УДК 504.064.36, 574.583

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Локтионова Е.Г., Андрианов В.А., Яковлева Л.В.

ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный университет», Астрахань, e-mail: eleloktionova@yandex.ru

Проведено определение экологического состояния водных объектов Астраханской области в районе газового комплекса. Для исследования применялись стандартные гидробиологические и гидрохимические методики. Выявлено, что качество вод по большинству исследуемых показателей соответствует действующим санитарным нормам. Состав зоопланктона по многим видам часто менялся, а некоторые виды встречались один или несколько раз за весь период наблюдений. Приведены результаты качественных и количественных показателей зоопланктона. Проведено сравнение полученных результатов экологической оценки водотоков с литературными данными до пуска газового комплекса, в начальный период его работы. Выявлено, что на современном этапе данный промышленный объект, благодаря замкнутому производственному циклу и технологиям очистки воды, не оказывает неблагоприятного влияния на гидробионты и не вызывает ухудшение качества поверхностных вод по исследуемым показателям.

Ключевые слова: водотоки, зоопланктон, водородный показатель, биологическое потребление кислорода, химическое потребление кислорода, растворенный кислород, перманганатная окисляемость

ENVIRONMENTAL STATUS OF ASTRAKHAN WATER BODIES

Loktionova E.G., Andrianov V.A., Yakovleva L.V.

Astrakhan State University, Astrakhan, e-mail: eleloktionova@yandex.ru

A determination of ecological status of water bodies of the Astrakhan region in the gas industry was carried out. The standard hydrobiological and hydrochemical methods were used for research. Authors revealed that the water quality on the majority of the studied parameters in accordance with the sanitary norms. The composition of zooplankton in many species are often changed, and some species have met one or more times during the entire observation period. The results of qualitative and quantitative indicators of zooplankton is given. The comparison of the results of ecological assessment of watercourses with published data about prior to starting the gas industry, in the early period of its work. Authors brought to light that at the present stage of this industrial site because of the closed production cycle and the technology of water treatment had no adverse effect on aquatic life and did not cause deterioration in the quality of surface waters of the studied parameters.

Keywords: watercourses, zooplankton, pH, biological oxygen demand, chemical oxygen demand, dissolved oxygen, permanganate oxidation

Астраханская область, занимающая 44,1 тыс. м^2, захватывает часть Прикаспийской низменности с Волго-Ахтубинской поймой и дельтой реки Волга. Характерной особенностью Астраханской области является то, что большую часть ландшафта представляет р. Волга с многочисленными рукавами (пойменными и дельтовыми протоками, ериками), старицами и озерами. На территории области находится Астраханский газовый комплекс (АГК), определяющий высокие темпы развития народного хозяйства региона. Учитывая уникальные условия Волго-Каспийского бассейна, необходимо отметить, что особое значение для гидробионтов имеет качество воды. Существующий до пуска АГК мониторинг вполне удовлетворял требованиям как рыбного хозяйства, так и других ведомств, но с пуском АГК потребовались более глубокие исследования качества воды низовья Волги, в связи с тем, что состав сырья на АГК токсичен (содержание H_2S до 35 %), а объём газовых выбросов более 100 тыс. т в год [2].

Целью исследования явилась оценка экологического состояния водных объектов в районе расположения АГК.

Объектом исследования стали проточный (рук. Бузан) и малопроточный (рук. Ахтуба) водотоки.

Материал и методы исследования

Пробы воды и зоопланктона отбирались в водотоках, окаймляющих АГК, согласно существующему Руководству [10]. Гидрохимический анализ природных вод выполнен по Руководству [11]. Для количественного и качественного анализа проб зоопланктона использовали поршневую пипетку и камеру Богорова [3, 4]. Идентификацию видов проводили по определителю Л.А. Кутиковой [6], определителю пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР [9], Атласу «Фауна аэротенков» [12].

