



ГЕОЭКОЛОГИЯ

УДК 504.455.064.47

СОСТОЯНИЕ МАЛЫХ ОЗЕР В УРБАНИЗИРОВАННЫХ ЛАНД-ШАФТАХ И ИХ ЗАЩИТА В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ (НА ПРИМЕРЕ ОЗЕР АК-ГЕЛЬ И БОЛЬШОЕ ТУРАЛИ)

© 2009. **Ахмедова Г.А., Расулова М.М.**

Дагестанский государственный университет

В черте города водоемы постоянно подвергаются негативному антропогенному воздействию. Их защита в таких условиях требует специальных мер.

Within the limits of the town the lakes is permanently exposed to negative man's impact. In such conditions their protection demands special arrangements.

Ключевые слова: городские водоемы, загрязнение, эвтрофирование, защита.

Keywords: urban lakes, pollution, eutrophication, protection.

Практически все водоемы, расположенные в черте городов, в той или иной степени подвержены антропогенному прессингу, что негативно отражается на качестве воды, жизнедеятельности гидробионтов и водной растительности, состоянии поверхности водоемов и прибрежной зоны. По сравнению с водотоками, водоемы более уязвимы к воздействию поступающих в них химических веществ, в том числе загрязняющих. Это обусловлено тем, что одним из важных факторов, способствующих самоочищению водных объектов, является их проточность. Поэтому находящиеся в городской черте водоемы, особенно бессточные и слабопроточные, фактически превращаются в накопители разнообразных городских отходов [6]. Антропогенными факторами загрязнения водных объектов являются сточные воды промышленных предприятий, населенных пунктов, животноводческих комплексов, дождевые и ливневые смывы с водосбросных площадей (в том числе с территорий городов, поселков, сельскохозяйственных угодий), загрязненные атмосферные осадки и химизация сельского хозяйства [2].

Интенсивное антропогенное воздействие на водоемы выражается главным образом в избыточном поступлении в водный объект биогенных и загрязняющих веществ, негативными последствиями чего являются развивающиеся в водоемах процессы эвтрофирования и загрязнения. В сбалансированной экологической системе поддерживается равновесие между образованием и распадом органического вещества, между выделением и потреблением кислорода. Нарушение этого равновесия ведет к химическим и биологическим изменениям. Антропогенное эвтрофирование озер связывают с резким повышением уровня трофии, т.е. с повышением скорости новообразования органического вещества, что ведет к перегрузке водоемов органикой. Процесс антропогенного эвтрофирования выражается также в массовом развитии сине-зеленых водорослей, нередко сопровождающемся так называемым «цветением воды», нарушении кислородного режима и возникновении бескислородных зон в придонной области. Все это ведет к подрыву полезной продуктивности водоема и, в конечном итоге, к его гибели. Существенную роль в этих процессах играют сточные воды. В озере под влиянием поступления богатых органикой сточных вод проис-



ходит уменьшение концентрации кислорода, вследствие превышения гетеротрофного дыхания над фотосинтетической продукцией, особенно в нижних слоях.

В Дагестане насчитывается около 100 озер. В основном они расположены в низменной части республики, меньше их в среднегорной и, в особенности, в горной частях. К главным озерам Приморской низменности относятся Ак-Гель, Большое и Малое Турали, Аджы [1].

Ак-Гель расположено в юго-восточной части г. Махачкалы, в районе Редукторного поселка, в 1,0 км от берега Каспийского моря. В результате понижения уровня Каспия воды его перестали поступать в озеро, и оно стало высыхать. Впоследствии озеро было восстановлено путем дноуглубительных работ и вследствие повышения уровня грунтовых вод в результате современной трансгрессии моря. Некоторое время озеро использовалось в качестве нагульного водоема для выращивания сазана, карпа, толстолобика. Длина и ширина озера около 1,3 км, общая площадь чуть больше 1,2 км² [7].

Озеро Большое Турали расположено в 22 км к юго-востоку от г. Махачкалы и в 2 км к югу от г. Каспийска. Большое Турали длиной около 6,0 км, шириной до 1,6 км, площадью около 3,6 км², глубиной до 1,2 м. Берега озера пологие, дно илистое. Озеро ценно своими лечебными грязями сульфатно-натриевого солевого состава. В соляном озере Большое Турали в недалеком прошлом производилась добыча поваренной глауберовой солей, а также миробилита [1].

