

## МАКРОФИТЫ ОЗЕРА БОЛЬШОЙ ИВАН (НЕВЕЛЬСКИЙ РАЙОН) КАК ИНДИКАТОРЫ КАЧЕСТВА ВОДЫ

*Проведено исследование макрофитов озера Большой Иван. Выявлено 39 видов, из которых 28 имеют индикаторное значение (72 %). Установлено, что озеро Большой Иван относится к мезотрофному типу, подвержено значительному загрязнению тяжелыми металлами и органическими веществами.*

**Ключевые слова:** макрофиты, озеро, качество воды.

Изучение качества воды озера Большой Иван представляет большой практический интерес, т. к. озеро имеет рекреационное, рыбохозяйственное значение, является частью озерной системы, включающей еще одно озеро Малый Иван. Актуальность исследования усиливает то обстоятельство, что на побережье Малого Ивана находится санаторий «Голубые озера».

Изучение макрофитов проводилась у дер. Крупевица Невельского района Псковской области, расположенной на юго-восточном побережье.



Рис. 1. Фрагмент карты: дер. Крупевица — на берегу оз. Большой Иван

Численность населения дер. Крупевица в 2000 г. составляла 105 чел., в 2011 — 80 [1]. Поселение раскинулось вдоль берега озера, коттеджная застройка в сочетании с усадебными участками практически на всем протяжении закрывает проходы к озеру.

Нами исследованы три участка озера. Первый находится за «старыми» усадьбами на окраине поселения. Проход к воде возможен при пересечении территории усадьбы, зарослей кустарников, а затем гати травяного болота протяженностью 15 м. Вода этого участка с очень низким содержанием кислорода, сильно загрязнена органическим веществом. Ил имеет неприятный запах сероводорода, вода коричневого цвета. Пополнение органическим веществом происходит десятки лет стоками с огородов и туалетов. Происходит зарастание и заболачивание озера.

Второй участок находится за усадебными участками с коттеджной застройкой, берег имеет отмель и пляж. Дно покрыто мелкой галькой и песком, с увеличением глубины появляется наилот темного цвета. Вода светло-коричневая без выраженного запаха. Используется жителями для забора воды и в рекреационных целях (пляжный отдых, рыбалка, катание на лодках) поэтому макрофиты регулярно удаляются. Участок завершается пирсом, заходящим в воду на 10 м. Преобладают растения, преимущественно погруженные в воду.

Третий участок расположен за пирсом, отличается мощным развитием макрофитов, побережье заболочено, трудно проходимо и периодически подтопляется, включает развитый растительный покров. На дне большое количество наилка. Вода без выраженного запаха. Эта часть озера соединена с заболоченным и заросшим участком существовавшего в XIX веке рыбопродуктивного пруда, откуда постоянно поступает вода в озеро. Со слов местных жителей известно, что в советский период на окраине этого пруда была мусорная свалка, которая была надолго закрыта, но в последнее время свалку вновь используют.

Цель нашего исследования состояла в том, чтобы провести экспресс-оценку экологического состояния воды избранных участков акватории оз. Большой Иван с использованием макрофитов. Для достижения цели мы определили видовой состав макрофитов, доминирующие и индикаторные виды, а также классы чистоты воды по индикаторной значимости отдельных видов макрофитов. Идентификация макрофитов выполнялась, в большинстве случаев, до вида с использованием лупы и определителя растений [4]. Для каждого исследуемого участка составлялся список видов.

Трофность озера определялась по совокупности индикаторных видов и их обилию. По степени трофности выделяют 4 типа водоемов, которую обозначают цифрами: ацидотрофные — 0; олиготрофные — 2; мезотрофные — 3; эвтрофные — 4 [2]. Видам, свойственным тому или иному типу водоема присваивали соответствующий номер: 1 — растения дистрофного, 2 — олиготрофного, 3 — мезотрофного и 4 — эвтрофного типа водоема.

Для определения трофности и загрязненности воды использовали показатели частоты встречаемости и обилия каждого вида (табл. 1).

## Соотношение значений относительного обилия и частоты встречаемости организмов (h)

Частота встречаемости	Количество экземпляров одного вида,%	Показатель частоты встречаемости (h)
Очень редко	< 1	1
Редко	2–10	2
Нередко	10–40	3
Часто	40–60	5
Очень часто	60–80	7
Масса	80–100	9

После определения показателя встречаемости был проведен расчет суммарной трофности изученной акватории озера Большой Иван (табл. 2). Для этого показатель типа трофности водоема, присвоенный каждому виду (графа 1 табл. 2), умножали на показатель его встречаемости (графа 2 табл. 2), полученный результат заносили в графу 3 табл. 2. Данные по каждой графе 2 и 3 суммировали (значения  $\Sigma(2)$  и  $\Sigma(3)$  соответственно). Общая суммарная трофность по четырехбалльной шкале рассчитывалась как частное от деления полученных показателей  $\Sigma 3 / \Sigma 2$ .

