

толщина планки, тем больше эффективная глубина зазора (в пределах от 30 до 54 мм.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОДЫ

Основным источником внешнего шума, воздействующим на территорию жилой застройки и расположенные на ней жилые здания г. Муром, является поток автомобилей. Шумовая характеристика автотранспортного потока на указанных территориях дорог составляет около 92,6 дБА в час пик дневного времени. Максимальный уровень звука составляет 98,2 дБА. Для обеспечения выполнения требований санитарных норм по шуму необходимо осуществление шумозащитных мероприятий.

На основании проведенных теоретических и модельных исследований можно сделать вывод, что средства снижения уровня акустического шума известны, и их применение позволяет обеспечить снижение воздействия шума на человека и на окружающую среду.

Вместе с тем следует признать, что на сегодняшний день нет единого подхода к применению сооружений как экранирующих конструкций, так и шумопоглощающих конструкций с резонаторами, защищающими от транспортного шума автомагистралей. Разработка единого подхода при проектировании сооружений с учетом их экранирующего эффекта позволит значительно изменить шумовую обстановку в прилегающей жилой застройке и на тротуарных проходах между домами и городскими автомагистралями.

В настоящее время высокоэффективного универсального средства защиты не существует. Известные средства обладают рядом недостатков, например: применение экранов нецелесообразно в жилых районах, а их применение на автомагистралях довольно дорого. Применение поглотителей на основе резонаторов Гельмгольца ограничивается конкретными условиями и частотными характеристиками акустического загрязнения.

Поэтому вопрос о применении того или иного шумопоглощающего устройства необходимо решать с учетом конкретно сложившихся условий, учитывая характеристики шумовой обстановки данной территории.

ЛИТЕРАТУРА

1. Руководство по расчету и проектированию средств защиты застройки от транспортного шума. М.: Стройиздат, 1982. 106 с.
2. *Калиниченко М.В.* Исследование загрязнения городских территорий автотранспортом (на примере города Муром) // *Машиностроение и безопасность жизнедеятельности*. 2011. № 3. С. 8-12.
3. *Вовк И.В., Мацыгура В.Т., Сотникова Т.А.* Об одном методе повышения эффективности шумоподавляющих барьеров // *Акустический вiсник*. Киев, 2006. Т. 9. № 2. С. 17-26.
4. *Калиниченко М.В.* Разработка шумозащитных мероприятий (на примере города Муром) // *Машиностроение и безопасность жизнедеятельности*. 2012. № 1. С. 19-22.
5. СП 42.13330.2011. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. М.: ОАО «Центр проектной продукции в строительстве», 2011. 114 с.
6. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. М.: Минздрав РФ, 1996. 10 с.
7. ГОСТ 20444-85. Шум. Транспортные потоки. Методы измерения шумовой характеристики. М.: Изд-во стандартов, 1985. 23 с.
8. *Medwin H.* Shadowing by finite noise barriers // *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1981. V. 69. № 4. P. 1060-1064.
9. *Шендеров Е.Л.* Изучение и рассеяние звука. Л.: Судостроение, 1989. 204 с.
10. *Медведев В.Т.* Инженерная экология: учебник. М.: Гардарики, 2002. 687 с.

Поступила в редакцию 14 сентября 2012 г.

Kalinichenko M.V. DEVELOPMENT OF NOISE-REDUCING ACTIVITIES OF URBANIZED TERRITORIES

The results of calculations of noise-reducing screens of various sizes and designs are presented. The effectiveness of the noise level in the case of such screens in the streets of the city of Murom is calculated.

Key words: noise level; noise protection device; soundproof screen; resonator.

УДК 502.13(470.55) + 556(470.55)

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СОСТОЯНИЯ ВОДНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ ОЗЕРА ИЛЬМЕНСКОЕ

© Т.Г. Крупнова, А.М. Кострюкова, И.В. Машкова, О.В. Ракова

Ключевые слова: физико-химические характеристики; фитопланктон; моллюски; макрофиты.

