ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ НА РЕКРЕАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ГОРОДСКОЙ ТЕРРИТОРИИ (НА ПРИМЕРЕ г. ТОМСКА)

Установлено, что водные объекты существенно влияют на рекреационную привлекательность отдельных районов города. Неблагоприятное экологическое состояние озер Томска снижает их аттрактивность. Однако приозерные территории города обладают высоким рекреационным потенциалом и могут использоваться для различных видов отдыха при проведении комплекса очистных мероприятий.

Ключевые слова: озера; Томск; экологическое состояние; рекреация.

Город – это сложная система, природные, техногенные и социальные компоненты которой, взаимодействуя между собой, оказывают существенное влияние друг на друга. Объекты промышленности и городской инфраструктуры изменяют природную составляющую городской среды, которая, в свою очередь, интенсивно влияет на условия жизнедеятельности в пределах города. Ярким примером взаимодействия природных и антропогенных компонентов урбанизированной среды могут служить водные объекты, в том числе и озера.

Озера городских территорий и их водосборы находятся под влиянием различных антропогенных факторов. Любое изменение на водосборном бассейне в той или иной степени отражается на формировании поверхностного стока, а через него и на состоянии озерной экосистемы [1]. Активная хозяйственная деятельность человека в пределах урбанизированных территорий преобразует весь комплекс гидрологических, гидрохимических и гидробиологических процессов в водных экосистемах; вызывает химическое и тепловое загрязнение водоемов, увеличивает масштабы и темпы эвтрофирования, нарушает экологическое равновесие и процессы саморегулирования [2]. Несмотря на ухудшение состояния, водные объекты продолжают влиять на процессы развития городской территории: формируют микроклимат и среду близлежащих районов, влияют на процессы застройки и др. Водоемы с ярко выраженной эвтрофикацией и неблагоприятным санитарным состоянием становятся источниками инфекционных заболеваний. Подобные изменения также приводят к потере озерными системами эстетических свойств, что лишает жителей города мест отдыха, купания, рыболовства.

Для г. Томска данная проблема особенно актуальна. На территории города проживает около 70% населения области, при этом уровень обеспеченности горожан благоустроенными зелеными зонами достаточно низкий. Исследования, проводимые в рамках разработки Генерального плана г. Томска, выявили, что обеспеченность одного жителя города зелеными насаждениями общего пользования составляет $3,9 \text{ м}^2$ [3], что значительно ниже норматива, установленного СНиП 2.07.01-89* [4]. При этом Томск имеет высокий потенциал для формирования комфортной городской среды, важным составляющим элементом которой является создание благоустроенных мест отдыха, озелененных городских пространств, имеющих свою функцию, тематическую направленность, пейзажные и ландшафтно-архитектурные особенности, режим использования. Проект формирования архитектурно-ландшафтной

системы «Зеленый Томск» предусматривает создание ряда новых крупных парковых комплексов, некоторые из них находятся вблизи городских озер [5].

При создании подобных рекреационных зон в первую очередь необходимо изучение экологического состояния аквальных комплексов как одного из главных лимитирующих факторов в рекреационном использовании побережья и акватории. Для решения данной задачи на территории г. Томска были исследованы 12 озер естественного и антропогенного происхождения, имеющих наибольшую потенциальную привлекательность для рекреантов в связи с размерами и географическим положением.

Большинство природных водоемов – озера Керепеть, Зырянское, Ереневское в северной части города (мкр. Черемошники), Мавлюкеевское, Университетское, Боярское, Кривое, Песчаное на юге и юго-западе городской территории – имеют старичное происхождение и лежат в пределах центральной поймы р. Томь. В Тимирязево, расположенном на II террасе левого берега р. Томь, находится еще одно Песчаное озеро, возникновение котловины которого связано с эоловыми процессами (котловина выдувания) [6]. Озеро Ботанического сада, расположенное на склоне междуречья в южной части города, своим возникновением обязано грунтовой насыпи, которая запрудила выходы родниковых вод. Поверх насыпи проложена асфальтовая дорога. На притоках р. Ушайка в северо- и юго-восточном районах города (мкр. Солнечный и пос. Степановка) также существуют озера антропогенного происхождения.

