюдения 2. Значение индекса сапробности вод в центральной части озера составляет 1,88. Глубины преобладают до 1,5 м.

Точка наблюдения 3. Показатель индекса сапробности вод в приустьевой части ручья Заного составляет 1,73. Глубина до 1,5-2,00 м.

Точка наблюдения 4. Наибольшее значение показателя индекса сапробности (2,00) отмечается в северной части озера у островов. Глубина составляет до 1,5 м.

Таким образом, выводы относительно качества вод опираются не только на показатели сапробности Панкле-Букка, но и дополняются критериями разряда качества вод, разработанными С. С. Бариновой, Л. А. Медведевой и О. В. Анисимовой [5, 6].

Согласно соответствующим критериям состояния водных экосистем, воды оз. Симерка при показателях индекса сапробности от 1,81-2,00 относятся к III классу – «удовлетворительно чистые», разряд качества 3а – «достаточно чистые». Таким образом, степень кризисности экосистемы попадает в зону стадии обратимых процессов.

С целью выявления состояния процессов самоочищения в водоеме нами было подсчитано сумма баллов олигосапробных, *b*-мезосапробных, *a*-мезосапробных, и полисапробных, а также ксеносапробных видов. Соотношение видов индикаторов сапробности по точкам наблюдения отражено на графике эколого-биологического качества вод оз. Симерка (рис. 2).

Экологически благополучные, разнообразные в видовом отношении биотопы, насчитывающие до 30-50 таксонов, существуют в пределах акватории озера, сохранившей связь с водами р. Вороны. В числе доминантов и субдоминантов высту-

Эколого-биологическое качество вод озер Рамза и Симерка в долине реки Вороны
(государственный природный заповедник «Воронинский»)