Представлены результаты комплексного исследования физико-химических характеристик, видового состава планктонного сообщества, макрофитной растительности и малакофауны озера Ильменское, расположенного на территории Ильменского государственного заповедника. Антропогенно-нарушенные участки акватории не оказывают влияния на экосистему озера. Результаты исследования показали, что озеро можно рассматривать как эталонное при изучении озерных систем южноуральского региона, испытывающих техногенную нагрузку.

ВВЕДЕНИЕ

Изучение экологических проблем пресных водоемов является важной задачей в свете сохранения их

естественного состояния и рационального использования. Южный Урал – край озер, однако техногенная нагрузка на гидрологические экосистемы в настоящее время продолжает увеличиваться. Гидрохимические и

гидробиологические характеристики природного (фоновое) состояния большинства пресных озер Челябинской области исследованы недостаточно полно. Это в существенной мере затрудняет проведение адекватной оценки интенсивности и своеобразия техногенного загрязнения данной территории. В этой связи представляет интерес изучение экологических проблем озерных экосистем, находящихся на охраняемых территориях (в заповедниках).

Нами было выбрано для исследования озеро Ильменское, которое расположено на южной границе Ильменского заповедника и находится на административной территории г. Миасса. К заповедной относится небольшая часть юго-восточного побережья. На западном берегу озера расположены две базы отдыха, на северном – жилой поселок и нефтебаза. Недалеко от восточного побережья проходят железная и автомобильная дороги. *Целью данной работы* было выявить различия гидрохимических и биологических характеристик в различных частях акватории озера, оценить обусловленность отличий в случае их наличия существующей антропогенной нагрузкой либо природными факторами.

Общеизвестно, что состояние фитопланктона весьма чувствительно к ухудшению качества пресной воды, поэтому его удобно использовать в качестве биоиндикатора для оценки кратковременного загрязнения. Макрофиты и брюхоногие моллюски достаточно консервативны по отношению к изменениям природной среды, и их характеристики отражают общие долговременные тенденции изменений, происходящих в водоемах. Исследования гидрохимических данных могут позволить более четко выявить связь структурных показателей макрофитной растительности, численности и видового разнообразия планктона и малакофауны с природными и антропогенными факторами.

В настоящей работе впервые силами коллектива кафедры экологии и природопользования Южно-Уральского государственного университета проведено комплексное исследование физико-химических характеристик, состояния планктона, макрофитной растительности и малакофауны озера Ильменское.

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ И ИСТОРИЯ ЕГО ИЗУЧЕНИЯ

Водоемы Ильменского государственного заповедника (Южный Урал, Челябинская область) принадлежат к бассейну Иртыша, его крайней западной части. Ильменский заповедник богат крупными озерами, которые имеют преимущественно тектоническое происхождение и довольно глубоки [1]. К числу таких водоемов относятся озера Ильменское, Большое и Малое Миассово, Большой Таткуль, Большой Ишкуль, Большой Кисегач, Савелькуль и др. В них наблюдаются стгонно-нагонные явления, развита каменистая лито-

раль, дно преимущественно песчаное или галечное, в отдельных местах покрыто крупными валунами.

Проведенное ранее изучение [2] распределения фитопланктона по акватории выявило устойчивые локализации повышенной биомассы фитопланктона, приуроченные к источникам комплексного антропогенного загрязнения и мелководным заливам. Меньшее развитие массовых видов фитопланктона выявлено в заливах, заросших высшей водной растительностью.

Высшая водная растительность в открытой части озер развита сравнительно слабо; наиболее богаты гидрофитами мелководные заливы [3], которые постоянно или временно сообщаются с основной частью озера, но обладают специфическим гидрологическим режимом, что отражается на численности моллюсков и видовом составе малакофауны [4].