По степени загрязненности водоемы делят на пять классов: крайне слабо, слабо, умеренно, сильно и очень сильно загрязненные, обозначая их соответственно цифрами от 1 до 5 [2]. Видам, свойственным тому или иному типу водоема присваивали соответствующий номер (графа 1 табл. 3), а частоту их встречаемости (графа 2 табл. 3) определяли по шкале (табл. 1). Далее общая суммарная загрязненность по пятибалльной шкале рассчитывалась также как общая суммарная трофность.

В результате проведенного изучения было выявлено 39 видов высших растений из 17 семейств и один представитель водорослей *Nitellopsis* sp. из отдела Харовых. Собран гербарий и передан в научный Гербарий университета.

Из 39 видов макрофитов имеется один представитель Хвощевидных — *Equisetum fluviatile* L., остальные виды — Покрытосеменные растения. Наиболее многочисленными являются виды из семейства *Cyperaceae* Juss., их 8 видов (*Carex aquatilis* Wahlenb., *C. caespitosa* L., *C. elongata* L., *C. nigra* (L.) Reichard., *C. rostrata* Stokes ex Willd., *C. vesicaria* L.; *Eleocharis palustris* (L.) Roem. & Schult., *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla). В составе семейства *Poaceae* Barnh. — 5 видов (*Glyceria fluitans* (L.) R. Br., *G. maxima* (Hartm.) Holmb.; *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steudel; *Poa compressa* L., *P. palustris* L.); *Potamogetonaceae* Dumort. — 4 вида (*Potamogeton gramineus* L., *P. lucens* L., *P. crispus* L., *P. perfoliatus* L.); по три вида в двух семействах *Hydrocharitaceae* Juss. (*Elodea canadensis* Michx., *Hydrocharis morsus-ranae* L., *Stratiotes aloides* L.) и *Lemnaceae* S. F. Gray (*Spirodela polyrhiza* (L.) Schleiden, *Staurogeton trisulcus* (L.) Schur., *Lemna minor* L.); по два вида включают три семейства: *Nymphaeaceae* Salisb. (*Nuphar lutea* (L.) Smith, *Nymphaea alba* L.); *Alismataceae* Vent. (*Alisma plantago-aquatica* L., *Sagittaria sagittifolia* L.); *Typhaceae* Juss. (*Typha angustifolia* L., *T. latifolia* L.); по одному виду содержат семь семейств: *Polygonaceae* Juss. (*Persicaria amphibia* (L.) S. F. Gray); *Araceae* Juss. (*Calla palustris*

L.); *Acoraceae* Agardh (*Acorus calamus* L.); *Butomaceae* L. C. Rich. (*Butomus umbellatus* L.); *Lentibulariaceae* Rich. (*Utricularia vulgaris* L.); *Ceratophyllaceae* S. F. Gray (*Ceratophyllum demersum* L.); *Halorgaceae* R. Br. (*Myriophyllum spicatum* L.).

Индикаторную роль имеют 28 видов [3], что составляет 72 % от общего числа выявленных макрофитов.

Показатели трофности видов, имеющих индикаторную роль, занесли в табл. 2 и рассчитали показатель общей трофности озера, она составила 2,9, что позволило отнести его к водоемам переходного типа между олиго- и мезотрофным.

Таблица 2

Вычисление суммарной трофности изученной акватории озера Большой Иван по индикаторным видам

Название вида	Показатель типа трофности водоема	Частота встречаемости	(1) × (2) = (3)
	(1)	(2)	(3)
<i>Nuphar lutea</i> (L.) Smith	2	3	6
<i>Calla palustris</i> L.	2	1	2
<i>Potamogeton lucens</i> L.	2	2	4
<i>Carex vesicaria</i> L.	3	3	9
<i>Typha angustifolia</i> L.	3	5	15
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	3	5	15
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> L.	3	5	15
<i>Elodea canadensis</i> Michx.	3	7	21
<i>Staurogeton trisulcus</i> (L.) Schur	3	3	9
<i>Lemna minor</i> L.	3	3	9
<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.	3	5	15
<i>Nymphaea alba</i> L.	3	3	9
		Σ(2) = 45	Σ(3) = 129

Показатели уровня загрязненности видов, имеющих индикаторную роль, занесли в табл. 3 и рассчитали общую суммарную загрязненность изученных участков акватории озера, она составила 4, что озеро испытывает сильное загрязнение.