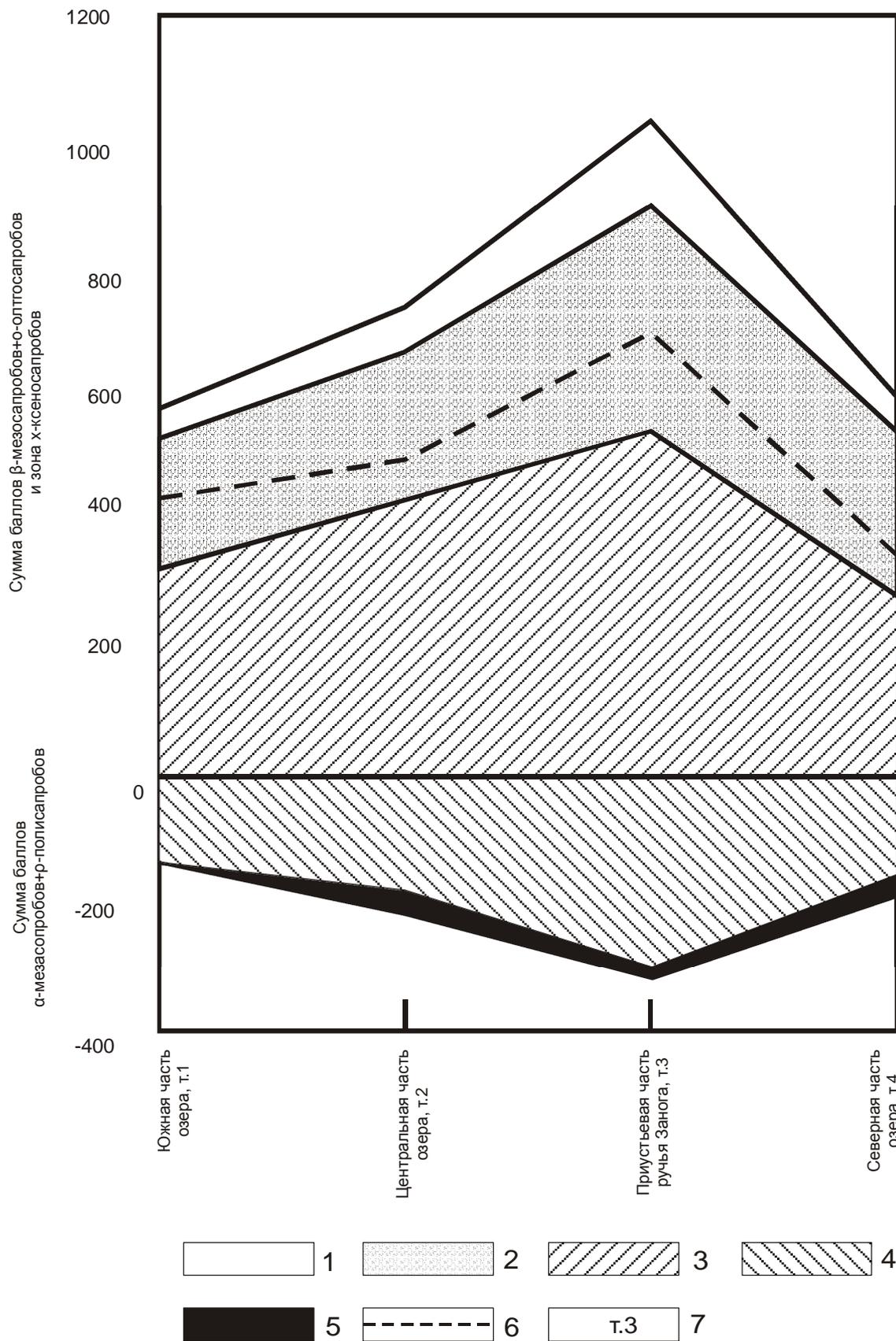


Рис. 2. График эколого-биологического качества вод оз. Симерка по точкам наблюдения

Зоны сапробности: 1 – ксеносапробная; 2 – олигосапробная; 3 – *b*-мезосапробная; 4 – *a*-мезосапробная; 5 – полисапробная; 6 – линия средней сапробности; 7 – номера точек наблюдения.

пают следующие виды: *Stephanodiscus hantzschii* Grun., *Fragilaria capucina* Desm., *F. crotonensis* Kitt., *Synedra ulna* et var. *aequalis* (Kütz.), *S. tabulata* (Ag.) Kütz., *S. capitata* (Ehr.), *Navicula abiscoensis* Hust. *N. gracilis* Ehr., *N. hasta* Pant., *N. radiosa* Kütz., *N. hungarica* Grun. et var. *capitata* Cl., *N. cuspidata* Kütz. var. *ambigua* (Ehr.), *N. oblonga* Kütz., *N. cryptocephala* Kütz., *Gomphonema olivaceum* (Lyngb.) Kütz., *G. constrictum* Ehr., *Epithemia turgida* (Ehr.) Kütz. et var. *granulata* (Ehr.) Grun., *E. zebra* (Ehr.) Kütz. et var. var. *porcellus* et var. *saxonica* (Kütz.) Grun., *E. intermedia* Fricke, *E. sorex* et var. *gracilis*., *Cymbella cistula* (Hemp.) Grun. et var. *maculata* (Kütz.), *C. cymbiformis* (Ag., Kütz.), *Cocconeis placentula* Ehr., *Cyclotella meneghiniana* (Kütz.), *Rhopalodia gibba* (Ehr.) O.Müll. et var. *ventricosa* (Ehr.) Grun. и другие.

Непосредственно на берегу озера на высокой левобережной надпойменной террасе находятся села Карай-Салтыково – Ясачный Балыклей. В зоне влияния хозяйственно-бытовых стоков, поступающих с территории населенных пунктов, локально проявляется антропогенное эвтрофирование водной среды. Оно фиксируется по массовому развитию представителей синезеленых водорослей, которые являются индикаторами загрязнения вод. Это *Microcystis pulvere*a (Wood) Forti emend. Elenk. с разновидностями, *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend. Elenk. с разновидностями. В составе сообществ дна отмечается уменьшение общего числа видов до 10-20 при невысоких оценках их обилия. Среди видов, достигающих оценок «часто – очень часто», в массе встречаются *Flagilaria brevistriata* Crun., *Synedra capitata* Ehr., *S. ulna* (Nitzsch.) Ehr., *Gomphonema olivaceum* (Lyngb.) Kütz., *G. parvulum* (Kütz.) Grun., *Cymbella ventricosa* Kütz., *Amphora perpusilla* Crun.

