

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ Г. КАЗАНЬ ПО ИНДИКАЦИОННЫМ СВОЙСТВАМ НЕКОТОРЫХ МАКРОФИТОВ

Н.Р. Зарипова, Н.М. Мингазова

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань (Россия)

ASSESSMENT OF THE STATE OF THE ECOSYSTEM OF WATER BODIES IN KAZAN BASED ON THE INDICATIVE PROPERTIES OF SOME MACROPHYTES

Naila Zaripova, Nafisa Mingazova

Kazan (Volga region) Federal University, Kazan (Russia)

Видовой состав водных растительных сообществ позволяет довольно точно охарактеризовать экологическое состояние экосистемы. Наиболее полно разработана методика индикации трофической характеристики водных объектов – сапробности. Наибольшей устойчивостью по отношению к антропогенной нагрузке характеризуются озера с широким развитием в литоральной зоне погруженных растений, здесь самый богатый, но однородный состав гидрофитов (индекс сапробности $S=1,6-1,8$). Менее устойчивы низко минерализованные озера с признаками олиготрофии, с преобладанием зарослей ($S=1,5-1,6$) (Власов, Гигевич, 2002). По данным исследования коллектива авторов (Инвентаризация... 2014), в г. Казань регулярно происходит потеря водных объектов по различным причинам: заливание, зарастание, засыпка, строительство, критическое уменьшение площади водосбора. Большинство исследуемых водоемов расположены на территории древней поймы реки Казанки, на месте прежнего пойменного водно-болотного комплекса (бывшее Кизическое болото, Мингазова и др., 2005). Относятся к типу малых, мелководных озер, образованных под напором грунтовых вод в котлованах торфоразработок и понижениях. Озеро Центральное у Парка Победы, Большое Чуйково, Чимшале, Марьяно были благоустроены с углублением дна и изменением берега. На оз. Центральное берега расширили со стороны парка и засыпали песком для рекреационных целей. Озеро Чимшале было восстановлено из строительного карьера на месте уничтоженного озера. На оз. Марьяно были проведены мероприятия по реабилитации после засыпки 1/3 акватории. Названия водных объектов даны в соответствии с Реестром водных объектов (Водные... 2015).

Материалами для работы послужили результаты собственных гидробиологических исследований, работа выполнялась в Лаборатории оптимизации водных экосистем и на кафедре Природообустройства и водопользования КФУ. Для оценки качества воды применяли метод индикаторных организмов Пантле и Бука в модификации Сладечека (Sladecsek, 1973). Для определения качества воды по данному методу было определено обилие видов, по которым известны значения сапробности (Козин, 1982; Власов, Гигевич, 2002). Индекс сапробности вычисляется по формуле: $S = \sum(sh)/\sum h$, где s - индикаторная значимость каждого вида, h - относительное количество видов. В формулу нами были внесены изменения: вместо индикаторной значимости s , предложенной Пантле и Буком, используется индекс сапробности вида по К.А. Козину (1982); параметр h «относительное количество видов» заменен на параметр «обилие вида», определенный по шкале Браун-Бланке (Braun-Blanquet J., 1964) и переведенный в 9-бальную шкалу по Сладечеку (табл. 1).

Результаты исследования. В результате обобщения данных по 32 водным объектам всего выявлено 144 вида растений из 38 семейств, 92 рода и 5 классов. Самым большим по содержанию видов является сем. *Asteraceae* (21), на втором месте – сем. *Roaceae* (19), на третьем – *Fabaceae* (14), на четвертом – *Syringaceae* (13), на пятом месте – *Juncaceae* (7). В семействах *Polygonaceae*, *Brassicaceae*, *Potamogetonaceae* содержится по 5 видов, в семействах *Ranunculaceae*, *Rosaceae*, *Ariaceae* и *Latiaceae* насчитывается по 4 вида растений. Еще меньшее количество видов встречается в семействах *Equisetaceae*, *Onagraceae*, *Rubiaceae* и *Typhaceae*, *Primulaceae*, *Salicaceae*, *Scrophulariaceae*, *Alismataceae*, *Lemnaceae*,

Aristolochiaceae, *Ceratophyllaceae*, *Cariophyllaceae*. Анализ флоры и в т.ч. ее экологическая структура был опубликован ранее (Зарипова, 2015, 2019).

