

Созологические аспекты изучения растительного покрова озер Алтая

Sozological aspects of studying the vegetation cover of Altai lakes

Киприянова Л. М.¹, Вишняков В. С.^{1,2}

Kipriyanova L. M.¹, Vishnyakov V. S.^{1,2}

¹Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Новосибирск, Россия. E-mail: lkipriyanova@mail.ru

¹Institute for Water and Environmental Problems of the Siberian Branch of the RAS, Novosibirsk, Russia

²Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, Ярославская обл., Россия. E-mail: aeonium25@mail.ru

²Papanin Institute for Biology of Inland Waters of the Russian Academy of Sciences, Yaroslavl Region, Russia

Реферат. В работе приводится анализ состояния списков редких и нуждающихся в охране водных и прибрежно-водных растений. С одной стороны, показано, что имеет место избыточность списка растений, включенных в Красные книги Азиатской России, с другой стороны – существует необходимость пополнения списков угрожаемых на территории Алтайского края и Республики Алтай представителей флоры водоемов. Приводятся примеры естественных сукцессионных изменений растительности озер Алтая (озера Манжерокское и Моховое). Констатируются факты существенных изменений растительного покрова озер Манжерокское и Айское. Отмечено относительно стабильное состояние озер Колыванское, Белое. Делается вывод о необходимости регулярного мониторинга состояния экосистем знаковых озер Алтая, в том числе, озер Айское, Белое, Колыванское, Манжерокское, Моховое, Теньгинское, озер Улаганского района. К числу прямых угроз устойчивости и биоразнообразию водных экосистем Алтая относится антропогенное эвтрофирование в связи с массовым развитием рекреации на Алтае, а также радикальные преобразования в прибрежной полосе и на акватории, наносящие катастрофический урон водной и прибрежно-водной растительности и водным экосистемам в целом. Необходимы жесткий контроль над соблюдением санитарных норм в туристическо-рекреационных комплексах на озерах Айское, Телецкое, Теньгинское, а также конструктивный активный диалог научной общественности с администрацией Алтайского края и Республики Алтай для сохранения устойчивости и биоразнообразия водных и прибрежно-водных экосистем.

Ключевые слова. Алтай, водная и прибрежно-водная растительность, озера, охрана, разнообразие.

Summary. The work provides information on the state of the lists of rare and endangered aquatic and semi-aquatic plants. On the one hand, there is a redundancy of the list of plants included in the Red Books of Asian Russia. On the other hand, there is a need to replenish the lists of threatened plants in Altai Territory and the Republic of Altai with the representatives of the flora of water-bodies. Examples of natural successional changes in the vegetation of Altai lakes (lake Manzherokskoye and Mokhovoye) are given. The facts of significant changes in the vegetation cover of lakes Manzherokskoye and Aiskoye are stated. The relatively stable state of lakes Kolyvanskoye and Beloe was noted. It is concluded that there is a need for regular monitoring of the ecosystems' state of the iconic lakes of Altai, including lakes Aiskoye, Beloye, Kolyvanskoye, Manzherokskoye, Mokhovoye, Tenginskoye, lakes of the Ulagansky district. Direct threats to the sustainability and biodiversity of aquatic ecosystems of Altai include anthropogenic eutrophication due to massive development of recreation in Altai, as well as radical transformations in the semi-aquatic strip and water area, causing catastrophic damage to aquatic and semi-aquatic vegetation and aquatic ecosystems in general. Strict control over compliance with sanitary standards is necessary in tourist and recreational complexes on the lakes Ayskoye, Teletskoye, Tenginskoye, as well as a constructive active dialogue between the scientific community and the administration of the Altai Territory and the Republic of Altai to preserve the sustainability and biodiversity of aquatic and semi-aquatic ecosystems of the unique ecoregion.

Key words. Altai, aquatic and semi-aquatic vegetation, diversity, lakes, protection.

Актуальность исследования горных и водных экосистем подчеркивается в Программах работ по биоразнообразию гор (Mountain Biodiversity. URL: <https://www.cbd.int/mountain/>) и биоразнообразию внутренних вод (Inland Waters Biodiversity. URL: <https://www.cbd.int/waters/>), принятых на VII сессии Конференции Сторон Конвенции по биоразнообразию в 2004 г. (COP 7 Decision VII/27 URL:

<https://www.cbd.int/decision/cop/default.shtml?id=7764>), где подчеркивается, что для горных экосистем характерны особо высокий уровень концентрации «горячих точек» биологического разнообразия, высокое число эндемичных и угрожаемых видов, хрупкость горных экосистем и видов и их уязвимость перед антропогенными и природными нарушениями, в том числе перед глобальным изменением климата, с обращением особого внимания на актуальность горных экосистем для управления продовольственными, водными и почвенными ресурсами.