Результаты исследования и их обсуждение

В исследуемых нами водотоках зарегистрированы основные группы зоопланктона, свойственные данной области: это коловратки, ветвистоусые, веслоногие ракообразные. Кроме того, в пробах отмечались науплии веслоногих, личинки моллюсков, статобласт мшанок. Наиболее часто встречались как в проточных, так и в малопроточных водотоках: из веслоногих – *Cyclops sp.*, *Eurytemora sp.*, *Heterocopa appendiculata*

(G. Sars), *Calanipeda aguaedulcis* (Kritsch), *Nauplii Cyclopoida*; из коловраток – *Keratella quadrata* (O.F. Muller) Ker. *cochlearis* (Gosse), *Brachionus calyciflorus* (Pallas), *B. angularis* (Gosse); из ветвистоусых – *Bosmina longirostris* (O.F. Muller), *Chydorus sphaericus* (O.F. Muller), *Leptodora Kindti* (Focke).

По числу форм первое место занимали коловратки, в проточных водотоках их значение варьировало в пределах 21–41, в малопроточных – 22–41. Второе место по числу видов занимала группа ветвистоусых: в проточных – 13–19, в малопроточных – 10–22. На третьем месте, практически за весь период наблюдений, находилась группа веслоногих рачков, в проточных число видов варьировало в пределах 5–8 форм, в малопроточных несколько выше – 7–10 форм. Кроме основных групп зоопланктона, в пробах постоянно присутствовали и представители простейших. Их число в проточных водотоках определялось на уровне 6–9, в малопроточных – 6–11 форм [1]. Анализ полученных данных установил, что число форм в левобережной части водотоков несколько выше, чем в правобережной и на стрежне. Это легко объясняется тем, что левый берег значительно положе и имеет большую площадь, заросшую растительностью, и меньшие глубины, что даёт возможность значительно лучше прогреваться воде. Состав зоопланктона по многим видам часто менялся, а некоторые виды встречались один или несколько раз за весь период наблюдений. Исследование его численности и биомассы по сезонам показало, что зимой на всех станциях эти показатели крайне незначительны – 0,09–1,35 тыс. экз./м^3 и 0,09–1,90 мг/м^3 соответственно с преобладанием в пробах коловраток (50–92 %); весной возрастают до 1,7–8,3 тыс. экз./м^3 и 2,7–16,7 мг/м^3.

Первый пик массового развития зоопланктона всегда приходится на период весенне-летнего половодья. В июне наблюдается массовое развитие веслоногих и ветвистоусых ракообразных, численность и биомасса которых возрастает соответственно в 1,2–4,0 и 1,1–18,5 раза по сравнению с весной. По нашему мнению, это связано с интенсивным прогревом воды (19,5–24,5 °С), особенно в проточных водотоках. В малопроточных водотоках по сравнению с проточными в летний меженный период численность зоопланктона ниже. Это можно объяснить значительным уменьшением притока биогенных веществ из основного русла р. Волги, так как рук. Ахтуба в этот период пересыхает на многих участках. Осенью происходит уменьшение видового разнообразия зоопланктона за счет выпадения теплолюбивых форм [1]. Результаты качественных и количественных показателей зоопланктона представлены в табл. 1.

Таблица 1

Среднегодовые значения показателей зоопланктона в водотоках Волго-Ахтубинской поймы, окаймляющих АГК

Показатели		1989	1994	1998	2003	2011
Численность, тыс. экз./м^3	Проточные	506.3	371.6	291,6	427,7	691,6
	Малопроточные	444,5	255,6	468,8	615,3	468,8
Биомасса, мг/м^3	Проточные	2133,3	1529,5	1396,7	2739,7	2396,7
	Малопроточные	1526,7	1039,9	3164,8	3212,6	1964,8
Число видов	Проточные	69	59	62	56	62
	Малопроточные	52	57	67	46	67
Copepoda, %	Проточные	24,6	26,4	24,2	31,7	22,4
	Малопроточные	34,3	36,1	15,2	32,0	22,2
Cladocera, %	Проточные	45,2	40,0	28,7	44,2	25,5
	Малопроточные	45,3	35,2	32,6	30,8	54,5
Rotatoria, %	Проточные	30,2	33,6	47,1	24,1	52,1
	Малопроточные	20,4	28,7	52,2	37,2	23,3

