

УДК 581.93 (1-925.15)  
doi: 10.17223/19988591/36/4

Е.Ю. Зарубина, М.И. Соколова

Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул, Россия

## Трансформация структуры растительного покрова Манжерокского озера (Республика Алтай) за 35-летний период

На основе натуральных данных выполнена оценка современного состояния флоры и растительности Манжерокского озера, которое является местом произрастания водяного ореха (*Trapa pectinata*) – реликта третичной флоры, эндема Алтая и Западного Саяна, занесенного в Красную книгу Республики Алтай. Показано, что в озере сложился комплекс благоприятных для существования водной растительности природных факторов. Флора Манжерокского озера характеризуется высоким видовым разнообразием и значительно отличается от флоры озер среднегорного и высокогорного Алтая. В долготном географическом спектре флоры доминируют широкоареальные плюрирегиональные и циркумполярные виды, в широтном – виды, встречающиеся в нескольких биогеографических зонах. Расположение озера в предгорьях Алтая определило преобладание во флоре горно-равнинных видов. Экологический анализ выявил доминирование во флоре представителей «водного ядра» – гидро- и гелофитов, растений, для прохождения всего жизненного цикла которых необходима водная среда. Несмотря на высокую рекреационную нагрузку, в растительном покрове озера значительную роль играют виды-антропофобы, как правило, быстро исчезающие при воздействии антропогенных факторов. В этом заключается уникальность данной флоры. Установлено, что за более чем 35-летний период произошла значительная трансформация структуры растительного покрова, увеличилась площадь зарастания озера. Если раньше на озере доминировал водяной орех, то в настоящее время его сменили кувшинка чисто-белая и гидрилла мутноватая, занимающие около 35–40% акватории.

**Ключевые слова:** флора; растительность; ареал; экологический спектр; *Trapa pectinata*.

### Введение

Манжерокское озеро расположено в предгорьях Алтая на высокой древней террасе правого берега р. Катунь на высоте 423 м над ур. м., в 2,5 км от современного русла реки (51°49' с.ш., 85°48' в.д.). Древность его происхождения и изолированное расположение способствовали сохранению здесь водяного ореха (*Trapa pectinata*) – эндемика Алтае-Саянской горной страны [1]. Род водяной орех, или рогульник (*Trapa* L., сем. Трарасеае), относится к числу реликтов третичной флоры, поэтому характер его современного распространения представляет большой научный интерес.

Род *Trapa* насчитывает до 200 видов [2], которые встречаются от умеренной зоны Северного полушария до тропиков Южного полушария. В пределах России этот род имеет дизъюнктивное распространение и сокращает свой ареал. Включенный в Красную книгу РСФСР [3] род *Trapa* исключен из нового издания Красной книги РФ [4], однако представлен во многих региональных Красных книгах. В связи с этим в России большинство исследований рода *Trapa* посвящено изучению экологии и биологии его представителей в рамках биоразнообразия [5–11]. В то же время во многих зарубежных публикациях этот вид считается агрессивным [12, 13] и часто используется для фиторемидации водоемов [14, 15].

Водяной орех занесен в Красную книгу Республики Алтай [16] и имеет статус 1 (Е) – вид, находящийся под угрозой исчезновения. Лимитирующими факторами для его роста и развития являются активная хозяйственная деятельность (строительство гидросооружений, разбор воды на полив) и чрезмерная рекреационная нагрузка. В настоящее время Манжерокское озеро испытывает значительную антропогенную нагрузку, так как находится на транзитных путях к рекреационным центрам Алтайского края и Республики Алтай («Бирюзовая Катунь», с. Чемал, гора Белуха и др.) [17].

Флора и растительность Манжерокского озера подробно изучены В.В. Ильиным в середине XX в. [5]. В дальнейшем специальных исследований растительного покрова озера не проводилось.

Цель данной работы – изучить современное состояние флоры и растительности Манжерокского озера, а также оценить степень и характер изменения его растительного покрова за 35-летний период, прошедший с момента последних исследований.

### Материалы и методики исследования

Манжерокское озеро имеет эллиптическую форму и простирается в северо-восточном направлении на 1 112 м при максимальной ширине 430 м, площадь зеркала – 0,4 км<sup>2</sup> [5]. По мнению Н.Г. Селедцова [18], озерная котловина образовалась от запруживания древней долины р. Катунь боковой мореной ледника, что подтверждается строением ее берегов и вытянутостью в направлении долины. Уровень зеркала озера на 88 м выше современного уровня Катунь, оно фактически находится на поверхности морены. Максимальная глубина – около 3,0 м. Дно озера сравнительно ровное. Донные отложения вдоль берегов песчаные и илисто-песчаные, на основной акватории – сапропели мощностью свыше 5 м.