Водная и прибрежно-водная растительность – средообразующий компонент и индикатор состояния водных экосистем, активно участвующий в процессе самоочищения водоемов, перераспределяя вещество во времени и пространстве. В данной работе мы коснемся нескольких экологических аспектов изучения растительного покрова озер Алтая. Для этого проведен анализ списков Красных книг Сибири, а также были выполнены новые исследования на водоемах Алтая (2023 г.).

Состояние списков редких и нуждающихся в охране водных и прибрежно-водных растений. Чек-лист флоры Азиатской России (Конспект флоры..., 2012) содержит 6696 видов и 265 подвидов из 1187 родов и 191 семейства. Красные книги 27 административных регионов азиатской России включают 143 семейства, 667 родов и 2079 видов, 160 подвидов и 53 разновидности (всего 2292 таксона), что составляет около трети всей флоры. На наш взгляд, речь идет о явной избыточности содержания Красных книг (Хуе et al., 2023). Наиболее значимыми проблемами региональных Красных книг Азиатской России являются смешение понятий «редкие» виды и «вымирающие» виды, частое включение видов на границах ареалов, включение видов, находящихся под контролем природных факторов, включение видов, характерных для отдельных этапов восстановительной сукцессии, недостаточная изученность территории и отсутствие данных о динамике популяций, организационные проблемы, связанные с ведением книг (Хуе et al., 2023). Для водных видов показано, что тот факт, что виды произрастают в пределах своего глобального ареала, является наиболее частой причиной их включения в региональные Красные книги азиатской России: 61 вид, которые составляют 64 % списка (Chemeris et al., 2019). Так, в Красную книгу Магаданской области (2019) включены виды с таким широким распространением, как *Ceratophyllum demersum* L. и *Potamogeton pectinatus* L. (*Stuckenia pectinata* (L.) Börner), в Красную книгу Иркутской области (2020) – *Hydrocharis morsus-ranae* L. и *Sagittaria sagittifolia* L., которые находятся на восточной границе своего ареала. В некоторые Красные книги внесены виды, распространение которых регулируется чисто природными факторами (прежде всего – геоморфологией, климатом, гидрологией). Например, в Республике Алтай (Красная книга..., 2017) с преобладанием горного рельефа, где мало водоемов мезотрофного статуса, в Красную книгу внесена гидрилла мутовчатая (*Hydrilla verticillata* (L. f.) Royle), которая очень часто встречается в соседних равнинных районах.

Необходимо пополнение Красных книг Алтайского края и Республики Алтай редкими видами водных растений, как высших, так и низших. С точки зрения охраны макроводорослей внимания заслуживают многолетние виды харовых водорослей, сопряженные с чистыми водоемами со стабильным гидрологическим и гидрохимическим режимами. Это, в первую очередь, *Chara strigosa* A. Braun – вид с дизъюнктивным ареалом. В Сибири не так много регионов, где известны его сравнительно многочисленные и стабильные популяции как в Байкальской Сибири (Романов и др., 2014; данные В. С. Вишнякова). Из находок нитчатых макроводорослей наибольший интерес представляет *Aegagropila brownii* (Dillwyn) Kütz. (= *Aegagropila linnaei* Kütz.). Этот вид считается реликтом последней ледниковой эпохи. На Алтае были известны довольно давние находки в Телецком озере (Воронихин, 1938; как *Aegagropila holsatica* (Kütz.) Kütz.). В ходе исследований 2023 г. этот вид удалось повторно собрать в Телецком озере, а также найти в нескольких озерах Улаганского района Республики Алтай. Необходимо внести в список ООПТ несколько озер Улаганского района, которые являются местами произрастания многих очень редких на территории России водных растений, в том числе, озера Балыктукель, Киделю, Игистукель, Сарулукель, Таштукель, Узункель, Чейбоккекель.

Учитывая не исследованный до конца таксономический статус водяного ореха, произрастающего в Республике Алтай, уязвимость единственной в Республике Алтай популяции чилима (Киприянова, 2024), отсутствие резервных популяций в Республике Алтай, считаем недопустимым исключение водяного ореха плавающего (рогольник, чилим) – *Trapa natans* L. s. l. из Красной книги Республики Алтай.

