

БИОРЕСУРСНОСТЬ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ГОРОДА ТОМСКА И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ НА ОСНОВЕ ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Ахназарова З.А.

Научный руководитель доцент Хвощевская А.А.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Природные водоемы в виде озер как элементы экосистемы способны к частичному самовосстановлению. Благодаря внутренним биологическим, химическим и физическим процессам водные экосистемы могут нейтрализовывать или смягчать отрицательное воздействие антропогенных и естественных факторов. Но любое отрицательное воздействие имеет пределы допустимости, превышение которых может привести к различным структурным и функциональным изменениям водных экосистем, а после чего к их дальнейшей деградации и впоследствии к гибели, после чего водный объект станет непригодным для водопользования [4]. В этой связи актуально определение потенциала водоема к самовосстановлению. Оценка экологического состояния водного объекта и его ресурсного состояния возможна с помощью применения метода биотестирования, позволяющего установить нарушение отдельных функций реагирующих на происходящие в водной среде изменения гидробионтов, которые населяют водные экосистемы и являются отличными индикаторами их состояния.

Целью настоящих исследований является определение биоресурсности вод водоемов, используемых в рекреационных целях, на территории г. Томск и прилегающих районов.

В основу работы положены данные исследования химического состава и токсичности вод трех озер, проведенные в период 2021-2022 гг. сотрудниками Проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрогеохимии Томского политехнического университета. Всего было исследовано 12 проб. Озера находятся в пределах городской (Университетское) и сельскохозяйственной территорий (Позднеевское, Губинское) и используются населением в рекреационных целях (купание, рыбная ловля, экскурсионные мероприятия и пр.).

Особенности химического состава вод озер определялись по содержанию в них основных макрокомпонентов – анионов CO_3^{2-} , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- и катионов Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , ряда микрокомпонентов, соединений группы азота – NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , а также обобщенные показатели – минерализация, общая жесткость, перманганатная окисляемость, удельная электрическая проводимость, рН.

Биоресурсность вод водоемов устанавливалась через определение их токсичности по величине индекса токсичности I (%) с последующим установлением интенсивности нарушения водной экосистемы (ИН, у.е) и состояния жизнеспособности гидробионта на основе критериев биоресурсности [1]. В качестве тест-объекта была использована одноклеточная водоросль *Chlorella vulgaris*. Контролируемым показателем выступает изменение оптической плотности культуры [2]. Критерием токсичности тест-объекта выступает изменение скорости роста биомассы *Chlorella vulgaris*: снижение темпа роста на 20 % и более, то есть ингибирование роста, или увеличение темпа роста на 30 % и более, то есть стимуляция роста, в опытной среде в сравнении с контрольной средой [5]. Характеристика роста тест-объекта основана на критериях биоресурсности водных экосистем, выведенных Гостевой И.А. [1]. *Chlorella vulgaris* обладает высокой чувствительностью даже к незначительному количеству загрязнений в воде, а также активно участвует в процессе альголизации водоёмов [3; 4]. С помощью пробит-анализа были осуществлены расчеты значения безвредной кратности разведения исследуемой воды (БКР).

В качестве объектов исследования использовались поверхностные воды озер. В деревне Позднеево озеро (далее Позднеевское) представляет собой пруд, перегородженный дамбой. В прошлом рядом с озером находилась ферма крупного рогатого скота. Из фермы стоки с нечистотами попадали в пруд, что и привело к нарушению его системы самоочищения. На сегодняшний день данное хозяйство закрыто, а в 2018 году провели меры по полной экологической очистке водоема с целью его реабилитации. В озеро Губинское попадали сточные воды от производства молочного завода и фермы крупного рогатого скота. Озеро Университетское же располагается в городской черте в пределах рекреационного участка и подвержено антропогенной нагрузке.

Проведенные исследования химического состава вод показали, что воды всех трех озер по классификации О.А. Алекина относятся к пресным гидрокарбонатным кальциевым с минерализацией в пределах от 673 (оз. Позднеевское) до 779 мг/л (оз. Университетское). По величине рН воды оз. Университетское являются слабощелочными, Позднеевское – щелочными, а воды оз. Губинское – нейтральными. По степени общей жесткости воды оз. Позднеевское и Губинское относятся к мягким (0,3 мг-экв/л), а в оз. Университетское наблюдается средняя жесткость (7,0 мг-экв/л). По анионному составу воды характеризуются преобладанием гидрокарбонат-иона, а по катионному – иона кальция, что присуще природным подземным водам Томского района и г. Томск, в частности.

Среди микроэлементов в значимых количествах в водах всех водоемов присутствуют литий, бор, кремний, цинк, стронций, барий, марганец, рубидий. Но превышений предельно допустимых значений не отмечается. За исключением содержания марганца, количество которого в оз. Университетское и Губинское превышает ПДК в 4 и 6 раз, соответственно, а также кремния, установленное на уровне 0,5 ПДК. Этот факт свидетельствует о присутствии в источниках питания озер подземной составляющей.