Современное экологическое состояние озер г. Томска можно оценить путем изучения физико-химических характеристик воды. Для решения данной задачи были взяты пробы воды в пяти озерах: Керепети (в северной и юго-восточной части), Мавлюкеевском, Боярском, Песчаном (Тимирязево), озере в мкр. Солнечный. В аккредитованных лабораториях был проведен гидрохимический и микробиологический анализ воды, результаты которого сравнивались с исследованиями, проводимыми ранее Б.Г. Иоганзенем [7], О.А. Прыгуновой [8]. Для оценки состояния городских водоемов у О.А. Прыгуновой были заимствованы данные по гидрохимии озер Университетского, Ереневского, Зырянского. Для воды всех вышеуказанных объектов, а также для системы озер Песчаное – Кривое, озер пос. Степановка и Ботанического сада был проведен анализ органолептических показателей. Данные исследования позволили оценить современное экологическое состояние водных объектов города.

По органолептическим характеристикам (табл. 1) относительно чистой можно считать воду двух озер – Боярского и Кривого, т.к. она бесцветная, прозрачная и не имеет запаха. Неприятный запах воды (озера Керепеть, Зырянское, Университетское, Мавлюкеевское), повышенная мутность (Керепеть, Зырянское, Ере-

невское), окраска (в Керепети – желто-зеленая, в оз. Зырянском – буроватая, у остальных озер вода слабо-желтая) снижают эстетическую ценность водоемов и создают вокруг них «зону отчуждения», которая, как правило, не используется городским населением. Часто на берегах этих водоемов образуются свалки мусора.

Т а б л и ц а 1

Органолептическая характеристика воды озер г. Томска

Название озера	Прозрачность	Цвет	Запах	Осадок
Боярское	Прозрачная	Бесцветная	Без запаха	Без осадка
Еренинское	Слегка мутная	Желтоватая	Без запаха	Без осадка
Зырянское	Слегка мутная	Буроватая	Болотный	Без осадка
Керепеть	Мутная	От слабо-желтого до желто-зеленого	Тяжелый болотный, затхлый	Растительные остатки
Кривое	Прозрачная	Бесцветная	Без запаха	Без осадка
Мавлюкеевское	Слегка мутная	Слабо-желтый	Легкий болотный	Растительные остатки
Озеро в мкр. Солнечный	Прозрачная	Слабо-желтый	Без запаха	Растительные остатки
Озеро на полигоне Ботанического сада	Прозрачная	Бесцветная	Легкий болотный	Без осадка
Озеро пос. Степановка	Прозрачная	Бесцветная	Напоминает запах гари	Растительные остатки
Песчаное	Прозрачная	Слабо-желтый	Без запаха	Без осадка
Песчаное (Тимирязево)	Прозрачная	Желтый	Без запаха	Растительные остатки
Университетское	Мутная	Слабо желтый	Легкий болотный	Растительные остатки

Микробиологический анализ (табл. 2) показал присутствие в воде исследуемых озер бактерий группы кишечной палочки (БГКП). Максимальное содержание обнаружено в оз. Керепеть (3 000 колониеобразующих единиц (КОЕ) в 100 см³ при допустимой норме 500 КОЕ в 100 см³). В воде

оз. Боярского велико количество фекальных колиформ. В Мавлюкеевском озере БГКП не обнаружены, но только в нем присутствует синегнойная палочка. Эти показатели говорят об эпидемической опасности исследуемых водоемов и невозможности использования их для купания.