Сукцессионные процессы в озерах. За последние 50 лет, помимо ярко выраженной антропогенной динамики наблюдалась и естественная трансформация растительности оз. Манжерокского. Так, если В. В. Ильин (1982) указывал, что мох *Fontinalis anthipyretica* Hedw. формировал сообщества,

то спустя тридцать лет даже единичные его экземпляры не отмечались, что, скорее всего, связано с уменьшившейся проточностью и возросшей трофностью вод. *Hydrocharis morsus-ranae* усилил свои позиции на водоеме (что обычно бывает на сукцессионно старых озерах): если в 1970-х гг. наблюдались отдельные растения, то в XXI в. он стабильно формирует ценозы большой площади. Вместо *Scirpus lacustris* L. (*Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla), о сообществах которого упоминал В. В. Ильин (1982), и который в условиях Западной Сибири чаще встречается в реках и сукцессионно молодых озерах, появились сообщества *Scirpus radicans* Schkuhr, весьма характерные для поздних стадий сукцессии озерной растительности. Многокоренник обыкновенный (*Spirodela polyrhysa* (L.) Schleid.) ранее не был отмечен в оз. Манжерокском (Ильин, 1982; Зарубина и Соколова, 2016), но в ходе наших исследований он уже встречался в сообществах водных растений вблизи сплавинного комплекса.

Естественным образом зарастает оз. Моховое (лишено статуса ООПТ). Поверхность озера в значительной степени затянута сплавинами, образованными осокой двухтычинковой (*Carex diandra* Schrank) и другими видами осок, тростником южным (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.), порогом широколистным (*Typha latifolia* L.), сабельником болотным (*Comarum palustre* L.) и другими гигрогелофитами. Озеро проходит естественную стадию заболачивания путем формирования (наползания) сплавин с берегов на акваторию озера. Сплавинный комплекс, как и другая прибрежно-водная растительность, выполняет функции барьера, предотвращающего поступление биогенных элементов в водную среду. Заросли таких видов, как рдест плавающий, ежеголовник плавающий, кубышка малая, а также водные мхи выполняют средообразующую функцию в экосистеме озера и являются активными участниками процесса самоочищения водоема. По берегам озера произрастают несколько крупных берез, затрудняющих обзор озера, что уменьшает его рекреационную ценность, а также ускоряет заполнение озера детритом с ежегодным листовым опадом. Для восстановления озерной экосистемы рекомендуется изъятие механическим способом 80 % площади сплавинного комплекса с сохранением видового разнообразия прибрежно-водной растительности на оставшихся 20 % площади сплавин.

Необходимость мониторинга знаковых озер Алтая.

Озеро Манжерокское. Памятник природы регионального значения с 1978 г. Ключевой вид для охраны – *Trapa pectinata* V. Vassil. В результате обобщения ретроспективных и современных данных получена картина динамики водной и прибрежно-водной растительности озера Манжерокского за последние годы (Киприянова, 2024). Показано, что до начала дноуглубительных работ водная растительность озера отличалась высоким видовым и ценотическим разнообразием, однако к 2007 г. состояние популяции водяного ореха *Trapa pectinata* ухудшилось по сравнению с 1970-ми годами. Дноуглубительные работы, проведенные в 2018 г., привели к катастрофическому падению видового (с 25 до 12 видов) и ценотического (с 10 до 3 ассоциаций) разнообразия гидро- и гелофитной растительности. С водоема полностью исчезли заросли кувшинки чисто-белой. В первые годы после завершения работ показатели разнообразия резко выросли и к 2022 г. достигли 24 видов и 12 ассоциаций соответственно. Несмотря на то, что к 2022 г. произошло восстановление популяции водяного ореха, на сегодняшний день озеро Манжерокское является единственным в Республике Алтай водоемом с уникальной популяцией *Trapa pectinata*, поэтому необходимо его сохранение в статусе особо охраняемой природной территории. Кроме охраны популяции *Trapa pectinata*, необходимо сохранение редких видов сплавинного комплекса – *Sparganium subglobosum* Morong и *S. glomeratum* (Laest.) Neuman (Киприянова, 2024). Работы по очистке озера Манжерокского продолжаются, что, по нашему мнению, демонстрирует реализацию не самого экологичного сценария природопользования и резко снижает природоохранную и просветительскую ценность этого примечательного во многих планах природного объекта.