Актуальность изучения процессов эвтрофирования современных водных экосистем определяется тем, что их состояние в полной мере отражает общую экологическую обстановку, сложившуюся на водосборах. Сообщества фитопланктона и микрофитобентоса являются непосредственными участниками процесса эвтрофикации. Трудно переоценить значимость низших водорослей из водоемов заповедника «Воронинский» в составлении представлений о степени экологического благополучия водных экосистем. В качестве основы при подобных построениях выступает критерий видо-

вого разнообразия их сообществ. Уникальность озер Рамза и Симерка определяется многообразием биотопов. Широко развитые заросли высшей водной и водно-погруженной растительности выступают как биологические фильтры, способствующие формированию процессов самоочищения водной среды. Данный фактор способствует экологическому благополучию сложившихся озерных местообитаний. Эколого-биологическое качество вод данных озер еще раз доказывает, что в природе сохранились водные объекты, достаточно благополучные в экологическом отношении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анциферова Г. А. Биоиндикация в геоэкологии: об эвтрофировании межледниковых, голоценовых и современных поверхностных водных систем бассейна Верхнего Дона / Г. А. Анциферова // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. Геология. – Воронеж, 2005. – № 1. – С. 240-250.
2. Анциферова Г. А. Озера долины реки Ворона как естественный современный рефугиум диатомовых водорослей в центра Восточно-европейской равнины / Г. А. Анциферова, Л. Е. Борисова // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. География. Геоэкология. – Воронеж, 2009. – № 2. – С. 85-92.
3. Анциферова Г.А. Виды ксеноспробы в сообществах низших водорослей как показатель эколого-биологического качества воды / Г. А. Анциферова, Н. И. Минникова // Проблемы современной палинологии : материалы 13 Рос. конф. – Сыктывкар : ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2011. – С. 249-252.
4. Анциферова Г. А. Оценка эколого-биологического качества вод озера Рамза / Г. А. Анциферова, Л. Е. Борисова, Н. И. Минникова. // Труды гос. природного заповедника «Воронинский». – Тамбов : Изд-во Тамбов. гос. ун-та им. Державина, 2011. – Т. 2. – С. 131-138.
5. Баринова С. С. Разнообразие водорослей-индикаторов в оценке качества окружающей среды. / С. С. Баринова, Л. А. Медведева, О. В. Анисимова // Pilies Studio. – Tel-AVIV, 2006. – 498 с.
6. Макрушин А. В. Биологический анализ качества вод / А. В. Макрушин. – Л. : Зоол. ин-т АН СССР, 1974. – 60 с.
7. Методика изучения биоценозов внутренних водоемов. – М. : Наука, 1975. – С. 73-117.
8. Потапова О. Е. Комплексное обследование озера Рамза / О. Е. Потапова, Л. Е. Самодурова // Труды государственного природного заповедника «Воронинский». – Тамбов : Изд-во Першина Р.В., 2009. – Т. 1. – С. 107-117.
9. Самодурова Л. Е. Комплексное обследование озера Симерка / Л. Е. Самодурова, О. Е. Потапова // Био-разнообразие – от идеи до реализации : тезисы межре-

*Эколого-биологическое качество вод озер Рамза и Симерка в долине реки Вороны
(государственный природный заповедник «Воронинский»)*

гиональной конф. – Тамбов : Изд-во Першина Р.В., 2007.
– С. 51-55.

10. Унифицированные методы исследования качества вод. Методы биологического анализа вод. Индикаторы сапробности. – М. : Изд-во СЭВ, 1975. – С. 21-31.

Русова Надежда Ивановна
аспирант кафедры природопользования факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета, г. Воронеж, т. (473) 266-56-54,
E-mail: nadezhda_minnikova@mail.ru

Rusova Nadezhda Ivanovna
Post-graduate student of the chair of management of nature, department of geography, geoecology and tourism, Voronezh State University, Voronezh, tel. (473) 266-56-54,
E-mail: nadezhda_minnikova@mail.ru