Гидрология изучается на территории заповедника с 1951 г. Согласно [1], в целом все Ильменские озера имеют гидрокарбонатный гидрохимический тип вод кальциевой и натриевой групп. Лишь отдельные заливы и мелководья озер при резкой смене окружающей геохимической обстановки приобретают другой облик. Однако почти всегда в них содержатся компоненты $\text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^-$. Воды озер заповедника относятся к околонейтральным, показатель pH в крупных глубоких озерах составляет 7,0–8,3; в более мелких эвтрофированных озерах: 6,0–9,3 [5].

Озеро Ильменское принадлежит Карскому гидрографическому бассейну (или Обскому бассейну Северного Ледовитого океана). По региональной классификации изучаемое озеро расположено в Восточно-Предгорном лимнологическом районе, преимущественно тектонического происхождения, слабоводообменно, имеет сток в систему рек Миасс – Исеть – Тобол – Обь, тип водообмена аккумулятивно-транзитный, модуль среднегодового стока низок. Исследуемое озеро лежит в зоне предгорных южно-таежных ландшафтов на серых лесных маломощно-щелочистых почвах, покрытых сосново-березовыми лесами с примесью мелколиственных пород – осины, ольхи, липы. Водосборная площадь озера невелика (табл. 1).

Берега озера Ильменское примыкают к городской черте, на их водосборах расположены объекты рекреации, железная дорога, водоем испытывает антропогенный пресс. Озеро по типу минерализации является пресными водоемом (солеосодержание согласно [2] составляет 79,3–164,7 мг/л) гидрокарбонатного типа $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+} - \text{Mg}^{2+}$.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводили в июне-июле 2006–2012 гг. во время учебной практики на территории научной базы Ильменского государственного заповедника УрО РАН.

Для проведения исследований были выбраны 5 станций в прибрежной зоне (рис. 1).

Таблица 1

Морфометрические характеристики озера Ильменское [2]

Высота над уровнем моря (м)	Площадь водного зеркала (км ²)	Объем воды (км ³)	Глубина	
			максимальная	средняя
331,4	4,56	14,6	6,1	3,0