Озеро Теньгинское. Памятник природы республиканского значения с 2011 г. Профиль памятника природы – комплексный. Прозрачность в настоящее время по данным наших исследований составляет 2,2 м, в то время как В. В. Ильиным (1971) указывается прозрачность 3 м. В 2023 г. нами не был найден отмеченный в 1971 г. рдест сплюснутый (*Potamogeton compressus* L.). Появился и образует сообщества рдест блестящий (*Potamogeton lucens* L.), который не был обнаружен В. В. Ильиным. Были переопределены виды-доминанты растительного покрова. Так, обнаружено, что на озере Теньгинское и некоторых других, вместо указанной В. В. Ильиным *Myriophyllum spicatum* L., произрастает *M. sibiricum* Kom., а кроме *Potamogeton pectinatus* L. (син. *Stuckenia pectinata* (L.) Börner) определена *Stuckenia vaginata* (Turcz.) Holub. Обычны и образуют ценозы *Utricularia macrorhiza* Le Conte, а не *Utricularia vulgaris* L., *Lemna turionifera* Landolt, а не *Lemna minor* L. В настоящее время идет активный процесс эвтрофикации

озера, о чем свидетельствуют в массе развивающиеся зигнемовые водоросли, поверхность сосудистых растений покрыта фитобентосом. Налицо угроза уникальному растительному миру озера. По нашей визуальной оценке, заметно сократились площади, занятые ценозами харовых водорослей, которые ранее составляли основу уникальной экосистемы Теньгинского озера (Ильин, 1971), однако необходимо проведение точного картирования. Следует осуществлять контроль над деятельностью арендаторов, которые периодически предпринимают попытки интродукции различных видов рыб, в том числе растительноядных, чего допускать категорически нельзя, так как озеро уникально своей водной растительностью – представляет собой редкий тип харовых озер.

Оз. Колыванское. Памятник природы краевого значения «Бассейн р. Колыванки» с 2022 г. Уникальный водоем по состоянию видового и ценотического разнообразия водной растительности. Небольшие изменения видового состава в последние годы связаны, по всей видимости, с уточнением видового состава и не столь значимы. Популяция ключевого вида растений водяного ореха казахстанского (*Trapa kasachstanica* V. Vassil.) находится в хорошем состоянии, его заросли занимают обширные площади. Видовое и ценотическое разнообразие водной и прибрежно-водной растительности остается высоким. Прозрачность в 1973–1974 гг. составляла 0,7–0,8 м, в 2023 – 0,5–0,7 м по белому диску Секки. Колыванское озеро отличается рекордным разнообразием харовых водорослей, здесь отмечено 7 видов. Такое богатство, по-видимому, связано с большим разнообразием биотопов.

Оз. Белое. Памятник природы краевого значения с 2011 г. Прозрачность в 2023 г. составляла около 1,6 м, как и ранее отмечалась В. В. Ильиным. Из знаковых изменений растительного покрова отметим появление зарослей гидриллы мутувчатой (*Hydrilla vericillata* (L. fil.) Royle), которая В. В. Ильиным в 1974 г. не была отмечена вовсе. В 2023 г. нами не были отмечены заросли *Potamogeton praelongus* Wulfen, которые в 1973 г. были обычны. Остальные небольшие изменения связаны, по всей видимости, с уточнением видового состава и не столь значимы.

Оз. Айское. Природный парк «Ая» с 2003 г. Озеро представляет собой редкий в этой части Алтая природный водоем, пригодный для купания, и в летний период испытывает мощный рекреационный прессинг. Еще больше усиливает этот прессинг создание банного комплекса прямо на берегах и на акватории озера. Растительность озера претерпела значительные изменения. По сравнению с данными В. В. Ильина, исследовавшего озеро в 1973 г., произошли кардинальные изменения – исчезли массивы харовых водорослей, которые ранее занимали глубины от 4,5 до 6 м (Ильин, 1974). Прозрачность в 2023 г. составляла 2,4 м, что гораздо ниже, чем ранее указывал для лета В. В. Ильин – до 7–8 м. По-видимому, снижение прозрачности связано с резким изменением трофического статуса озера. Исчезли также сообщества *Fontinalis antipyretica*. Мы не отметили и сообществ устойчивого к повышению трофности роголистника погруженного (*Ceratophyllum demersum*), что, по-видимому, связано с механическим удалением этого вида водопользователями. Прибрежную мелководную полосу занимают в настоящее время сообщества гидриллы мутувчатой, в то время как В. В. Ильиным в 1973 г. вид не был отмечен вовсе. Прибрежные экотопы, пригодные для произрастания гелофитов, заняты рекреационной застройкой, поэтому даже такие обычные прибрежно-водные растения, как тростник обыкновенный и хвощ приречный, не были отмечены.