Ак-Гель и Большое Турали – водоемы, находящиеся в непосредственной близости к населенным пунктам, в связи с чем испытывают на себе весь комплекс негативного антропогенного воздействия. Установлено, что в озеро Ак-Гель производится несанкционированный сброс бытовых сточных вод; сброс промышленных сточных вод с территории ОАО «Стекловолокно» в западной и северо-западной частях, хотя по данным КаспНИИРХа, сброс должен производиться в Каспийское море; происходит аварийная утечка сточных вод из прохудившихся труб, стоки нефтепродуктов АЗС и автомоек; на берегу производится складирование ТБО [4]. Восточная и юго-восточная его части загрязнены меньше и используются для любительского лова рыбы и включены в парковую зону. Одним из основных факторов загрязнения озера Большое Турали является непосредственная близость сельскохозяйственного сектора.

В период с октября 2006 по июнь 2007 гг. нами проводились исследования качества воды озёр Ак-Гель и Большое Турали по методикам в соответствии с Руководящими документами по определению качества поверхностных вод (1995), с целью определения трофического статуса водоемов (табл. 1).

Таблица 1

**Сезонные данные по определению трофического статуса оз. Ак-Гель и
Большое Турали (2006-07 гг.)**

Озеро	Период	Содержание О ₂ , мг/л	БПК ₅ , мг/л	Прозрач- ность, см	Цвет- ность, град.	Реакция (рН)	Запах (балл)
Ак-Гель	осень, 2006	9,61	3,17	4,8	0,872	10,0	4
	зима, 2006	13,08	7,25	4,8	0,881	10,0	4
	весна, 2007	15,44	14,64	4,6	0,889	10,0	4
	лето, 2007	9,39	8,55	5,0	0,854	10,0	3
	средн.	11,88	8,40	4,8	0,874	10,0	3,6
Большое Турали	осень 2006	6,7	2,29	3,2	0,852	9.9	3
	зима 2006	7,73	2,42	3,2	0,854	9.9	3
	весна 2007	6,8	4,22	3,2	0,851	9.9	3
	лето 2007	5,9	4,53	3,1	0,853	9.9	3
	средн.	6,8	3,37	3,2	0,853	9,9	3



Нами был проведен сравнительный анализ полученных на озёрах Ак-Гель и Большое Турали в 2006-07 гг. данных (табл. 1) с допустимыми значениями, установленными для водоемов, расположенных в черте населенных мест (табл. 2). Проведенные исследования позволили, в соответствии с классификацией показателей качества поверхностных вод, отнести данные озера к числу загрязненных. При анализе данных табл. 2 по указанным в ней критериям было выяснено, что озеро Большое Турали является мезотрофным (наблюдается тенденция изменения трофического уровня озера от мезотрофного к эвтрофному, о чем свидетельствуют увеличение количества биогенных веществ в воде и характеристика прибрежной растительности), озеро Ак-Гель – эвтрофным.

Таблица 2

**Результаты сравнительного анализа показателей состава и свойств воды
предъявляемых
к рекреационным водоемам с показателями оз. Ак-Гель и Большое Турали
(2006-07 гг.)**

Показатели состава и свойств воды водоема	Требования, предъяв- ляемые к водоемам, используемым в ре- креационных и хозяй- ственных целях	Результаты наблю- дений на оз. Ак- Гель	Результаты наблю- дений на оз. Большое Турали
Плавающие примеси	На поверхности водоема не должно быть плавающей пленки, пятен, минеральных масел и скоплений других примесей.	На поверхности водоема в прибрежной зоне наблюдается плавающая пленка и скопления пены СМС.	На поверхности водоема в прибрежной зоне наблюдается маслянистая пленка
Запахи, привкусы	Вода не должна иметь запахов и привкусов интенсивностью более 2 баллов, обнаруживаемых непосредственно.	Вода имеет запах интенсивностью около 3-4 баллов.	Вода имеет запах интенсивностью около 3-4 баллов
Окраска	Не должна обнаруживаться в столбике 10 см.	Обнаруживается в столбике 7 см.	Обнаруживается в столбике 8,5 см.
Растворен- ный кисло- род	Не должен быть менее 4 мг/л в любой период в пробе, отобранной до 12 ч дня.	Содержание растворенного кислорода от 9,39 мг/л до 15,44 мг/л.	Содержание растворенного кислорода от 5,9 мг/л до 7,73 мг/л.
БПК₅	Полная потребность воды в кислороде при 20 °С не должна превышать 6 мг/л.	Потребность воды в кислороде в осенне-зимний период составила в среднем 5,21 мг/л, в весенне-летний – 11,60 мг/л.	Потребность воды в кислороде в осенне-зимний период составила в среднем 2,36 мг/л, в весенне-летний – 4,38 мг/л.
Возбудители заболеваний	Не должна содержать возбудителей заболеваний. Биологически очищенные бытовые сточные воды обеззараживаются до коли-индекса не более 100 в 1 л при остаточном хлоре не менее 1,5 мг/л.	Сточные воды не очищаются, не обеззараживаются и даже не учитываются.	Сточные воды не очищаются, не обеззараживаются и даже не учитываются.
Реакция	Не должна выходить за пределы 8,5 рН	Составляет 10,0 рН	Составляет 9,9 рН



