

ЭКОЛОГО-ХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОД ОЗЕРА АГРОЛАНДШАФТА (НА ПРИМЕРЕ ОЗ. ХОМУТИНА АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ)

Ключевые слова: озеро, эвтрофирование, экологическое неблагополучие, биогены, гетеротрофные, нефтеокисляющие, фенолоокисляющие бактерии, макрофиты.

Введение

На территории Амурской области протекает 85220 рек, в том числе крупные Амур и Зея, имеется 42744 озера, создано 110 водохранилищ. Болотами занято 130 тыс. км² территории области [1].

Своеобразные компоненты географической среды, озера в значительной степени выполняют функции регулятора водного режима определенных ландшафтов, поддерживая равновесие и перераспределяя влагу. Особенностью озер является то, что они представляют собой замкнутое углубление суши, в которое стекает и накапливается вода. Хотя химический состав озер остается относительно длительное время постоянным, в отличие от реки заполняющее его вещество обновляется значительно реже, а имеющиеся в нём течения не являются преобладающим фактором, определяющим его режим.

Проблема антропогенной эвтрофикации озер, а также изменение территорий водосбора является очень актуальной. Поэтому изучение состояния озер имеет большое значение для защиты их от загрязнения и деградации. Водосбор озера Хомутина интенсивно нарушен антропогенной деятельностью. Цель исследований: дать эколого-химическую оценку состояния оз. Хомутина, используя эколого-географические, гидрохимические и биоиндикационные методы.

Объекты и методы исследований

Озеро Хомутина старичного типа расположено в пойме Амура в 30 км выше г. Благовещенска, в окрестностях с. Марково (рис.).

Озеро аккумулирует поверхностный сток с целого ряда падей, пересыхающих в летнее время, а также с ирригационной системы, сооруженной в пойме Амура. Побережье озера интенсивно нарушено прокладкой осушительных каналов, сельскохозяйственной деятельностью, промышленной застройкой. В селе функционирует животноводческая ферма. На озере производится водопой скота жителей села. Огороды сельчан расположены на возвышенности и

вплотную подходят к урезу воды. Древесная растительность в пределах прибрежной полосы представлена из-за вырубki разреженно, в основном ивой и березой.



Рис. 1. Местоположение озера Хомутина

Пробы отбирали выше села в районе моста (станция 1) и ниже села (станция 2) в первой декаде мая, июля и третьей декаде сентября 2007-2010 гг. Всего было обработано 216 проб воды.

Отбор проб для определения химических показателей проводили пробоотборником по общепринятой методике согласно ГОСТ 51592-2000, на микробиологические показатели – в соответствии с требованиями ГОСТ 17.1.5.04-81.

Определения различных ионов производили согласно известным методикам (табл. 1).

Учет вероятной численности гетеротрофной микрофлоры проводили на жидкой питательной среде Йошимицу-Кимура [2]. Численность микроорганизмов группы фенолоокисляющих бактерий определяли на минеральной среде, содержащей 1 мг/л фенола, а окисляющих нефтеуглеводороды – с добавлением дизельного топлива в концентрации 0,1%. Первичную обработку полученных результатов роста микроорганизмов в жидких средах проводили с использованием статистических таблиц Мак-Креди

[3]. Статистическую, графическую обработку результатов и анализов исследований выполняли с использованием пакета программ «MSExcel».

Было собрано около 25 растений, определена их видовая принадлежность, исследованы условия обитания. Сбор растений проводился по общепринятым методикам, для этого определяли степень покрытия, обилие и жизненность водных растений. Степень загрязнения и трофности воды определяли по растениям индикаторам, используя методику Б.В. Виноградова [4].

Результаты исследований и их обсуждение

Под устойчивостью водного объекта к изменению параметров режимов будем понимать его способность сохранять квазипостоянными свои свойства и параметры постоянных в условиях, действующих на него внешних и внутренних нагрузок. Тогда уязвимыми к изменению параметров режимов будут объекты, не способные сохранять указанные свойства на определенном временном интервале функционирования.

Оценка устойчивости получается как результат учета многих свойств, характеризующихся большим набором параметров оценивания, среди которых физико-географические и климатические условия и характер антропогенного воздействия являются определяющими.

Для оценки устойчивости использовали балльно-индексный метод, предложенный

В.В. Дмитриевым, в котором были учтены физико-географические признаки (географическая зона, сезон года, период действия водотока), характер маловодной фазы (продолжительность низкого стока, продолжительность ледостава, продолжительность отсутствия стока), гидрологический режим (скорость течения, колебание уровня, температура воды), площадь водосбора и расход воды [5]. Согласно предложенной методике озеро Хомутина является по классу качества загрязненным и максимально устойчивым, что может указывать на экологическое неблагополучие.

Тенденция к ухудшению качества воды озера дает основание считать особенно актуальными вопросы, связанные с исследованием условий функционирования экосистемы водоема, которые непосредственно связаны с проблемами загрязнения воды и береговой зоны. Вода озера имеет преимущественно слабощелочной и щелочной характер (табл. 2). Активная реакция воды повышается в июле, например, в 2007 г. рН составляла 8,2, в 2009 г. увеличивалась до 9,0.