Т а б л и ц а 2

Микробиологическая характеристика воды некоторых озер г. Томска

Название озера	Мкр. Солнечный	Боярское	Песчаное	Мавлюкеевское	Керепеть		Норматив по СанПиН 2.1.5.980-00 [9]
					ул. Усть-Керепеть	ул. Героев Чубаровцев	
Общие колиформные бактерии	30	170	80	0	3000	3000	Не более 500
Термотолерантные (фекальные) колиформы	30	170	80	0	3000	3000	Не более 100
Колифаги	2	0	3	0	0	2	Не более 10
Синегнойная палочка	Отсутств.	Отсутств.	Отсутств.	Присутств.	Отсутств.	Отсутств.	Отсутствие

Гидрохимические исследования включали изучение основных показателей качества воды: общей минерализации озерной воды, ионного состава, содержания некоторых микроэлементов, pH (табл. 3). Вода всех городских озер является пресной из-за расположения территории г. Томска в зоне достаточного увлажнения, и вследствие старичного происхождения большинства исследуемых водоемов. Общая минерализация воды колеблется от 98,45 мг/л у оз. Боярского до 879,04 мг/л в северной части оз. Керепеть. Показатель pH находится в пределах нормы и меняется от 6,67 до 7,6.

Гидрохимический анализ воды озер выявил повышенное содержание ионов аммония в воде оз. Песчаного и в северной части оз. Керепеть; практически во всех озерах наблюдается повышенное содержание ионов железа. Кроме того, в воде озера Керепеть, Мавлюкеевское, Боярское, Песчаное, мкр. Солнечный было выявлено присутствие кадмия, превышающего ПДК более чем в 10 раз, и кобальта, также содержащегося в количестве большем, чем должно быть в чистой

воде. В воде озера Университетского, Еренинского, Зырянского, Керепети наблюдается превышение содержания лития; а в озерах мкр. Солнечного и Песчаном достаточно высокое содержание титана, по сравнению с другими томскими водоемами.

Помимо качества водных масс, состояние водоемов можно диагностировать по количеству и видовому составу гидробионтов. Озера, почти не подверженные зарастанию – Боярское, Песчаное, Кривое, где в летний период наблюдается наличие кубышки, а в прибрежной встречаются небольшие островки осок и рогоза, – обладают достаточно высокими экологическими свойствами. Широкое распространение рогоза и тростника на озерах Мавлюкеевском, Ботанического сада, озере мкр. Солнечный; зарастание осокой береговой части озера Песчаного (Тимирязево), сплавинное заболачивание южной части озера пос. Степановка, покрытая ряской водная поверхность озера Керепеть, Зырянского, Университетского опосредованно говорят о неблагоприятном экологическом состоянии водоемов.