Согласно геоботаническому районированию территория, на которой расположено Манжерокское озеро, находится в лесостепном поясе Чемальского таежно-лесостепного района [19], или в Чемало-Майминском лесостепном районе [1]. Район расположения озера отличается широким развитием сосновых лесов с примесью березы, а из степной растительности – петро-

фильных вариантов каменистых степей, особенно характерных для крутых склонов долины Катуня.

Вода озера пресная. По химическому составу она относится к хлоридно-гидрокарбонатно-кальциево-натриевому типу со слабощелочной (рН 7,2) реакцией среды [5].

Питание озера происходит за счет атмосферных осадков, ручьев, стекающих со склонов горы Синюха, и грунтовых вод. По данным Н. Г. Селедцова [18], в прошлом режим озера в течение года и по сезонам изменялся незначительно. Однако в настоящее время амплитуда колебания уровня озера достигает 1,0 м, что, по мнению Ю.М. Цимбалея [20], связано с фрагментарной вырубкой леса у подножия горы Синюха и полным сведением березово-соснового бора на шестой террасе. В результате грунтовые воды лишились основной доли атмосферного питания, а их уровень стал зависимым от увлажненности года.

Работа выполнена на основе результатов полевых исследований, проведенных в июле 2010 г. Исследования проводили с применением стандартных методов сбора, гербаризации, описания и картирования высшей водной растительности [21]. Для оценки степени трансформации растительного покрова проанализированы данные предыдущих исследователей [5, 18], а также просмотрен гербарий ЦСБС СО РАН (NSK). Используемая в работе номенклатура таксонов по сосудистым растениям соответствует сводке С.К. Черепанова [22], по мохообразным – сводке M.S. Ignatov et al. [23], по харовым – работе L. Krienitz, P. Nowak [24]. Объем вида *Trapa pectinata* V. Vassil. принят по работе Н.Н. Цвелева [25].

### Результаты исследования и обсуждение

Флора Манжерокского озера относительно богата по видовому разнообразию. Отмечено 34 вида из 5 отделов 20 семейств и 24 родов (таблица). По числу видов доминируют цветковые (*Magnoliophyta*) – 29 видов, мохообразные (*Bryophyta*) представлены двумя видами, харовые водоросли (*Charophyta*), папоротникообразные (*Polypodiophyta*) и хвощи (*Equisetophyta*) включают в свой состав по одному виду.

Среди цветковых растений однодольные по сравнению с двудольными вносят значительно больший вклад в видовое разнообразие флоры (59 и 26% соответственно), что характерно для гюларктических флор, где гидрофильная линия эволюции более развита у класса однодольных, чем у класса двудольных [26]. Еще больше это проявляется в «водном ядре» флоры, объединяющем только истинно водные виды и включающем в свой состав 29 видов, из которых 20 видов (69%) – однодольные растения. Наибольшее число видов отмечено в семействах *Superaceae* (7 видов), *Potamogetonaceae* (5 видов) и *Nymphaeaceae* (3 вида), остальные семейства представлены одним-двумя видами.

Список видов водной и прибрежно-водной растительности Манжерокского озера  
 [Species of aquatic and shore-aquatic vegetation of Manzherokskoe Lake]