Содержание общего железа в воде составляет 1,5-4 ПДК (табл. 2). В мае его количество максимальное, ионы железа могут привноситься вместе со смывом почв. Содержание общего железа достигало в этот период 2-3 ПДК. Летом его количество снижается, так как повышается водность рек.

Таблица 1

Перечень методик, использованных при проведении анализа природных вод

Определяемые показатели	Регистрационный номер документа на методику выполнения измерения	Метод
рН	ПНД Ф 14.1:2:3:4.12197	Потенциометрия
Растворенный кислород	РД 52.24.419-95	Титриметрия
БПК ₅	ПНД Ф 14:1:2:3:4.123-97	Титриметрия
Перманганатная окисляемость	ПНД Ф 14.2:4.154-99	Титриметрия
Аммиак и ионы аммония	ПНД Ф 14:1.1-95	Фотометрия
Нитрат-ионы	ПНД Ф 14.1:2.4-95	Фотометрия
Нитрит-ионы	ПНД Ф 14.1:2.3-95	Фотометрия
Фосфаты и полифосфаты	ПНД Ф 14.1:2.112-97	Фотометрия
Железо общее	ПНД Ф 14.1:2.50-96	Фотометрия
Жесткость, кальций, магний	РД 52.24.395-95	Титриметрия

Таблица 2

Активная реакция и содержание общего железа в воде озера Хомутина

	Активная реакция		Железо общее, мг/дм ³	
	$X_{cp} \pm tS_x$	V, %	$X_{cp} \pm tS_x$	V, %
Станция 1	7,5±0,2	9	0,42±0,068	40
Станция 2	7,6±0,31	14	0,41±0,05	39

Здесь и далее: X_{cp} – среднее значение из 12 определений; tS_x – достоверный интервал для среднего значения; V – коэффициент вариации, %.

Воды мягкие, так как общая жесткость воды составляет от 0,55 до 1,2 мг экв/л. По общему количеству биогенных веществ в водах озера санитарно-токсикологический порог ПДК превышен по содержанию аммонийного азота (табл. 3). За весь период наблюдений, независимо от сезона года, содержание аммонийного азота было выше ПДК, например, в мае 2008 г. на станции 2 составляла 2,5 ПДК, в июле 2009 г. – 1,8 ПДК, в сентябре 2010 г. – 2 ПДК. Нитриты как промежуточный продукт дальнейшего химического окисления аммонийных солей содержались в природной воде в незначительных количествах – 0,005–0,006 мг/л. Концентрация нитратов также была невысокой, так как в летнее время они ассимилировались водной растительностью. Важнейшей частью мониторинга водных объектов является определение содержания фосфора в воде. Содержание ортофосфатов в воде укладывается в естественный фон природных вод и не превышает ПДК.

Для выяснения распределения органического вещества в воде нами проанализированы пробы воды за исследуемый период. Полученные результаты представлены в таблице 4.

Абсолютные показатели растворенного кислорода в воде оз. Хомутина в норме. Однако процент насыщенности менее 100% весь период исследований, кроме летнего жаркого месяца. Пересыщенность воды кислородом наблюдается в июле за счет фотосинтетической активности фитопланктона. Высокое содержание кислорода в воде при высоких интегральных показателях содержания органического вещества (БПК и ПО) указывает на эвтрофирование водоемов.

БПК₅ является интегральным показателем наличия в воде легкоокисляемых органических веществ. Наибольший показатель БПК₅ наблюдается в июле, что обусловлено физиологической активностью фитопланктона. Вода оз. Хомутина также богата легкоокисляемыми органическими веществами и относится к классу умеренно загрязненная, а в июле – загрязненная.

Перманганатная окисляемость (ПО) воды оз. Хомутина от 4,8 до 14,6 мг О/л, что свидетельствует о наличии алифатических трудноминерализуемых органических соединений – планктонного гумуса и креновых кислот. Четко прослеживается закономерность – более высокое содержание органических веществ на станции 2. В оз. Хомутина наибольшее содержание органических веществ наблюдается в сентябре, что обусловлено взмучиванием донных осадков. Полученный индекс, характеризующий органическое вещество сапробного загрязнения (БПК₅/ПО · 100%), для оз. Хомутина – от 26,4 до 27,0%, что согласно ГОСТ 17.1.2.04-77 соответствует сильному сапробному загрязнению.

Ведущую роль в круговороте веществ играют гетеротрофные бактерии, основной функцией которых является деструкция органических веществ. На формирование биоценоза гетеротрофных бактерий (ГБ) оказывала влияние температура, так как наибольшая численность наблюдалась в июле. Летом при прогреве воды до 22–24°C численность ГБ составляла до 1,4 · 10¹⁰ кл/л, что характеризует водоем как полисапробный.