Таблица 3

Вычисление суммарного показателя загрязненности изученной акватории озера Большой Иван по индикаторным видам

Название вида	Показатель степени загрязнения	Частота встречаемости	(1) × (2) = (3)
	(1)	(2)	(3)
<i>Nitelopsis</i> sp.	3	2	6
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	2	3	6
<i>Potamogeton lucens</i> L.	3	2	6
<i>P. crispus</i> L.	4	5	20
<i>P. perfoliatus</i> L.	3	5	15
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	5	5	25
<i>Utricularia vulgaris</i> L.	2	2	4
<i>Elodea canadensis</i> Michx.	4	7	28

Продолжение таблицы 3

<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.	5	5	25
<i>Spirodela polyrhiza</i> (L.) Schleiden	5	3	15
<i>Lemna minor</i> L.	5	3	15
<i>Staurigoeton trisulcus</i> (L.) Schur	5	3	15
		$\Sigma(2) = 45$	$\Sigma(3) = 180$

Список индикаторных видов Г. С. Гигиевича, Б. Г. Власова, Г. В. Вынаева [цит. по 3] позволил выявить характер загрязнителей воды в озере (табл. 4).

Таблица 4

Характер загрязнения на исследованных участках  
изученной акватории озера Большой Иван

Знак + указывает на наличие вида в исследуемом участке озера

Индикаторы	Название вида	Номер изученного участка		
		1	2	3
органического загрязнения	<i>Acorus calamus</i> L.	+		
	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	+	+	+
	<i>Potamogeton crispus</i> L.		+	+
	<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	+	+	+
	<i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem. & Schult.	+		+
	<i>Elodea canadensis</i> Michx.	+	+	+
	<i>Equisetum fluviatile</i> L.	+		+
	<i>Potamogeton crispus</i> L.		+	+
	<i>Lemna minor</i> L.	+		+
	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	+	+	+
эвтрофирования	<i>Acorus calamus</i> L.	+		
	<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	+		+
	<i>Potamogeton crispus</i> L.		+	+
	<i>P. crispus</i> L.		+	+
	<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> L.	+		+
	<i>Lemna minor</i> L.	+		+
	<i>Spirodela polyrhiza</i> (L.) Schleiden	+		+
загрязнения тяжелыми металлами	<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	+		+
	<i>Potamogeton lucens</i> L.	+	+	+
	<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	+	+	+
	<i>Elodea canadensis</i> Michx.	+	+	+
	<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. Br.	+		+
	<i>G. maxima</i> (Hartm.) Holmb			+
	<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> L.		+	+
	<i>Spirodela polyrhiza</i> (L.) Schleiden	+		+
	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	+	+	+

Как ясно из таблицы, воды озера подвергаются эвтрофированию, а также значительному загрязнению тяжелыми металлами и органическими веществами.

На втором участке отмечено наименьшее количество индикаторных видов по сравнению с первым и третьим, но на втором участке видовой состав макрофи-

тов контролируется жителями, заинтересованными в отсутствии растений в акватории пляжа. Таким образом, сокращение видового состава макрофитов на этом участке не следует рассматривать как показатель чистоты воды.

Таким образом, изучение видового состава макрофитов позволяет сделать выводы о значительном антропогенном воздействии на воды изученной акватории озера Большой Иван.

Данная работа носит предварительный характер и касается небольшой части озерной системы двух озер Большого и Малого Ивана, но отражает необходимость проведения мониторинга за состоянием качества воды озер.

#### **Литература**

1. Административно-территориальное деление Псковской области. (1917–2000). Справочник. Книга 1. Псков, 2002.
2. Биологический контроль окружающей среды. Биоиндикация и биотестирование. М.: Издат. центр «Академия», 2007. С. 106–118.
3. Садчиков А. П., Кудряшов М. А. Гидробиология. Прибрежно-водная растительность. М: Издат. центр «Академия», 2005. 240 с.
4. Цвелёв Н. Н. Определитель сосудистых растений Северо-Западной России. СПб.: Изд-во СПХФА, 2000. 781 с.

*I. Sokolova*

### **MACROPHYTES OF BIG IVAN LAKE (NEVELSKY DISTRICT) AS INDICATORS OF WATER QUALITY**

*The study of macrophytes was conducted in lake Big Ivan. 39 species were identified, 28 of them have an indicator value (72 %). The research reveals that the lake Big Ivan is of mezotroph type and is exposed to contamination by heavy metals and organic substances.*

**Key words:** macrophytes, lake, water quality.