При этом существенную роль в процессе их эвтрофирования играют для оз. Ак-Гель бытовые стоки, для оз. Большое Турали стоки животноводческой фермы. В летние месяцы ситуация усугубляется. Это связано с тем, что в жаркий период процессы жизнедеятельности ускоряются, в результате чего микроорганизмы больше потребляют кислород. Соответственно складывается неблагоприятная обстановка для жизнедеятельности гидробионтов [5].

Неудовлетворительное экологическое состояние городских водоемов оказывает негативное влияние на здоровье населения и может способствовать возникновению неблагоприятной эпидемиологической обстановки. Кроме того, внешний вид загрязненных водоемов, обилие бытового и промышленного мусора в береговой зоне и на поверхности воды, «цветение воды», гнилостный запах от воды и растительных остатков в береговой зоне, пятна продуктов нефтяной промышленности на поверхности воды и другие внешние проявления неблагополучия водоемов нарушают эстетическую картину города [6].

Поскольку в экосистемах, подверженных антропогенному воздействию, восстановительные процессы происходят при продолжающемся антропогенном прессе, особенности последнего определяют конечное состояние экосистемы. Выбор и активное проведение в жизнь схем, обеспечивающих интенсивное восстановление, являются оптимальной политикой, как с природоохранной, так и с социальной точки зрения. Одним из главных тезисов при рациональном водопользовании следует принять следующий: профилактика эвтрофирования более целесообразна, чем его лечение.

Охрана водных ресурсов от загрязнения, засорения и истощения представляет собой очень сложную комплексную проблему. Задача состоит в том, чтобы добиться такого состояния водных объектов, при котором не наносится вред здоровью людей и обеспечиваются нормальное функционирование и устойчивость природных экосистем.

Выбор методов восстановления озёрных экосистем основан на оценке их экологической эффективности. Оздоровительные водоохранные мероприятия на водоемах, направленные на обеспечение биологической безопасности, необходимо проводить в двух направлениях: на водосборном бассейне (комплекс внешних мер) и на водоеме (комплекс внутренних мер, основанный на инженерных, химических и биологических методах). Применительно к разным водоемам должна разрабатываться своя стратегия защитных мероприятий.

Для предотвращения негативного воздействия на водоемы неконтролируемых, рассредоточенных источников поступления загрязняющих и биогенных веществ, следует ликвидировать несанкционированные свалки, убрать промышленный и строительный мусор с прилегающих к водоемам территорий, рекультивировать освободившиеся площади, создать вокруг водоемов водоохранные зоны и прибрежные защитные полосы [6]. В случае, когда водоем находится в черте города и используется в качестве резервуаров для слива сточных вод (Ак-Гель), необходимо, по мере возможности, вместо них использовать коллекторы городской канализационной сети.

Как показало проведенное исследование озер, расположенных в городской черте (Ак-Гель, Большое Турали), основным негативным следствием антропогенного воздействия является антропогенное эвтрофирование водоемов [5]. Для таких водоемов в условиях города из внутренних природоохранных мер рекомендуется применять следующие:

1) *Дноуглубление* (в случае измельчения водоемов) и *дноочистка* (при высокой внутренней биогенной нагрузке). Эти мероприятия следует проводить только после специального исследования, в ходе которого должны быть определены основные гидрохимические характеристики водоема, изучен качественный состав донных отложений, установлена мощность загрязненного слоя, а также роль отложений в качестве источника вторичного поступления биогенных и загрязняющих веществ в водную массу водоема. В естественных водоемах нельзя изымать донные отложения полностью, т.к. это приведет к серьезным нарушениям в экосистеме. Следует иметь ввиду, что изъятые донные осадки необходимо изолировать от водоема, чтобы исключить их дальнейшее влияние на качество воды.