Сравнительный анализ межгодовых характеристик зоопланктона (1989–2011 гг.) показал, что число видов, обнаруженных в проточных водотоках, составило 59–69, а в малопроточных – 52–67. Общее число форм зоопланктона было на уровне периода, предшествующего пуску АГК [5]. Биоценозы водотоков достаточно разнообразны и включают виды-индикаторы слабозагрязненных водоемов. Количественные и качественные показатели зоопланктона исследуемых водоемов не имеют достоверных отличий от таковых в водоемах, расположенных вне зоны потенциального воздействия АГК. Колебание численности и биомассы, смены доминант можно объ-

яснить периодическим изменением гидрологического режима, температурой воды, длительностью половодья, наличием кормовой базы и присутствием поллютантов. Значительная степень сходства видового состава зоопланктона исследованных водоемов свидетельствует об одинаковом их санитарном состоянии. Прямую зависимость развития зоопланктона от фитопланктона обнаружить не удалось, так как они имеют разные периоды развития. Фитопланктон максимально развивается в период март – июнь, а зоопланктон несколько сдвинут на апрель – сентябрь и достигает наибольших значений при температуре от 15 до 25 °С.

В процессе исследования было выявлено, что численность и биомасса зоопланктона в отдельные годы могли отличаться в несколько раз. Поэтому нами был получен коэффициент, который позволяет оценить состояние зоопланктона в водотоках. Отношение биомассы обнаруженных групп зоопланктона к общей биомассе в процентах имеет следующий вид и представлено в табл. 2.

Таблица 2

Отношение биомассы групп зоопланктона к общей биомассе, в %

Группы зоопланктона	Водотоки	
	проточные	малопроточные
Copepoda	21,0–33,7	13,9–38,3
Cladocera	22,5–44,3	29,6–62,0
Rotatoria	22,0–56,6	21,0–53,0

Анализ табл. 2 показывает, что отношение биомассы групп к общей биомассе в процентах довольно стабильно. По вышеприведенным данным можно предположить, что гидробиологический режим Нижней Волги находится в стадии относительного равновесия. На основании многолетних мониторинговых работ можно сделать вывод, что состояние зоопланктона в исследуемых водотоках характеризуется как естественное в условиях общей антропогенной нагрузки и позволяет оценить качество поверхностных вод как относительно удовлетворительное.

Нами также были проведены гидрохимические исследования (табл. 3) при использовании стандартных методик [11]. Полученные данные сравнивались с СанПиНом 2.1.5.980–00 ГН 2.1.5.1315–03 и фоновыми значениями [7].

Водородный показатель может служить критерием закисления или защелачивания воды. Исследуемые водотоки в естественном состоянии относятся к зоне слабощелочных вод. Диапазон значений pH, предшествующий пуску АГК (1972–1985 гг.), составлял 7,2–8,4. В ранний период работы комплекса (с 1987 г.) в летнюю межень зарегистрированы случаи снижения pH до 6,3 в рук. Ахтуба. Однако анализ данных 2012 г. показывает, что значения pH находятся в пределах соответствующих естественному pH данных водоемов.

Максимальное содержание кислорода приходилось на период ледостава, когда в результате низких температур не только повышалась растворимость, но и снижались окислительные процессы. В теплый период его концентрация снижалась до 10,68 мг/дм^3, в более ранние года наблюдений (1992–1997) снижалась до 6,0–10,2 мг/дм^3 [1]. Таким образом, по этому показателю качество воды дельты Волги в районе АГК оценивалось как удовлетворительное.

Таблица 3

Некоторые гидрохимические показатели качества природных вод в 2012 г.