Таким образом, к числу прямых угроз устойчивости и биоразнообразию водных экосистем Алтая относится антропогенное эвтрофирование в связи с массовым развитием рекреации на Алтае, а также радикальные преобразования в прибрежной полосе и на акватории, наносящие катастрофический урон водной и прибрежно-водной растительности, и водным экосистемам в целом. Необходимо наладить жесткий контроль над соблюдением санитарных норм в туристическо-рекреационных комплексах на озерах Айское, Телецкое, Теньгинское (предупреждение антропогенного эвтрофирования уникальных озер, предотвращение попадания загрязняющих веществ с поверхностным стоком, контроль количества отдыхающих, контроль за задерненностью береговой полосы и пр.). Необходим конструктивный активный диалог научной общественности с администрациями Алтайского края и Республики Алтай для сохранения устойчивости и биоразнообразия водных экосистем уникального экорегиона.

Благодарности. Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда № 23-27-00401 <https://rscf.ru/project/23-27-00401/>.

ЛИТЕРАТУРА

- Воронихин Н. Н.** Микрофитобентос Телецкого озера и некоторых притоков его // Тр. Бот. ин-та им. В. Л. Комарова АН СССР. Сер. 2. Споровые растения, 1938. – Т. 4. – С. 237–245.
- Зарубина Е. Ю., Соколова М. И.** Трансформация структуры растительного покрова Манжерокского озера (Республика Алтай) за 35-летний период // Вестник Томского государственного университета. Биология, 2016. – Т. 4, № 36. – С. 47–61. DOI: 10.17223/19988591/36/4
- Ильин В. В.** Водная растительность Теньгинского озера // Природа и природные ресурсы Горного Алтая. – Горно-Алтайск, 1971. – С. 165–176.
- Ильин В. В.** Водные растения оз. Айского // Вопросы ботаники: Сб. науч. тр. – Барнаул, 1974. – С. 12–17.
- Ильин В. В.** Флора и растительность Манжерокского озера (Алтай) // Бот. журн., 1982. – Т. 67. – С. 210–220.
- Ильин В. В.** Флора и растительность Колыванского озера // Изв. СО АН СССР. Сер. биол. науки, 1987. – Вып. 3, № 20. – С. 31–38.
- Киприянова Л. М.** Динамика восстановления высшей водной и прибрежно-водной растительности озера Манжерокское после дноуглубительных работ 2018 г. // Трансформация экосистем, 2024. – Том 7, № 1. – С. 196–215. DOI: 10.23859/estr-230704
- Конспект флоры Азиатской России: сосудистые растения.* – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. – 640 с.
- Красная книга Иркутской области.* – Улан-Удэ: Республиканская типография, 2020. – 552 с.
- Красная книга Магаданской области.* Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов. – Магадан: Охотник, 2019. – 356 с.
- Красная книга Республики Алтай (растения).* – Горно-Алтайск: ООО «Горно-Алтайская типография», 2017. – 267 с.
- Романов Р. Е., Чемерис Е. В., Вишняков В. С., Чепинога В. В., Азовский М. Г., Куклин А. П., Тимофеева В. В.** *Chara strigosa* (Streptophyta: Charales) в России // Бот. журн., 2014. – Т. 99, № 10. – С. 1148–1161. DOI: 10.1134/S1234567814100097
- Chemeris E. V., Bobrov A. A., Lansdown R. V., Mochalova O. A.** The conservation of aquatic vascular plants in Asian Russia // Aquat. Bot., 2019. – Vol. 157. – P. 42–54.
- COP 7 Decision VII/27.* URL: <https://www.cbd.int/decision/cop/default.shtml?id=7764> (Accessed 10 May 2024).
- Inland Waters Biodiversity.* URL: <https://www.cbd.int/waters/> (Accessed 10 May 2024).
- Mountain Biodiversity.* URL: <https://www.cbd.int/mountain/> (Accessed 10 May 2024).
- Xue J., Shcherbakov A. V., Kipriyanova L. M., Zhu L., Ma K.** Mapping Asia Plants: The Threat Status and Influencing Factors of Rare and Endangered Vascular Plant Species in North Asia (Asian Russia) // Plants, 2023. – Vol. 12. – Art. 2792. DOI: 10.3390/plants12152792