Таксон [Taxon]	Распространение [Species area]			Эколог. группы [Ecolog. group]	Обилие [Species abundance]		Гемеробияльн. [HM]
	Долготн. элементы [Longitude elements]	Широтн. элементы [Latitude elements]	Высотн. элементы [Altitude elements]		1976 г. [5]	2010 г.	
<i>Chara vulgaris</i> L.	–	–	–	–	1	–	–
<i>Nitella syncarpa</i> Kutz.	EA	p	FM	HD	1	1	–
<i>Fontinalis antipyretica</i> Hedw.	–	–	–	–	2	–	–
<i>Sphagnum magellanicum</i> Brid.	C	b	FM	HG	–	2	–
<i>Drepanocladus aduncus</i> (Hedw.) Warnst.	P	p	FM	HG	–	2	–
<i>Equisetum fluviatile</i> L.	C	p	FMA	HL	1	1	APT
<i>Thelypteris palustris</i> (Salisb.) Schott	C	p	F	HHL	–	3	APPB
<i>Typha angustifolia</i> L.	P	p	F	HL	–	3	APPL
<i>T. latifolia</i> L.	C	p	FM	HL	2	2	APPL
<i>Sparganium gramineum</i> Georgi	EA	bt	FM	HL	–	2	APT
<i>S. emersum</i> Rehm.	–	–	–	–	2	–	–
<i>Potamogeton berchtoldii</i> Fieb.	C	p	FM	HD	–	1	APT
<i>P. compressus</i> L.	C	bt	FM	HD	1	1	APT
<i>P. natans</i> L.	C	bsm	FM	HD	3	3	APT
<i>P. perfoliatus</i> L.	P	p	FM	HD	2	3	APT
<i>P. praelongus</i> Wulf.	C	bt	FMA	HD	1	3	APT
<i>Sagittaria natans</i> Pall.	EA	p	FM	HD	2	3	APT
<i>Hydrilla verticillata</i> (L. fil) Royle	P	p	FM	HD	3	4	APT
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> L.	EA	bm	F	HD	1	3	APT
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	–	–	–	–	2	–	–
<i>Scolochloa festucacea</i> (Willd.) Link	C	bsm	F	HL	1	1	APPB
<i>Carex contigua</i> Hoppe	ES	b	FMA	HM	–	2	APPL
<i>C. lasiocarpa</i> Ehrh.	EA	b	FM	HHL	–	3	APPB
<i>C. pseudocyperus</i> L.	C	p	F	HHL	–	3	APT
<i>C. rhynchophysa</i> C.A.Mey	EA	p	FM	HHL	–	1	APT
<i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem. et Schult.	P	p	FM	HL	–	2	АФЛ
<i>Scirpus lacustris</i> L.	EA	p	F	HL	3	1	APT
<i>S. radicans</i> Schkuhr.	EA	bm	F	HHL	–	2	APT
<i>Calla palustris</i> L.	C	bt	FM	HL	3	3	APPB
<i>Lemna minor</i> L.	P	p	FM	HD	1	1	APPL
<i>Nuphar pumila</i> (Timm) DC.	EA	bm	FM	HD	1	1	APPB

О к о н ч а н и е т а б л и ц ы [Table (end)]

Таксон [Taxon]	Распространение [Species area]			Эко- лог. груп- пы [Ecolog. group]	Обилие [Species abundance]		Гемеро- би- альн. [HM]
	Долготн. элементы [Longitude elements]	Ши- ротн. эле- менты [Latitude elements]	Высотн. эле- менты [Altitude elements]		1976 г. [5]	2010 г.	
<i>Nymphaea candida</i> J. Presl.	EA	bm	FM	HD	3	4	APPB
<i>N. tetragona</i> Georgi	C	bm	FM	HD	1	1	APPB
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	C	bm	FM	HD	1	1	APT
<i>Trapa pectinata</i> V. Vassil.	ES	bsm	FM	HD	4	2	APPB
<i>Menyanthes trifoliata</i> L.	C	bm	FM	HNL	3	3	APPB
<i>Utricularia minor</i> L.	C	bm	F	HD	–	3	APPB
<i>Utricularia vulgaris</i> L.	–	–	–	–	1	–	–
<i>Galium trifidum</i> L.	C	bm	FM	HG	–	2	APT

*Примечание.* Распространение. Долготные элементы: P – плурирегиональный, C – циркумполярный, EA – евразийский, ES – евросибирский; широтные элементы: p – плуризональный, b – boreальный, bm – boreально-меридиональный, bsm – boreально-субмеридиональный, bt – boreально-температный; высотные элементы: F – равнинные, FM – горно-равнинные и FMA – равнинно-горно-альпийские. Экологические группы: HD – гидрофиты, HL – гелофиты, HNL – гигрогелофиты, HG – гигрофиты, HM – гигромезофиты. Обилие видов: 1 – необильный вид, представленный единичными экземплярами в сообществах или на открытых мелководьях; 2 – малообильный, сопутствующий вид, не входящий в число доминантов или содоминантов фитоценозов; 3 – обильный вид, обычно содоминант, либо образующий небольшие, рассеянные по мелководьям куртины; 4 – высокообильный вид, доминирующий в фитоценозах, образующий обширные заросли. Гемеробиальность (HM): APT – антропополюсы, APPB – антропофобы, APPL – антропофилы.