2) *Принудительная аэрация нижних слоев водоема.*



3) *Замена воды водоема.* При замене воды загрязненного или эвтрофированного водоема, такого как озеро Ак-Гель, с экологических позиций нельзя откачивать воду полностью, т.к. это приводит к резким нарушениям в функционировании экосистемы водоема – допускается только частичная замена воды [6].

4) *Периодическое выкашивание воздушно-водной растительности.*

5) *Сбор плавающей растительности и подводное выкашивание макрофитов,* которые не изымаются из воды полностью для сохранения экосистемы озера.

Стратегия восстановления озёрной экосистемы должна основываться на понимании факторов и процессов, регулирующих состав, структуру и динамику озёрных сообществ. Успех восстановительных мероприятий зависит в значительной степени от организации и выполнения подготовительных работ. Во-первых, необходимо выполнить мониторинг озёра и его водосбора в предпроектный период, во время осуществления восстановительных мероприятий и после их осуществления.

Второй этап – это моделирование озёрной экосистемы, основанное на использовании полученных в результате мониторинга данных об озере и его водосборе.

На основе имеющихся моделей или эмпирических связей следует разработать на третьем этапе прогноз развития экосистемы озера на ближайшие 3-5 лет, по крайней мере, в двух вариантах – при сохранении антропогенного воздействия на озеро и после осуществления восстановительных мероприятий [3].

Все природоохранные мероприятия должны проводиться только на основе заключения экологической экспертизы. При выборе рекомендаций по обеспечению экологической безопасности и выполнению природоохранных работ на водоемах, при прочих равных условиях, с экологических позиций приоритет следует отдавать более щадящим мерам, направленным на стимулирование внутренней потенциальной способности водоема к саморегуляции и самоочищению, если эта способность еще не утрачена.

После выполнения комплекса природоохранных мероприятий на водоемах необходимо осуществлять периодический контроль их экологического состояния, с целью оценки эффективности предпринятых мер и разработки рекомендаций по дальнейшему улучшению их состояния.

Единственный путь сохранения городских водоемов, отвечающих своему функциональному назначению, а также поддержания их в санитарном состоянии, безопасном для здоровья населения, – это оптимизация взаимодействия в системе «город-водоем» [8]. Чтобы не допускать возникновения кризисных экологических ситуаций на водоемах города, а также своевременно и грамотно проводить упреждающие водоохранные мероприятия, необходимо вести постоянный квалифицированный контроль состояния водоемов.

Библиографический список

1. Акаев Б.А., Атаев З.В., Гаджиев Б.С. и др. Физическая география Дагестана. – М.: Школа, 1996. – 386 с.
2. Кривошеин Д.И., Кукин П.П., Лапин В.А. и др. Инженерная защита поверхностных вод от промышленных стоков. – М.: Высшая школа, 2003. – 344 с.
3. Наumenко М.А. Эвтрофирование озёр и водохранилищ. – СПб.: Изд-во РГТМУ, 2007. – 100 с.
4. Расулова М.М. Роль антропогенного фактора в эвтрофировании озера Ак-Гель // «Родник». Сборник научных работ аспирантов, магистров и студентов факультета экологии ДГУ. Выпуск 9. – Махачкала: ИПЭ РД, 2008. – С. 137-139.
5. Расулова М.М., Ярикова С.Ф. Антропогенное воздействие как фактор повышения уровня трофии озера Ак-Гель и Большое Турали // Труды Международного форума по проблемам науки, техники и образования. / Под ред. В.А. Малинникова, В.В. Вишневого. Том 2. – М., 2007. – С. 128-129.
6. Румянцев В.А., Игнатъева Н.В. Система ранней диагностики кризисных экологических ситуаций на водоемах. – СПб.: ВВМ, 2006. – 152 с.
7. Сайпулаев И.М., Эльдаров Э.М., Атаев З.В. и др. Водные ресурсы Дагестана: состояние и проблемы. – Махачкала, 1996. – 180 с.
8. Сохранение природной экосистемы водоема в урбанизированном ландшафте. / Под. ред. Е.А. Стравинской. – Л.: Наука, 1984. – 144 с.