Таблица 1 – Перевод значений h в индекс сапробности в модификации метода

Встречаемость	Относительное обилие - h , баллы по Сладечеку	Относительное обилие - hi , в %, по Сладечеку	Предлагаемые баллы обилия по шкале Браун-Бланке
Очень редко	1	< 1	1
Редко	2	2-3	1 или 2
Нередко	3	4-10	2
Часто	5	10-20	2 или 3
Очень часто	7	20-40	3
Масса	9	40-100	4 или 5

Были вычислены индексы сапробности воды в 32 водном объекте по следующим 12 видам макрофитов - индикаторам сапробности воды: *Salvinia natans* (L.) All. – сальвиния плавающая, *Ceratophyllum demersum* L. – роголистник погруженный, *Myriophyllum spicatum* L. – уруть колосистая, *Persicaria amphibia* (L.) Delarbie – горец земноводный, *Elodea canadensis* Michx. – элодея канадская, *Sagittaria sagittifolia* L. – стрелолист обыкновенный, *Potamogeton crispus* L. – рдест курчавый, *P. lucens* L. – рдест блестящий, *P. perfoliatus* L. – рдест пронзеннолистный, *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid. – многокоренник обыкновенный, *Lemna minor* L. – ряска малая, *L. trisulca* L. – ряска трехлопастная.

По результатам исследований показатели индекса сапробности у большинства исследованных водных объектов находится в интервале от 1,8 до 2,4, что входит в пределы β-мезосапробной зоны. Наибольшее значение индекса, находящиеся на границе с α-мезосапробной зоной, имеет вода в оз. Ротановое (табл. 2, рис.). Данный показатель означает большое количество органических веществ в озере. Озеро заиленное, запах грунта ярко выраженный сероводородный, запах воды сероводородный, цвет воды коричневатый. Выявлено 5 видов гидрофитов. Группа формаций гидрофитов, свободно плавающих в толще воды представлена хорошо развитой ассоциацией *Lemno-Ceratophyllum demersi*. Обилие роголистника погруженного в ассоциации по 9-бальной шкале составляет 7 баллов, расковыль – 7 баллов. Группа формаций свободно плавающих на поверхности воды гидрофитов представлена ассоциацией *Lemno minor-Spirodeletum*, обилие ряска малой – 5 баллов, многокоренника – 7 баллов. Обилие всех видов (сумма) составляет 26 баллов.

Таблица 2 – Индекс сапробности воды исследованных водных объектов г. Казань

Название озера	S/ кол.-во видов гидрофитов	Название озера	S/ кол.-во видов гидрофитов
Малое Чуйково	1,98/4	Придорожное	2,28/4
Большое Чуйково	1,83/6	Путевое	2,2/2
Крошка	2/4	Тепловское	2,25/1
Центральное Парка Победы	1,76/2	Сероводородное	2,1/2
Восточное	2,3/1	Крыша	2,2/3
Озеро 1 Парка Победы	2,25/1	Вербное	1,8/3
Озеро 3 Парка Победы	2,03/2	Кнопка	2,25/1
Озеро 5 Парка Победы	1,91/6	Уголок	2,25/1
Озеро 6 Парка Победы	2,25/1	Бусышка	2,05/3
Озеро 7 Парка Победы	2/2	Лагушья	2/1
Озеро 8 Парка Победы	2,06/3	Ротановое	2,4/5
Угненное	2,25	Марьяно	1,9/6
Малое Чуйково	2,07/3	Пуговка	2,1/3
Большое Чуйково	1,37/6	Песчаное	2,2/2
Узкое	2,17/2	Загадка	2,25/2
ОБК Соловьиный	2/3	Чимшале	1,67/6

Второй по величине индекс сапробности воды был выявлен в оз. Придорожное (табл.2), в котором произрастают только 4 водных вида, они же являются индикаторами сапробности: *Ceratophyllum demersum* L. – роголистник погруженный, *Polygnum amphibium* L. – горец земноводный, *Lemna minor* L. – ряска малая, *L. trisulca* L. – ряска трехдольная, обилие всех видов (сумма) составляет 11 баллов.