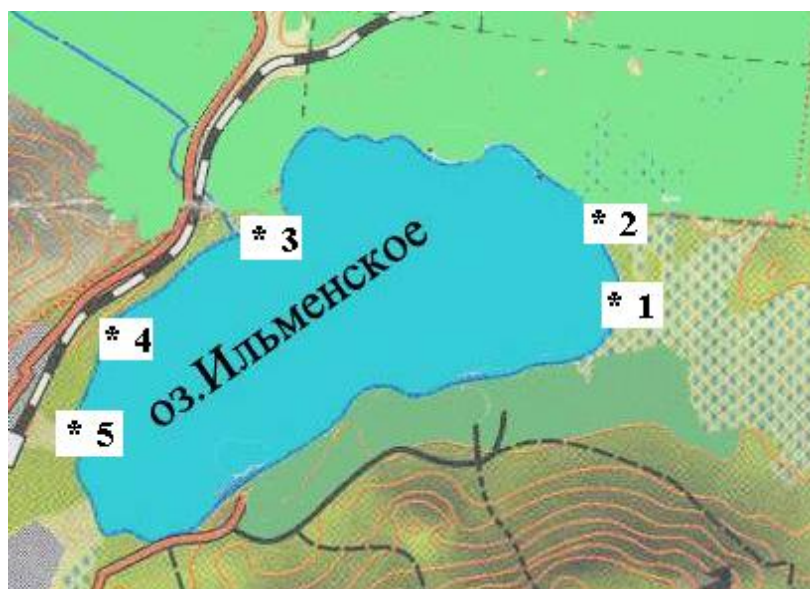


Рис. 1. Точки пробоотбора озера Ильменское

Таблица 2

Результаты химического анализа воды озера Ильменское

Показатель		Номера станций				
		1	2	3	4	5
рН	минимум	7,4	7,5	7,3	7,2	7,5
	максимум	7,6	7,8	7,6	7,7	7,7
Цветность, град	минимум	34	30	52	42	32
	максимум	64	40	82	62	52
Жесткость, ммоль/л	минимум	1,3	1,4	1,5	1,6	1,2
	максимум	1,8	1,7	1,8	2,3	2,0
Окисляемость, мгО/л	минимум	11,2	9,5	13,32	11,9	7,2
	максимум	12,8	18,9	24,4	22,4	18,0
Содержание растворенного кислорода, мг/л	минимум	6,4	7,4	4,9	7,0	6,7
	максимум	8,2	8,6	7,8	8,0	8,2
Содержание углекислого газа, мг/л	минимум	3,3	2,5	2,8	2,4	2,3
	максимум	3,5	2,6	3,2	2,6	2,6
Содержание нитритов, мг/л	минимум	0,006	0,008	0,020	0,010	0,009
	максимум	0,010	0,013	0,025	0,016	0,012
Содержание нитратов, мг/л	минимум	3,21	6,15	2,86	4,25	4,56
	максимум	4,20	7,17	3,96	6,19	5,27
Содержание ионов аммония, мг/л	минимум	0,14	0,16	0,15	0,24	0,18
	максимум	0,16	0,18	0,27	0,29	0,26
Содержание хлорид-иона, мг/л	минимум	10,2	13,2	14,6	13,3	12,9
	максимум	11,5	14,2	16,8	14,3	14,6
Содержание железа общего, мг/л	минимум	0,16	0,20	0,75	0,10	0,08
	максимум	0,25	0,46	1,64	0,34	0,11
Содержание ортофосфатов, мг/л	минимум	0,25	0,04	0,14	0,18	0,19
	максимум	0,34	0,12	0,56	0,25	0,27

При отборе проб использовали батометр в соответствии с общепринятыми для альгологических исследований методами. Сгущение осуществляли осадочным способом. Использовали световые микроскопы с увеличением в 600 и 1000 раз. Виды, разновидности и формы водорослей идентифицировали по отечественным и зарубежным определителям. В основу систематического списка положена классификационная систе-

ма, принятая нами при ревизии флоры водорослей водных экосистем Челябинской области [6].

При эколого-географической характеристике фитопланктона использовали литературные данные [7].

Степень органического загрязнения водоемов оценивали по индексу сапробности методом Пантле-Бука в модификации Сладечека [7].

Таблица 3

Распределение встречаемости видов различных организмов-биоиндикаторов по станциям

Количество встречаемых видов	Номер станции				
	1	2	3	4	5
Фитопланктон	25	28	13	21	20
Моллюски	9	8	8	3	4
Макрофиты	телорез, осока пузырчатая элодея канадская	кувшинка белая, элодея канадская, белокрыльник болотный	телорез, рогоз узколистный	стрелолист, элодея канадская	телорез, рдест узколистный

Таблица 4

Таксономический состав водорослей озера Ильменское

Отдел	Число таксонов			
	Класс	Порядок	Род	Вид
Cyanophyta	2	3	11	15
Dynophyta	1	1	2	3
Chrysophyta	1	1	1	2
Bacillariophyta	1	2	7	8
Clorophyta	3	4	10	13
Euglenophyta	1	1	2	3

При проведении альгологических сборов и отборе проб воды определяли физико-химические параметры (температуру воды, прозрачность по диску Секки, запах, цвет). Пробы для гидрохимического анализа соответствовали требованиям ГОСТ Р 51592-2000. Активную реакцию воды измеряли в момент отбора проб портативным прибором. Температуру определяли ртутным термометром. Исследования выполняли по аттестованным методикам, рекомендованным для экологического мониторинга поверхностных вод в ранге ПНД Ф и РД 52. В пробах воды определяли: цветность, перманганатную окисляемость (ПО), растворенный кислород методом Винклера [8], гидрокарбонат-ионы, ионы аммония [9], нитрит-ионы [10], нитрат-ионы, ортофосфат-ионы, хлориды, жесткость общая, железо общее [11].