[Note. **Species area.** Longitude elements: P - Pluriregional, C - Circumpolar, EA - Eurasian, ES - Eurosiberian; Latitude elements: p - Plurizonal, b - Boreal, bm - Boreal-meridional, bsm - Boreal-submeridional, bt - Boreal-temperate; Altitude elements: F - Lowland, FM - Mountain-lowland and FMA - Lowland-mountain-alpine. **Ecological groups:** HD - Hydrophytes, HL - Helophytes, HNL - Hygrohelophytes, HG - Hygrophytes, HM - Hygromesophytes. **Abundance of species:** 1 - Non-abundant species represented by single specimens in communities or in open shallow water; 2 - Low-abundant accompanying species which are not included in the number of dominants or codominants of phytocenoses; 3 - Abundant species, commonly codominant, or forming small clumps scattered throughout shallow waters; 4 - Highly abundant species, dominant in phytocenoses forming extensive thickets. **Hemerobiality (HM):** APT - Anthropotolerant, APPB - Anthropophobe, APPL - Anthropophile].

За более чем 35-летний период, прошедший с момента последних исследований флоры Манжерокского озера В.В. Ильиным [5], произошли некоторые изменения ее видового состава. В первую очередь увеличилось как видовое, так и таксономическое разнообразие водных растений. Если ранее на озере было обнаружено 25 видов из 21 рода и 17 семейств, то в настоящее время уже выявлено 34 вида из 20 семейств и 24 родов. Видовое разнообразие возросло преимущественно за счет представителей семейства осоковых (6 видов) и мохообразных (2 вида). С одной стороны, это растения увлаж-

ненных местообитаний, которые В.В. Ильин мог сознательно не включить в список флоры озера. С другой стороны, это преимущественно небогатые (*Sphagnum magellanicum*, *Drepanocladus aduncus*, *Scirpus radicans*) или малообильные виды (*Carex contigua*, *C. pseudocyperus*, *C. rhynchophysa*), которые могли появиться на озере в последние годы. При этом часть видов, указываемых В.В. Ильиным как «редкие» и «менее обильные» (*Chara vulgaris*, *Utricularia vulgaris*, *Sparganium emersum*, *Fontinalis antipyretica*), не найдены. Возможно, эти виды исчезли из растительного покрова озера или их численность очень мала, и они не отмечены при исследованиях. Не обнаружен также и тростник (*Phragmites australis*), отнесенный В.В. Ильиным к группе менее обильных. Этот широко распространенный на равнине вид очень редко встречается в горах Алтая и в настоящее время, вероятно, также выпал из состава флоры Манжерокского озера. Нельзя исключить и различные подходы к пониманию некоторых таксонов (*Sparganium emersum* и *S. gramineum*; *Utricularia minor* и *U. vulgaris*). Таким образом, изменение видового разнообразия флоры Манжерокского озера является незначительным.

Для анализа географического распространения видов флоры Манжерокского озера использованы координатные географические элементы, выделенные в системе долготных секторов [27], биогеографических зон [28] и высоте над уровнем моря (см. таблицу).

Долготная характеристика ареала вида во флоре озера представлена 4 географическими элементами: плюрирегиональным (Р), охватывающим все континенты Северного и Южного полушарий; циркумполярным (С) – внетропическая часть Евразии и Северной Америки (голарктические бореальные); евразийским (ЕА) – внетропическая Евразия и евросибирским (ЕС) – Европа и западная часть Северной Азии. Широкий циркумполярный ареал имеют 16 видов, или 47% всей флоры. Вместе с шестью видами, имеющими плюрегиональный ареал (*Drepanocladus aduncus*, *Typha angustifolia*, *Hydrilla verticillata*, *Eleocharis palustris*, *Lemna minor*, *Potamogeton perfoliatus*), их можно считать космополитами. Распространение 10 видов (29%) ограничено пределами Евразии: *Scirpus lacustris* и *S. radicans*, *Nuphar pumila*, *Nymphaea candida*, *Sagittaria natans* и др. Оригинальность флоре придает эндемик Алтае-Саянской ботанико-географической провинции *Trapa pectinata* [1, 23]. Во Флоре Сибири [29] этот вид описан как *Trapa natans* L. s.l. с оговоркой, что растения, встречающиеся в Сибири, требуют всестороннего исследования. Мы придерживаемся мнения Н.Н. Цвелева [23], согласно которому на Алтае произрастает именно *Trapa pectinata* V. Vassil., являющийся эндемом Алтая и Западного Саяна.

В географическом спектре флоры отмечены виды с плюризональным (р), бореальным (b), бореально-температным (bt), бореально-субмеридиональным (bsm), бореально-меридиональным (bm) ареалами. При анализе географического спектра флоры наглядно проявилась азональность водных растений. Большинство видов (79%) встречаются в нескольких биогеографических зонах или плюризональны. И только пятая часть видов (21%)

ограничена бореальной и температурной зонами, в пределах которых расположена территория Горного Алтая.