На водоемах у парка Победы было выявлено 5 видов индикаторов сапробности: *Lemna minor* L. – ряска малая, *L. trisulca* L. – р. трехдольная, *Ceratophyllum demersum* L. – ро-голистник погруженный, *Potamogeton perfoliatus* L. – р. провищенностный, *Polygnum amphibium* L. – горец земноводный. Показатели индекса сапробности воды в водоемах озерно-болотного комплекса у парка Победы находятся в интервале от 2 до 2,3, оз. Центральное – 1,8, что входит в пределы β-мезосапробной зоны количество гидрофитов варьирует от 1 до 6, больше всего – на оз.5 у Парка Победы.

Небольшие значения индекса были выявлены в озерах Центральное в Парке Победы и Чимшале, они отражают меньшее содержание органических веществ в воде, однако входят в пределы β-мезосапробной зоны. В оз. Чимшале было выявлено 3 вида индикатора сапробности: *Lemna minor* L. – ряска малая, *Sagittaria sagittifolia* L. – стрелолист обыкновенный, *Salvinia natans* (L.) All. – сальвиния плавающая, обилие всех видов составило 7. Количество гидрофитов – 6 видов. Так же небольшой индекс сапробности был выявлен для воды оз. за Роддомом №1 (оз. Малое Чайковое) – 1,83, в котором обнаружено 3 вида-индикатора: *Sagittaria sagittifolia* L. – стрелолист обыкновенный, *Lemna minor* L. – ряска малая, *L. trisulca* L. – ряска трехдольная, обилие всех видов составляет 8 баллов. Количество гидрофитов – 4 видов.

Наименьший показатель индекса сапробности воды был выявлен в оз. Большое Чайково, он составил 1,37. Данное значение позволяет отнести воду к олигосапробной зоне (при $S=0,51-1,50$). При этом следует учитывать регулярную очистку озера Большое Чайково от плавающих на поверхности водных растений, 2 из которых являются индикаторами сапробности. Количество гидрофитов – 6 видов. Группа формаций свободно плавающих на поверхности воды состоит из одной формации рдеста блестящего. Данная формация представлена двумя слабо развитыми ассоциациями: асс. *Potamogeton pectinatus*, *Ceratophyllum* – *Potamogeton pectinatus*. Группа формаций гидрофитов, свободно плавающих в толще воды представлена ассоциацией *Lemna-Ceratophyllum demersi*. Роголистник погруженный произрастает массово, обилие составляет 9 баллов, в состав ассоциации входят и плавающие листья горца земноводного, они в озере встречается очень редко. Иногда встречаются редкие листья ряски малой и, частично, обилие которых по 9-бальной шкале составляет лишь по 2 балла. Следовательно, при отсутствии очистки водоема, значение индекса сапробности воды может возрасти, возможно до β-мезосапробной зоны.

Значения индекса большинства исследованных водных объектов находятся в интервале от 1,8 до 2,4, что входит в пределы β-мезосапробной зоны. В исследованных нами озерах вода относится β-мезосапробной зоне, к III классу качества. Степень загрязненности вод - умеренно загрязненные.