Насыщение воды кислородом и суммарное содержание минерального азота и фосфора рассчитывали согласно установленным поправкам и известным эквивалентам [12].

В анализе макрофитной растительности озера использовали литературные данные [3].

Моллюски собирали с помощью скребка, драги либо вручную на мелководьях и путем смыва с растительности. Собранный материал фиксировали. Видовую диагностику гастропод производили по определителю [13].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные результаты химического анализа водоема представлены в табл. 2.

Выбранные станции довольно полно характеризуют состояние озера, поскольку расположены на территории основных загрязняющих объектов.

По большинству показателей качество воды колеблется между чистой и умеренно-загрязненной. Повы-

шенная цветность, содержание железа, а также окисляемость в точке 3 связаны с заболоченностью участка пробоотбора и поступлением веществ из вод реки Черемшанка, впадающей в озеро Ильменское.

Результаты исследования видового состава фитопланктона, малакофауны и макрофитной растительности приведены в табл. 3.

За все время изучения обнаружено 44 вида микроводорослей. Таксономический состав водорослей озера Ильменское представлен в табл. 4. В водоеме преобладали сине-зеленые (34 %), зеленые (29 %) и диатомовые (18 %) водоросли, что характерно для водоемов умеренных широт. Наиболее низкое видовое богатство во флоре водорослей отмечено среди отделов *Dynophyta*, *Chrysophyta* и *Euglenophyta*. Основу доминирующих водорослей озера Ильменское составляют роды из отделов сине-зеленых: *Aphanothece* (1), *Anabaena* (6), *Gloeotrichia* (1), *Gomphosphaeria* (1), *Microcystis* (2), *Oscillatoria* (1), *Pseudoholopedia* (1), *Snowella* (1) *Woronichinia* (1); диатомовых: *Amphora* (1), *Asterionella* (1), *Cymbella* (2), *Fragillaria* (1), *Pinnularia* (1), *Synedra* (2); зеленых: *Botrococcus* (1), *Closterium* (1), *Coenochloris* (1), *Coenococcus* (1), *Cosmarium* (1), *Eudorina* (1), *Pediastrum* (1), *Shpaerocystis* (3), *Spirogyra* (1), *Staurastrum* (1), *Volvox* (1).

Преобладающие по численности виды по системе классификации водоемов Кольквитца и Марссона относятся к переходной между олиго- и β -мезосапробной зонами загрязнения. Индексы сапробности для каждого года исследования также находились в пределах значений для олиго- и β -мезосапробных зон. Данная степень сапробности позволяет оценить водоем как удовлетворительно чистый (умеренно загрязненный).

В ходе исследования видового состава моллюсков озера Ильменское было обнаружено 13 видов (табл. 5).

Для определения индекса сапробности по брюхоногим моллюскам также использовали метод индикаторных организмов Пантле и Букка в модификации Сладечека. Индексы сапробности находились в пределах 1,5–2,5, что соответствует β -мезосапробной зоне.

Для оценки трофности озера Ильменское использовали макрофитную растительность. По состоянию высшей водной растительности озеро относится к мезотрофным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что, несмотря на существующую антропогенную нагрузку, для экосистемы озера Ильменское характерно относительно высокое биоразнообразие и устойчивость. В дальнейшем озеро можно рассматривать как