Фенолы в воде образуются при гниении растительных остатков, а также в результате попадания в воду животноводческих стоков. Присутствие фенолоксиляющих и нефтеоксиляющих бактерий в структуре микробных комплексов можно связать с процессами самоочищения, главным образом от автохтонных органических соединений, которые продуцируются в водоеме в результате жизнедеятельности биоценоза. В воде оз. Хомутина обнаружены фенолоксиляющие бактерии на уровне от 4,5 · 10 до 5,0 · 10³ кл/мл, что указывает на фенольное загрязнение. Источники фенолов: водопой домашнего скота, функционирующая ферма, донные отложения. Показатели численности нефтеоксиляющих микроорганизмов были невысокими – от 3 до 95 кл/л, что характерно для незагрязненных вод.

Таблица 3

Содержание биогенных элементов в воде оз. Хомутина

Показатель	ПДК мг/л	Оз. Хомутина			
		станция 1		станция 2	
		$X_{cp} \pm tS_x$	V, %	$X_{cp} \pm tS_x$	V, %
Аммонийный азот	0,39	0,48 ± 0,049	34	0,47 ± 0,066	47
Нитритный азот	0,02	0,005 ± 0,001	97	0,006 ± 0,002	93
Нитратный азот	9,10	0,16 ± 0,068	97	0,16 ± 0,06	91
Ортофосфаты	0,20	0,015 ± 0,003	57	0,015 ± 0,002	79
Полифосфаты	0,20	0,06 ± 0,018	74	0,05 ± 0,025	27

Обобщенные показатели загрязнения воды оз. Хомутина

Показатель	ПДК	Оз. Хомутина			
		станция 1		станция 2	
		$X_{ср} \pm tS_y$	V, %	$X_{ср} \pm tS_y$	V, %
БПК _{5t} , мг O ₂ /л	2,50	2,8±0,28	34	3,0±0,36	40
ПО, мг O/л	5	10,9±0,63	19	11,1±0,83	26
O ₂ , мг/л	6	8,3±0,7	28	7,6±0,74	32

Высшие водные растения как организмы-индикаторы имеют преимущества. Они дают возможность при рекогносцировочном гидробиологическом осмотре водоема в первом приближении визуально оценить их экологическое состояние. На озере произрастает 7 видов макрофитов. Высшая водная растительность занимает до 40% акватории. Доминирующим является тростник обыкновенный (*Phragmites australis* (Cav.) Trinex Steud.), который, с одной стороны, ассимилирует биогены, с другой, – при отмирании является источником образования ила. Распространены сообщества урути муточатой (*Myriophyllum verticillatum* L.), стрелолиста трилистного (*Alismataceae* Vent.), кубышки малой (*Nurharpumila*), частухи восточной (*Alismaorientale*). Эти растения свидетельствуют о мезотрофности водоема; ежеголовник всплывающий (*Sparganiumemersum*), водяной орех плавающий (*Trapa natans*) – об эвтрофности. При определении трофности учитывались тип водоема и частота встречаемости. По полученному коэффициенту суммарной трофности 3,8 озеро соответствует переходному типу водоема между мезо- и эвтрофным.

Заключение

Озеро является по классу качества загрязненным и максимально устойчивым, что может указывать на экологическое неблагополучие. По количеству биогенных веществ в водах озера санитарно-токсикологический порог ПДК превышен по содержанию аммонийного азота. Высокое содержание кислорода в воде при высоких интегральных показателях содержания органического вещества (БПК и ПО) указывает

на эвтрофирование водоема. Полученный индекс, характеризующий органическое вещество, соответствует сильному сапробному загрязнению. С помощью индикаторных микроорганизмов установлено наличие в воде озера фенольных соединений. Показатели численности нефтеокисляющих микроорганизмов были невысокими, что характерно для незагрязненных вод. На водоеме произрастает растительность, характерная для мезо- и эвтрофных водоемов. Для сохранения экосистемы озера необходимо соблюдение общих мер: запрет размещения огородов и теплиц близко к урезу озера, запрет водопоя скота и рациональное применение средств химизации на сельскохозяйственных угодьях, расположенных на территории водосбора.

Библиографический список

1. Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений / под ред. А.В. Цыбань. – Л.: Гимиз, 1980. – 190 с.
2. Виноградов Б.В. Растительные индикаторы и их использование при изучении природных ресурсов. – М.: Высшая школа, 1964. – 218 с.
3. Дмитриев В.В. Диагностика и моделирование водных экосистем. – СПб.: СПбГУ, 1995. – 215 с.
4. Чуб А.В., Козак В.Г., Мельников В.Д. География природных ресурсов и природопользования Амурской области. – Благовещенск: Зея, 2003. – 216 с.
5. Youchimizu M., Kimura T. Study of intestinal microflora of salmonids // Fish. Pathol., 1976. – Vol. 10. – № 2. – P. 243.



УДК 582 (571.15)

О.В. Панарина

НОВЫЕ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ПРИОБСКОГО ПЛАТО

Ключевые слова: Приобское плато, сосудистые растения, естественная флора,

растительность, новые местообитания, коренные фитосистемы.