Третьей биогеографической координатой, по В.В. Чепинога [30], является высота над уровнем моря. По приуроченности растений к определенной высоте над уровнем моря во флоре выделено три типологических группы: F – равнинные, FM – горно-равнинные и FMA – равнинно-горно-альпийские. Расположение озера в предгорьях Алтая определило преобладание во флоре горно-равнинных видов (23 вида, или 68%), встречающихся как на равнине, так и в горах. Преимущественно равнинными являются 8 видов (24%): *Thelypteris palustris*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Scolochloa festucacea*, *Carex pseudocyperus* и др. Лишь три вида (*Equisetum fluviatile*, *Potamogeton praelongus* и *Carex contigua*) распространены на всем диапазоне высот от равнин до высокогорий.

При экологическом анализе флоры по отношению к фактору увлажнения все виды разделены на пять типологических групп: гидрофиты (HD), гелофиты (HL), гигрогелофиты (HNL), гигрофиты (HG) и гигромезофиты (HM) (см. таблицу). Гидрофиты включают: харовые водоросли (*Nitella syncarpa*); погруженные не укореняющиеся (*Ceratophyllum demersum*, *Utricularia minor*); погруженные укореняющиеся (*Potamogeton berchtoldii*, *P. compressus*, *P. perfoliatus* и др.); укореняющиеся с плавающими на воде листьями (*Potamogeton natans*, *Sagittaria natans*, *Trapa pectinata*, *Nuphar pumila* и др.) и свободно плавающие на поверхности воды (*Lemna minor*) растения. Эти виды составляют большинство во флоре водоема (16 видов, или 47%). Для прохождения всего жизненного цикла им необходима водная среда, и в условиях Манжерокского озера они обычны в пределах глубин от 0,3 до 2,5 м.

Сообщества с доминированием гелофитов, или воздушно-водных растений, располагаются у берегов до глубины 1,0–1,2 м, реже глубже. Наиболее глубоко проникают высокотравные гелофиты (*Typha angustifolia* и *Scirpus lacustris*). Низкотравные гелофиты предпочитают глубины 0,5–1,0 м (*Equisetum fluviatile*, *Eleocharis palustris*, *Sparganium gramineum* и др.).

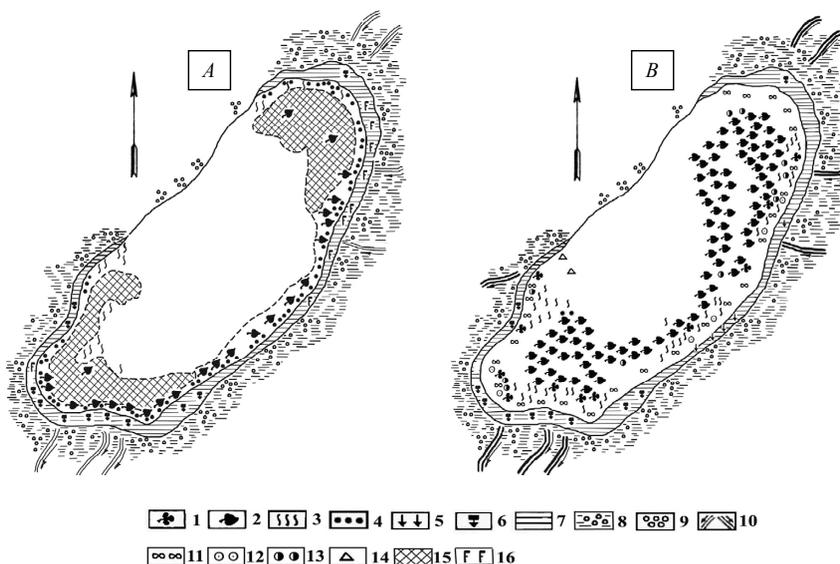
Гигрогелофиты в Манжерокском озере – это растения сплавин. К ним относятся различные виды осок (*Carex lasiocarpa*, *C. pseudocyperus*, *C. rhynchophylla*), вахта (*Menyanthes trifoliata*), папоротник (*Thelypteris palustris*). Вместе с гидрофитами и гелофитами они составляют гидрофильное ядро флоры, включающее 29 видов (85%).

Представители гигрофитов растут на сплавинах, входя в сообщества гело- и гигрогелофитов (*Sphagnum magellanicum*, *Drepanocladus aduncus*, *Galium trifidum*). Гигромезофиты – растения высоких уровней затопления береговой зоны – представлены во флоре одним видом – *Carex contigua*.