Наименование показателя	Норматив СанПиН, единицы измерения	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май
Водородный показатель Рук. Бузан Рук. Ахтуба	Не более 6,5–8,5	7,80 7,82	7,90 8,00	7,55 7,65	7,90 8,18	7,90 7,94
Перманганатная окисляемость Рук. Бузан Рук. Ахтуба	Не более 15 мгО/дм^3	5,78 ± 0,29 5,24 ± 0,26	5,87 ± 0,22 6,88 ± 0,34	4,68 ± 0,23 4,26 ± 0,21	5,40 ± 0.27 4,71 ± 0,24	4,88 ± 0,24 4,24 ± 0,21
БПК$_5$ Рук. Бузан Рук. Ахтуба	Не более 2,0 мгO_2/дм^3	0,86 ± 0,04 0,95 ± 0,05	1,24 ± 0,06 1,30 ± 0,07	1,32 ± 0,09 1,36 ± 0,12	0,98 ± 0,25 0,62 ± 0,16	0,99 ± 0,26 1,41 ± 0,37
Растворенный кислород Рук. Бузан Рук. Ахтуба	Не менее 4 мг/дм^3	11,50 ± 1,15 13,14 ± 1,31	8,97 ± 0,90 9,72 ± 1,02	8,78 ± 0,61 8,90 ± 0,62	12,36 ± 1,24 5,12 ± 0,51	10,68 ± 1,07 10,60 ± 1,06
ХПК Рук. Бузан Рук. Ахтуба	Не более 15 мгО/дм^3	17,90 ± 1,29 20,09 ± 1,80	18,06 ± 1,26 6,95 ± 0,49	18,01 ± 1,26 17,26 ± 0,86	18,38 ± 1,41 20,83 ± 1,46	22,5 ± 1,55 22,5 ± 1,58

Сезонная динамика $БПК_5$ в целом согласовывалась с изменением содержания кислорода в воде водотоков, а также с развитием планктона и гидрофитов и характеризовалась весенним максимумом. В отличие от периода 1991–1997 г., когда наблюдалось незначительное превышение ПДК по данному показателю [1], значения в исследуемый период не превышали нормативных значений.

В районе исследования показатель ХПК оставался на уровне, предшествующем пуску АГК, и по средним величинам он всегда превышал ПДК, как и в предшествующие годы наблюдений [1]. Таким образом, в настоящее время нет достаточных оснований связывать высокие значения ХПК в данном районе с деятельностью АГК. Аналогичные выводы можно сделать и по значениям перманганатной окисляемости.

Как видно из представленных данных, по большинству показателей не наблюдалось превышение санитарных нормативов. Исключение составляют значения ХПК в апреле 2012 г., что можно объяснить половодьем. При этом основное загрязнение органикой [8] было связано с транзитным стоком, а также с влиянием местных источников загрязнения.

Заключение

Активное освоение нефтегазовых месторождений Северного Прикаспия вызывает серьезную озабоченность. Особе беспокойство связано с деятельностью АГК, расположенного в районе уникального природного образования низовья Волги. Вся существующая и дальнейшая антропогенная нагрузка должна строго вписываться в рамки экологической безопасности. Без глубокого изучения свойств экосистем и механизмов формирования их реакции на техногенные воздействия сложно прогнозировать сложившуюся ситуацию и дать рекомендации на дальнейшее усиление нагрузки. Это возможно только при детальном исследовании конкретного объекта, что приведет к созданию концептуальной основы для выявления критических нагрузок, позволяющих определить допустимые нормы воздействия на экосистему с учетом природных и климатических условий, а также привнесения поллютантов за счет трансграничного переноса и транзитного стока.

Учитывая бессточную систему канализации, очистки и утилизации сточных вод АГК, можно предположить, что основное загрязнение водотоков органическим веществом связано как с высоким фоном в транзитном стоке р. Волги, так и с влиянием местных промышленных объектов.

Список литературы

1. Андрианов В.А. Геоэкологические аспекты деятельности Астраханского газового комплекса: монография. – Астрахань: АГМА, 2002. – 245 с.

2. Андрианов В.А. Оценка воздействия Астраханского газового комплекса на качество воздушного бассейна Северо-Западного Прикаспия. – Экологические системы и приборы. – 2001. – № 3. – С. 23–25.

3. Киселев И.А. Планктон морей и континентальных водоемов. – 2 т. – Л.: Наука, 1969. – 658 с.

4. Косова А.Н. Инструкция по наблюдениям на нерестилищах дельты Волги. – Астрахань: Астраханский гос. зап., 1979. – С. 14–16.