Гидрохимическая характеристика воды озер г. Томска

Название озера		мкр. Солнечный	Боярское	Песчаное	Мавлюкеевское	Университетское	Еренинское	Зырянское	Керепеть		ПДК по ГН 2.1.5.1315-03 [10], ГН 2.1.5.2280-07 [11]
									ул. Усть-Керепеть	ул. Героев-Чубаровцев	
Химические элементы и соединения											
рН		7,25	6,67	6,69	6,72	7,6	7,6	7,6	7,6	6,9	Не уст.
Минерализация, мг/л		628,1	98,5	250,3	358,2	807	416	365	879	481,9	Не уст.
Катионы, мг/л											
Аммоний	NH ₄ ⁺	<0,05	<0,05	7,0	<0,05	0,2	0,1	0,6	128,0	<0,05	1,5
Калий	K ⁺	29,9	16,1	32,2	23,0	63,5	89,5	67	27,6	43,7	Не уст.
Натрий	Na ⁺										
Магний	Mg ²⁺	19,2	<2,0	6,0	14,4	4,9	2,44	17,1	24,0	14,4	50
Кальций	Ca ²⁺	100,0	10,0	24,0	48,0	148,0	44,0	22,0	124,0	64,0	
Железо	Fe _{общ}	0,2	<0,04	0,54	0,2	0,6	5	0,8	0,44	0,2	0,3
Анионы, мг/л											
Хлорид	Cl ⁻	42,6	14,2	35,0	35,0	39,7	53,9	51,8	67,5	56,8	350
Сульфат	SO ₄ ²⁻	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	38	2	11	<0,5	<0,5	500
Гидрокарбонат	HCO ₃ ²⁻	408,7	48,8	128,1	219,6	512	195	171	457,5	286,7	Не уст.
Карбонат	CO ₃ ²⁻	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	0	24	24	<8,0	<8,0	Не уст.
Нитрит	NO ₂ ⁻	<0,005	0,13	<0,005	<0,005	0	0	0,02	<0,005	<0,005	3,3
Нитрат	NO ₃ ⁻	5,2	0,52	1,9	4,8	0,11	0,19	0,13	0,9	2,7	45,0
Гидрофосфат	HPO ₄ ²⁻	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	–	–	–	0,22	0,02	Не уст.
Микроэлементы, мг/дм ³											
Алюминий	Al	0,011	0,03	0,012	0,015	–	–	–	0,013	0,043	0,2–0,5
Кадмий	Cd	0,058	0,02	0,058	0,027	–	–	–	0,021	0,032	0,001
Кобальт	Co	0,027	0,02	0,027	0,019	–	–	–	0,016	0,015	0,1
Хром	Cr	0,079	0,29	0,079	0,055	0,01	–	–	0,072	0,04	0,05
Медь	Cu	0,018	0,01	0,023	0,002	–	–	–	0,021	0,016	1
Марганец	Mn	0,042	0,01	0,028	0,11	0,18	0,05	0,01	0,086	0,054	0,1
Никель	Ni	0,025	0,02	0,027	0,005	–	–	–	0,016	0,015	0,02
Титан	Ti	0,88	0,02	0,94	0,042	–	–	–	0,019	0,0063	0,1
Ванадий	V	0,026	–	0,023	0,005	–	–	–	0,011	0,0055	0,1
Цинк	Zn	0,3	–	0,037	0,035	–	0,01	–	0,27	0,28	1
Литий	Li	–	–	–	–	0,04	0,06	0,04	0,027	–	0,03
Свинец	Pb	–	–	–	–	–	–	–	0,005	–	0,01

Таким образом, оценка экологического состояния озер, перечисленных выше, позволяет сделать следующие выводы: на сегодняшний день ни один из исследуемых водоемов не может использоваться для видов отдыха, чувствительных к качеству воды (купание, рыболовство), развитие водных растений и цветение водоемов создают препятствия для использования рекреационного водного транспорта. Состояние озер усугубляется вследствие их расположения в пределах города, что выражается в росте и скорости процессов, которые в естественных условиях протекали бы медленнее. При этом малые бессточные водоемы, каковыми являются озера г. Томска, концентрируя загрязнения, в силу своих размеров не успевают самоочищаться, превращаясь в своеобразные отстойники.

Независимо от факторов, ограничивающих рекреацию, четыре озера в теплый период года используются горожанами для кратковременного и повседневного неорганизованного отдыха. На побережьях оз. Мавлюкеевского и озера Ботанического сада с весны до поздней осени устраиваются пикники, совершаются пешие прогулки; для купания в летний период используются озера Песчаное (Тимириязево) и Боярское. Подобный неорганизованный отдых наносит большой ущерб природным комплексам, изменяет видовое разнообразие

прибрежной растительности, влияет на состав и структуру животного мира и, в совокупности с неблагоприятным экологическим состоянием, значительно уменьшает привлекательность водоемов для человека.