По устойчивости к антропогенной нагрузке (гемеробиальность [30, 31]) большинство видов (56%), растущих на озере, являются антропоотолерантами (АРТ), т.е. относительно устойчивыми к действию антропогенных факторов. Число антропофилов (АПЛ) – видов, образующих синантропные со-

общества, незначительно (5 видов, или 15% флоры). К ним можно отнести ряску (*Lemna minor*), рогозы (*Typha angustifolia* и *T. latifolia*), осоку (*Carex contigua*) и болотницу (*Eleocharis palustris*). Уникальность флоры заключается в высокой доле антропофобов (АППВ), которые, как правило, быстро выпадают при нарастающем воздействии антропогенных факторов. Это такие виды, как *Calla palustris*, *Nuphar pumila*, *Nymphaea candida*, *N. tetragona*, *Trapa pectinata* и др., составляющие 17% флоры. Дальнейшее увеличение антропогенной нагрузки может привести к сокращению площади их сообществ или полному исчезновению этих видов.

Примером такой трансформации являются значительные изменения в структуре растительного покрова озера. По данным В.В. Ильина [5], в 1964–1972 гг. основным ценозообразователем на озере являлся водяной орех (*Trapa pectinata*). Общая площадь группировки составляла около 13% акватории (рис. 1).



**Рис. 1.** Схема зарастания Манжерокского озера: А – по: (Ильин, 1982), В – 2010 г. [Fig. 1. Manzherokskoe lake overgrowing. A - according to VV Il'in [5], B - 2010].

**Примечание [Note]:** 1 – *Trapa pectinata*; 2 – *Nymphaea candida*; 3 – *Hydrilla verticillata*; 4 – *Scirpus lacustris*; 5 – *Typha angustifolia*; 6 – *Typha latifolia*; 7 – сплавина [floating island] (*Menyanthes trifoliata*, *Calla palustris*, *Carex*); 8 – заболоченный берег [boggy shore]; 9 – кустарники [shrubs] (*Salix*, *Padus*, *Viburnum*); 10 – ручьи [streams]; 11 – *Hydrocharis morsus-ranae*; 12 – *Utricularia minor*; 13 – *Potamogeton natans*; 14 – *Potamogeton praelongus*; 15 – гр. *Trapa pectinata*; 16 – *Phragmites australis*

В настоящее время водяной орех относится к малообильным видам и входит в качестве сопутствующего вида в сообщество кувшинки чисто-белой (*Nymphaea candida*), доминирующее на озере (рис. 1). В ярусе пла-

вающих растений в составе этих сообществ часто встречаются рдест плавающий (*Potamogeton natans*) и стрелолист плавающий (*Sagittaria natans*). В ярусе погруженных растений – рдесты длинейший и пронзеннолистный (*Potamogeton praelongus* и *P. perfoliatus*), роголистник погруженный (*Ceratophyllum demersum*) и гидриллы мутовчатая (*Hydrilla verticillata*). Гидриллы в настоящее время из разряда обильных перешла в разряд высокообильных видов, доминирующих в фитоценозах и образующих обширные заросли. Площадь сообщества кувшинки чисто-белой и гидриллы мутовчатой в настоящее время составляет около 35–40% акватории, не заросшими остаются только центральная часть водоема и участок вдоль западного берега, где расположена «пляжная зона».

Характерной чертой в зарастании озера остается наличие сплавин, которые окаймляют его на большей части береговой линии. Их площадь, по данным космоснимков, практически не изменилась. Ширина сплавин составляет от 5 до 45 м. Главными сплавинообразователями являются вахта трехлистная (*Menyanthes trifoliata*), телиптерис болотный (*Thelypteris palustris*), белокрыльник болотный (*Calla palustris*), осоки (*Carex lasiocarpa*, *C. pseudocyperus*, *C. rhynchophylla*). Вдоль края сплавин часто встречаются пузырчатка малая (*Utricularia minor*), водокрас (*Hydrocharis morsus-ranae*) и ряска малая (*Lemna minor*).