К водоемам с наибольшей устойчивостью экосистемы по отношению к антропогенной нагрузке ($S = 1,6-1,8$, разнообразие водных сообществ, богатый состав гидрофитов) можно отнести 5 озер: Большое Чайково (6 гидрофитов), Чимшале (6 гидрофитов), Большое Чайковое (6 гидрофитов), Центральное (2 гидрофита), Вербное (3 гидрофитов). Из них оз Вербное по совокупности признаков выпадает из перечня «устойчивых экосистем». К условно устойчивым к антропогенной нагрузке можно отнести еще 2 озера, индексы сапробности которых расположены на верхней границы «устойчивости» при $S = 1,9$: оз. Марьино и оз. 5 у Парка Победы (по 6 гидрофитов). Таким образом, к водоемам с наибольшей устойчивостью экосистемы по отношению к антропогенной нагрузке следует отнести 6 озер. Озера Ротановое и Придорожное имеют явные признаки избытка органического вещества, остальные 23 водоема находятся в «зоне риска».

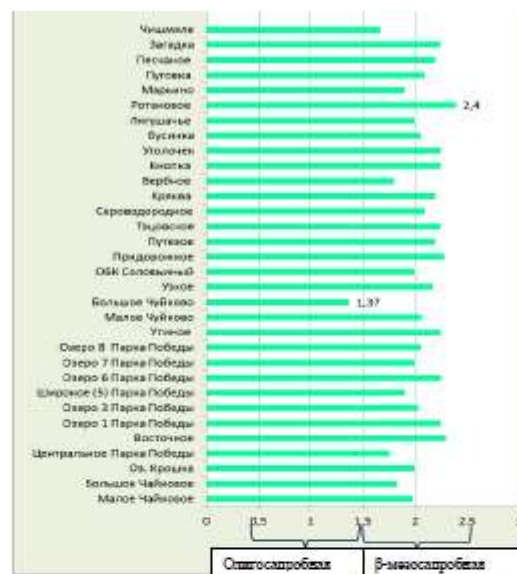


Рис. Индексы сапробности и зоны сапробности воды в исследуемых водных объектах.

ЛИТЕРАТУРА

- Власов Е.П., Гусев И.С. Использование высших водных растений для оценки и контроля за состоянием водной среды: Мет. рекомендации. - М.: ВГУ, 2002. 84 с.
- Водные объекты города Казани. Реестр водных объектов Ново-Савицкого района // Мингалова Н.М., Палагушкина О.В., Дерезинская О.Ю., Набева Э.Г., Павлова Л.Р., Замлетдинов Р.И., Зарипова Н.Р., Шарифуллина А.Н., Шагипов И.С., Мингалова Р.Р. - Казань: Фолиант, 2015. 116 с.
- Зарипова Н.Р. Экологическое состояние озер Большое и Малое Чайково г. Казань. // Всероссийский экологический форум «Экология в меняющемся мире»: обобщенные статьи (17-26 апреля 2019) - Казань: Изд-во Академии наук РТ.
- Зарипова Н.Р. Экологическая структура флоры ряда водоемов г. Казань / Н.Р. Зарипова // Гидробиология 2015: сборник материалов VIII всероссийской конференции с международным участием по водным макрофитам. Ярославль, 2015. С. 111-114.
- Инвентаризация и экологическая паспортизация водных объектов как способ сохранения и оптимизации их состояния. Мингалова Н.М., Дерезинская О.Ю., Палагушкина О.В., Павлова Л.Р., Набева Э.Г., галева А.И., Шагипов И.С., Зарипова Н.Р., Замлетдинов Р.И., Мингалова Р.Р. // Астраханский вестник экологического образования. 2014, № 2 (28). С.37-43.
- Кожин К.А. Экология высших водных растений. М.: МГУ, 1982. 160 с.
- Мингалова Н.М., Дерезинская О.Ю., Нургаллаев З.М., Палагушкина О.В., Павлова Л.Р. Озера г. Казань и проблемы малых озер. // Экология города Казань – Казань: Изд-во «Фэн» Академии наук РТ, 2005. с. 120-134.
- Brann-Blanquet J. Pflanzensoziologie. Wien, New York, 1964. 865 p.
- Sladecek V. System of water quality from biological point of view. - Arch. Hydrobiol. Ergebnisse der Limnologie, 1973, Bd 7. 218 S.