5. Курашова Е.К. Состав и сезонные изменения зоопланктона Нижней Волги // Тр. КаспНИРХ. – Астрахань, 1967. – Т. XXIII. – С. 59–80.

6. Кутикова Л.А. Коловратки Rotatoria фауны СССР. – М.-Л.: Наука, 1970.

7. Локтионова Е.Г. Определение содержания растворенного кислорода и биологического потребления кислорода для оценки качества речной воды / Е.Г. Локтионова, Л.В. Яковлева // Экология и промышленность России. – 2011. – № 10. – С. 34–35.

8. Локтионова Е.Г. Мониторинг загрязнения феноламиа, нефтепродуктами и синтетическими поверхностно-активными веществами внутренних водоемов г. Астрахани / Е.Г. Локтионова Г.В. Болонина, Л.В. Яковлева // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2012. – № 2.

9. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР (Планктон и бентос). – Л.: Гидрометеоиздат, 1977. – 510 с.

10. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / под ред. В.А. Абакумова. – Л.: Гидрометеоиздат, 1983. – С. 240.

11. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / под общ. ред. А.Д. Семенова. – Л.: Гидрометоиздат, 1977. – 524 с.

12. Фауна аэротенков: атлас / отв. ред. Л.А. Кутикова. – Л.: Наука, 1984. – 264 с.

References

1. Andrianov V.A. Geojekologicheskie aspekty dejatel'nosti Astrahanskogo gazovogo kompleksa: monografija, Astrahan: AGMA, 2002. 245 p.

2. Andrianov V. A. Ocenka vozdejstvija Astrahanskogo gazovogo kompleksa na kachestvo vozdushnogo bassejna Severo-Zapadnogo Prikaspija, *Ekologicheskie sistemy i pribory*, 2001, no. 3, pp. 23–25.

3. Kiselev I.A. Plankton morej i kontinental'nyh vodoemov, 2 t. L., Nauka, 1969. 658 p.

4. Kosova A.N. Instrukcija po nabljudenijam na nerestiliwah delty Volgi, Astrahan: Astrahanskij gos. zap., 1979, pp. 14–16.

5. Kurashova E.K. Sostav i sezonnye izmenenija zooplanktona Nizhnej Volgi, *Tr. KaspNIRH*, Astrahan, 1967. T. XXIII, pp. 59–80.

6. Kutikova L.A. Kolovratki Rotatoria fauny SSSR, M.- L., Nauka, 1970.

7. Loktionova E.G., Yakovleva L.V. Opredelenie soderzhanija rastvorennogo kisloroda i biologicheskogo potreblenija kisloroda dlja ocenki kachestva rechnoj vody, *Ekologija i promyshlennost Rossii*, 2011, no. 10, pp. 34–35.

8. Loktionova E.G., Bolonina G.V., Yakovleva L.V. Monitoring zagrjaznenija fenolami, nefteproduktami i sinteticheskimi poverhnostno-aktivnymi vewestvami vnutrennih vodoemov g.Astrahani. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2012, no. 2.

9. Opredelitel' presnovodnyh bespozvonochnyh Evropejskoj chasti SSSR (Plankton i bentos), L., Gidrometeoizdat, 1977. 510 p.

10. Rukovodstvo po metodam gidrobiologicheskogo analiza poverhnostnyh vod i donnyh otlozhenij, pod red. V.A. Abakumova, L., Gidrometeoizdat, 1983. p. 240.

11. Rukovodstvo po himicheskomu analizu poverhnostnyh vod sushi, pod obw. red. Semenova A.D., L., Gidrometoizdat, 1977. 524 p.

12. Fauna ajerotenkov: atlas, otv. red. Kutikova L.A., L., Nauka, 1984. 264 p.

Рецензенты:

Бухарицин П.И., д.г.н., профессор, ведущий научный сотрудник ИВП РАН, председатель Астраханского отделения Русского географического общества;

Головин В.Г., д.б.н., помощник члена Совета Федерации по работе в Астраханской области, профессор ФБГОУ «Астраханский государственный технический университет», г. Астрахань.

Работа поступила в редакцию 09.08.2012.