Интересной особенностью Манжерокского озера, которую отмечал еще В.В. Ильин [5], наряду с его высоким видовым разнообразием является значительное отличие его флоры и растительности от флоры и растительности озер среднегорного и высокогорного Алтая. Так, в Теньгинском озере, расположенном на высоте около 1 000 м над ур. м., доминируют харовые водоросли, рдест гребенчатый (*Potamogeton pectinatus*), пузырчатка обыкновенная (*Utricularia vulgaris*), уруть колосистая (*Myriophyllum spicatum*) [32]. В высокогорных озерах бассейна р. Чульча, расположенных на высоте от 1 400 до 2 000 м над ур. м., доминируют водные мхи, рдесты (*Potamogeton alpinus*, *P. perfoliatus*, *P. praelongus*), пузырчатка обыкновенная, уруть (*Myriophyllum verticillatum* и *M. sibiricum*) [33]. В высокогорном озере Джулуколь, расположенном на высоте 2 000 м над ур. м. в истоках р. Чулышман, также преобладают различные виды рдестов (*Potamogeton compressus*, *P. perfoliatus*, *P. praelongus*), роголистник погруженный (*Ceratophyllum demersum*), ряска тройчатая (*Lemna trisulca*) [34, 35]. К числу рдестовых озер относится и глубоководное Телецкое озеро, расположенное в горно-таежной зоне на высоте 434 м над ур. м. [36], и озеро Ая, находящееся недалеко от Манжерокского, но только на левом берегу р. Катунь на высоте 380 м над ур. м. [37]. Во всех этих озерах отсутствуют или слабо распространены растения с плавающими на воде листьями, которые доминируют в Манжерокском озере.

По составу доминирующих видов Манжерокское озеро похоже на Колыванское, расположенное в предгорьях Алтая в бассейне р. Чарыш на высоте 439 м над ур. м. [38]. Общими для этих озер, кроме водяного ореха (в Ко-

лыванском озере это *Trapa natans* L. s. l.), являются виды, отсутствующие в горных озерах: кувшинка чисто-белая, кубышка малая (*Nuphar pumila*), водокрас, гидрилла мутовчатая, ряска малая, роголистник погруженный. Сходство флористического и фитоценологического составов этих озер объясняется, вероятно, сходным комплексом экологических условий.

### Заключение

Манжерокское озеро является местом произрастания реликта третичной флоры – водяного ореха (*Trapa pectinata*), занесенного в Красную книгу Республики Алтай и многие региональные Красные книги России. Флора Манжерокского озера характеризуется высоким видовым разнообразием и значительно отличается от флоры озер среднегорного и высокогорного Алтая. В географическом спектре флоры доминируют широкоареальные горно-равнинные виды. В экологическом спектре – представители «гидрофильного ядра» гидро-, гело- и гирогелофиты. За последние 35 лет произошли значительные изменения в структуре растительного покрова и площади зарастания озера. Смена доминантов – сообщества *Trapa pectinata* сменили сообщества *Nymphaea candida* и *Hydrilla verticillata*, покрывающие сейчас около 35–40% акватории. Дальнейшее увеличение антропогенной нагрузки может привести к сокращению площади сообществ или полному исчезновению видов-антропофобов, таких как *Trapa pectinata*, придающих уникальность флоре.

*Авторы выражают благодарность канд. биол. наук, н.с. лаборатории водной экологии А.В. Котовицкову (ИВЭП СО РАН) за помощь в сборе материала.*

### Литература

1. Куминова А.В. Растительный покров Алтая. Новосибирск : Сиб. отд. АН СССР, 1960. 449 с.
2. Васильев В.Н. Водяной орех и перспектива его культуры в СССР. М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1960. 100 с.
3. Красная книга РСФСР (растения) / гл. ред. А.П. Тахтаджан. М. : Росагропромиздат, 1988. 591 с.
4. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / гл. ред. Ю.П. Трутнев. М. : Товарищество научных изданий КМК, 2008. 855 с.
5. Ильин В.В. Флора и растительность Манжерокского озера (Алтай) // Ботанический журнал. 1982. Т. 67. С. 210–220.
6. Лисицина Л.И., Папченков В.Г., Артеменко В.Г. Флора водоемов Волжского бассейна. СПб. : Гидрометеиздат, 1993. 219 с.
7. Савин Г.А., Колесникова И.Л., Клинова Г.Ю. Химический состав и особенности экологии водяного ореха *Trapa natans* L. в Волгоградской области // Альманах современной науки и образования. 2007. № 6 (6). С. 126–127.
8. Лесков А.П. Экология и биология *Trapa natans* L. (Восточное Забайкалье) // Вестник Бурятского государственного университета. 2008. № 4. С. 111–116.