Для определения острой токсичности вод исследуемых озёр проводились анализы после их разбавления в ряд кратный трем согласно методике [2]. Данные, которые были получены в результате исследований, представлены в таблице. Зависимость I (%) от величины разбавления показана на рисунке. Как видно из диаграммы, представленной на рисунке, при разбавлении вод оз. Позднеево в 3, 9, 27 и 81 раз величина I (%) не сильно меняется и находится в области отрицательных величин, которые не превышают 10 %. Это может быть обусловлено незначительной стимуляцией роста тест-объекта *Chlorella vulgaris*. Причем I (%) исходной пробы составлял $38,7 \pm 1,6$ %, что в 2 раза превышает критерий токсичности, составляющий 20 %. На основании этого воды озера относятся к слаботоксичным, а БКР составляет 1,29 единиц. Воды озера в д. Губино являются токсичными. Это определяется их I (%), который

составляет 30 % [2] и превышен при разведении в 27 раз. В исходной пробе I (%) составляет $2,3 \pm 0,4$ %, а кратность разведения 8,9. При этом БКР составляет 8,91 единиц. Воды озера Университетское приравниваются к среднетоксичным при БКР 6,09 единиц. После разбавления вод в 81 раз величина I (%) составила 14,24 %.

Использование данных по критериям токсичности [1] вод позволило установить, что биоресурсное состояние вод исследуемых водоемов преимущественно неудовлетворительное, что вероятно связано со значительным нарушением звеньев трофической цепи.

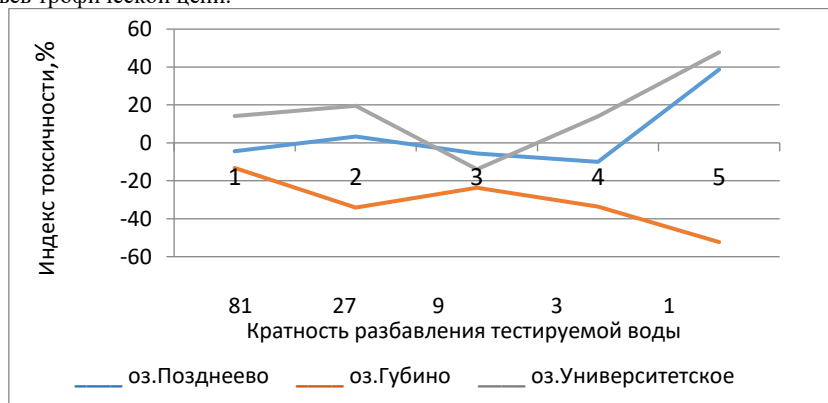


Рис. Динамика изменения индекса токсичности вод озёр в зависимости от кратности их разбавления

Таблица

Токсичность вод озёр

Наименование водоем	I, %	БКР, раз	Токсичность вод	ИН, у.е.	Биоресурсное состояние водной экосистемы
Позднеевское	38,7	1,29	Слаботоксичная	0,4 (Средняя)	Неудовлетворительное
Губинское	-52,30	8,91	Токсичная	0,5 (Высокая)	Критическое
Университетское	35,36	6,09	Среднетоксичная	0,4 (Средняя)	Неудовлетворительное

Следовательно, представленные выше данные характеризуют состояние уровня самовосстановления у водоемов как невысокий. Соответственно можно оценивать биоресурсное состояние вод оз. Университетское и Позднеевское как неудовлетворительное, а Губинское как критическое. Но, несмотря на объём нарушения трофической цепи у вод исследованных водоемов (незначительный), воспроизводство ее звеньев снижено.

Предположительно это может быть связано с нарушениями в трофической цепи таких гидробионтов, как «водоросли – низшие ракообразные – рыбы». В целом, на трофическую цепь влияют изменения плотности и количества биомассы *Chlorella vulgaris*. Данный показатель может привести к заметной эвтрофикации водоёма, что уже наблюдается на озере в деревне Позднеево.

Таким образом, проведенные исследования показали, что биоресурсность данных водоемов невысокая и сопровождается интенсивностью нарушения трофической системы озёр, что оценивается как средняя. Однако, в водах исследованных водоемов все-таки имеется возможность к самовосстановлению. Для этого необходимо лишь снизить антропогенное воздействие на водоемы, что в будущем даст возможность без опасения использовать эти водные ресурсы в рекреационных целях.

Литература

1. Гостева И. А., Хвощевская А. А. Критерии оценки биоресурсности природных водоемов в условиях антропогенной нагрузки на примере озер томского района // Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии. – 2022. – С. 41-45.
2. Мелихов В. В. и др. Биологическая мелиорация пресноводных водоемов // Деловая слава России. – 2008. – №. 6. – С. 28.
3. Методика измерений оптической плотности культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer) для определения токсичности питьевых, пресных природных и сточных вод, водных вытяжек из грунтов, почв, осадков сточных вод, отходов производства и потребления: ПНД Ф Т 14.1:2.3:4.10-04, Т 16.1:2.2.3:3.7-04. – Москва, 2014. – 36 с.
4. Петросян М. Г. Определение способности самовосстановления гидрохимического режима р. Раздан за 2006-2011 гг // Вода: химия и экология. – 2013. – №. 6. – С. 114-118.
5. Торопов А. Ю., Фролова М. В., Московец М. В. Суспензия хлореллы-направленное воздействие на экосистему водоема // Орошаемое земледелие. – 2020. – №. 1. – С. 46-49.