Однако, несмотря на современное состояние, озера г. Томска обладают значительным рекреационным потенциалом. Наиболее перспективными для организации небольших пляжных зон с точки зрения ландшафтной структуры являются побережья озер Боярского, Мавлюкеевского, Ботанического сада, Песчаного (Тимириязево), системы водоемов Кривое – Песчаное, занятые природными и природно-антропогенными ландшафтами. Отсутствие опасных процессов (оползней, обвалов) по берегам, безопасный рельеф прибрежных зон, возможность устройства удобных и безопасных подходов к воде, являющиеся основными требованиями, предъявляемыми к зонам рекреации водных объектов [12], делают возможным создание на озерных побережьях площадок для принятия воздушных ванн, спортивных игр, мест для пикников, организацию дорожек и троп для пеших прогулок.

При ликвидации существующих на побережьях мусорных свалок и благоустройстве прибрежных территорий озера Керепеть, Зырянское, Еренинское, водоемы в пос. Степановка и мкр. Солнечный, наряду с

вышеуказанными водоемами, могут использоваться для прогулок на малых весельных судах и катамаранах. Озера Университетское и Мавлюкеевское, расположенные близ учебных корпусов Томского госуниверситета (№ 4 и 6 соответственно), могут стать основой для создания студенческих зон отдыха. Доведение качества воды в озерах до необходимых санитарных норм значительно увеличит их рекреационный потенциал, т.к. позволит развиваться видам отдыха, связанным непосредственными контактами с водной средой (купание, любительское рыболовство).

Таким образом, поведенные исследования показывают, что небольшие по площади томские озера могут играть первостепенную роль в организации кратковре-

менного отдыха населения. Возможность разнообразить отдых, эстетическое воздействие ландшафтов и смена впечатлений наделяют территории, расположенные около водоемов, значительной рекреационной привлекательностью. Поэтому наличие в городе водоемов значительно повышает рекреационный потенциал урбанизированной территории в целом. Плановая очистка водоемов и поддержание их экологического состояния, совместно с благоустройством приозерных территорий, не только повысит attractiveness озерных геосистем, но и позволит обеспечить длительное и устойчивое функционирование водоемов, что в целом будет способствовать улучшению и оздоровлению окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Прыткова М.Я.* Научные основы и методы восстановления озерных экосистем при разных видах антропогенного воздействия. СПб.: Наука, 2002. 147 с.
2. *Орехов Г.В.* Водные объекты на урбанизированных территориях и инженерные системы замкнутого водооборота // *Экология урбанизированных территорий*. 2008. № 2. С. 88–93.
3. *Генеральный план муниципального образования «Город Томск».* Пояснительная записка. Т. 2: Обосновывающие материалы. СПб.; Томск, 2006. 186 с.
4. СНиП 2.07.01-89* Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. М., 1994. 68 с.
5. *Генеральный план муниципального образования «Город Томск».* Положение о территориальном планировании. Приложение № 1 к решению Думы города Томска от 27.11.2007 № 687. СПб.; Томск, 2006. 99 с.
6. *Таран М.В., Евсеева Н.С.* Озеро Песчаное и его окрестности как объект физико-географической практики // *Вопросы географии Сибири*. Томск, 1997. Вып. 22. С. 157–161.
7. *Иоганзен Б.Г.* Водоемы окрестностей города Томска. Томск, 1951. 69 с.
8. *Прыгунова О.А.* Оценка экологического состояния некоторых озер города Томска // *Проблемы геологии и освоения недр: Труды 8-го симпозиума*. Томск, 2004. С. 350–352.
9. *Санитарные правила и нормы СанПиН 2.1.5.980-00* Гигиенические требования к охране поверхностных вод. М., 2000. 11 с.
10. *Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315-03* Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. М., 2003. 93 с.
11. *Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.2280-07* Дополнения и изменения № 1 к гигиеническим нормативам «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования». М., 2007. 5 с.
12. *Государственный стандарт ГОСТ 17.1.5.02 – 80.* Гигиенические требования к зонам рекреации водных объектов. М., 2004. 6 с.

Статья представлена научной редакцией «Науки о Земле» 10 декабря 2009 г.