Видовой состав моллюсков озера Ильменское

Встречаемость	Точка 1	Точка 2	Точка 3	Точка 4	Точка 5
Доминирующие виды	<i>Viviparus contectus</i>	<i>Viviparus contectus</i>	<i>Viviparus contectus</i>	<i>Viviparus contectus</i>	<i>Viviparus contectus</i>
	<i>Planorbis carinatus</i>	<i>Planorbis vortex</i>	<i>Planorbis nitidus</i>	<i>Planorbis nitidus</i>	<i>Limnaea truncatula</i>
	<i>Pisidium obtusale</i>		<i>Pisidium obtusale</i>		<i>Pisidium obtusale</i>
			<i>Bithynia tentaculata</i>		
Редко встречающиеся виды	<i>Limnaea auricularia</i>	<i>Limnaea auricularia</i>	<i>Limnaea auricularia</i>	<i>Planorbis corneus</i>	<i>Limnaea palustris</i>
	<i>Limnaea stagnalis</i>	<i>Limnaea stagnalis</i>	<i>Limnaea stagnalis</i>		
	<i>Limnaea truncatula</i>	<i>Limnaea truncatula</i>	<i>Limnaea truncatula</i>		
	<i>Planorbarius corneus</i>	<i>Planorbarius corneus</i>	<i>Planorbis corneus</i>		
	<i>Bithynia tentaculata</i>	<i>Bithynia tentaculata</i>			
	<i>Planorbis vortex</i>	<i>Valvata pisciwlis</i>			

эталонное при изучении процессов, протекающих в водоемах, подверженных антропогенному влиянию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жариков С.С. Озера, реки и грунтовые воды Ильменского заповедника. Архив Ильменского государственного заповедника. 1951. Оп. 2. Д. № 150. 206 с.
2. Снитко Л.В. Фитопланктон разнотипных озер Ильменского заповедника (Южный Урал): автореф. дис. ... канд. биол. наук. Сыктывкар, 2004. 24 с.
3. Вейсберг Е.И. Структура и динамика сообществ макрофитов озер Ильменского заповедника. Миасс: ИГЗ УРО РАН, 2009. 122 с.
4. Винарский М.В., Каримов А.В., Лазуткина Е.А. Фауна брюхоногих моллюсков (Mollusca:Gastropoda) водоемов Ильменского заповедника // Вестник Омского государственного педагогического университета: электронный научный журнал. 2006. URL: <http://www.omsk.edu/article/vestnik-omgpru-65.pdf>.
5. Рогозин А.Г., Гаврилкина С.В., Перескоков А.В., Снитко Л.В. Картирование акваторий водоемов как метод экологического мониторинга // Известия ЧНЦ РАН. Челябинск, 2003. № 2. С. 95-99.
6. Ярушина М.И., Танаева Г.В., Еремкина Т.В. Флора водорослей водоемов Челябинской области. Екатеринбург: НИСО УрО РАН, 2004. 307 с.
7. Барнинова С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель-Авив, 2006. 498 с.
8. ПНД Ф 14.1:2.101-97 «Методика выполнения измерений массовой концентрации растворенного кислорода в пробах природных и очищенных сточных вод йодометрическим методом». М., 2004. 10 с.
9. ПНД Ф 14.1:2.1-95 «Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации ионов аммония в природных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Несслера». М., 2004. 13 с.
10. ПНД Ф 14.1:2.4-95 «Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации нитрит-ионов в природных и сточных водах». М., 2004. 13 с.
11. ПНД Ф 14.1:2.50-96 «Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации общего железа в природных и сточных водах фотометрическим методом с сульфосалициловой кислотой». М.: ГУАК Минприроды РФ, 2004. 12 с.
12. Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеоздат, 1970. 296 с.
13. Старобогатов Я.И., Богатов В.В., Прозорова Л.А., Саенко Е.М. Моллюски // Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. СПб.: Наука, 2004. Т. 6. С. 9-492.

Поступила в редакцию 14 сентября 2012 г.

Krupnova T.G., Kostryukova A.M., Mashkova I.V., Rakova O.V. ECOLOGICAL PROBLEMS OF AQUATIC ECOSYSTEM OF LAKE ILMEN

The results of a comprehensive study of physical-chemical characteristics of the species composition of the plankton community, macrophyte vegetation and malacofauna of Lake Ilmen, which is located in the territory of Ilmen Wildlife Park, are considered. Anthropogenic disturbed land area does not affect the lake ecosystem. Results of research showed that the lake can be considered as reference at studying of lake systems of the south-Ural region, which have technogenic loading.

Key words: physical-chemical characteristics; phytoplankton; mollusca; macrophytes.