9. Дементьева С.М., Петушкова Т.П. К экологии и распространению *Trapa natans* L. в озерах Тверской области // Экология. 2010. № 5. С. 393–396.
10. Берестенко Е.Н., Кислов Д.Е. Индикация представителей рода *Trapa* L. Приморского края по морфометрическим признакам плодов // Вестник КрасГАУ. 2013. № 11. С. 94–100.
11. Болотова Я.В. Распространение видов рода *Trapa* L. (Трапасае) на территории Амурской области (российский Дальний Восток) // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. 2014. Т. 11, № 2. С. 22–28.
12. Markovic G., Vicentijevic-Markovic-G., Tanaskovic S. First Record of Water Chestnut (*Trapa natans* L., Trapaceae, Myrtales) in Central Serbia // Journal of Central European Agriculture. 2015. 16(4):436–444. Doi: 10.5513/JCEA01/16.4.1650.
13. Georg A. Janauer, Udo Schmidt-Mumm, Brigitte Schmidt. Aquatic macrophytes and water current velocity in the Danube River // Ecological Engineering. 2010. 36(9). PP. 1138–1145.
14. Kuldeep Baudhdh. The suitability of *Trapa natans* for phytoremediation of inorganic contaminants from the aquatic ecosystems // Ecological Engineering. 2015. № 83. PP. 39–42.
15. Tall Laure, Caraco Nina, Maranger Roxane. Denitrification hot spots: dominant role of invasive macrophyte *Trapa natans* in removing nitrogen from a tidal river // Ecological Applications. 2011. Vol. 21, № 8. PP. 3104–3114.
16. Красная книга Республики Алтай (растения) / под ред. И.М. Красноборова. Горно-Алтайск : Изд-во ГАГУ, 2007. 272 с.
17. Цимбалей Ю.М. О геотехнических мерах в восстановлении и охране Манжерокского озера // Известия Алтайского отделения Русского географического общества. 2014. № 35. С. 58–62.
18. Селедцов Н.Г. Айское, Манжерокское и Тенгинское озера Горного Алтая // Известия Алтайского отделения географического общества СССР. 1963. Вып. 2. С. 54–73.
19. Огуреева Г.Н. Ботаническая география Алтая. М. : Наука, 1980. 188 с.
20. Цимбалей Ю.М. Экологические проблемы рекреационного освоения Манжерокского озера (Северный Алтай) // Мир науки, культуры, образования. 2008. № 2 (9). С. 22–26.
21. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. СПб. : Гидрометеиздат, 1992. 318 с.
22. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб. : Мир и семья–95, 1995. 991 с.
23. Ignatov M.S., Afonina O.M., Ignatova E.A. Check-list of mosses of East Europe and North Asia // Arctoa. 2006. Т. 15. PP. 1–130.
24. Krienitz L., Nowak P. Systematik der Charophyceae // Armleuchteralgen–Die Characeen Deutschlands. Berlin, Heidelberg: Springer, 2016. S. 17–27. Doi: 10.1007/978–3–662–47797–7.
25. Цвелев Н.Н. О роде *Trapa* L. (Трапасае) в Восточной Европе и Северной Азии // Новости систематики высших растений. 1993. Т. 29. С. 99–107.
26. Кузьмичев А.И. Гидрофильная флора юго-запада Русской равнины и ее генезис. СПб. : Гидрометеиздат, 1992. 215 с.
27. Тахтаджян А.Л. Флористические области Земли. Л. : Наука, 1978. 248 с.
28. Meusel H., Jäger E. & Weinert E. Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. Jena : VEB G. Fischer Verlag, 1965. 583 S.
29. Флора Сибири. Geraniaceae–Cornaceae / под ред. Г.А. Пешковой. Новосибирск : Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 1996. Т. 10. 254 с.
30. Чепинога В.В. Флора и растительность водоемов Байкальской Сибири. Иркутск, 2015. 468 с.
31. Флора Байкальской Сибири. Информационная система / сост. В.В. Чепинога и др. Иркутск, 2010. URL: <http://www.flora.baikal.ru>
32. Ильин В.В. Водная растительность Теньгинского озера // Природа и природные ресурсы Горного Алтая. Горно-Алтайск : Изд-во ГАГУ, 1971. С. 165–176.

33. Зарубина Е.Ю. Состав и структура флоры сосудистых растений водоемов и водотоков бассейна р. Чульчи // Мир науки, культуры и образования. 2009. № 1 (13). С. 32–35.
34. Ильин В.В. Распространение некоторых водных растений в озерах Алтая и их новые местонахождения // Известия СО АН СССР. Серия: Биол. науки. 1981. Вып. 3, № 15. С. 89–97.
35. Зарубина Е.Ю., Соколова М.И. Состав и структура гигрофильной флоры р. Чулышман // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии : материалы Седьмой Международной научно-практической конференции / отв. ред. А.И. Шмаков. Барнаул : Изд-во РПК «Арктика», 2008. С. 93–95.
36. Зарубина Е.Ю., Яныгина Л.В., Бурмистрова О.С., Митрофанова Е.Ю., Ким Г.В., Котовицков А.В., Крылова Е.Н., Ковешников М.И. Литоральные биоценозы как один из факторов устойчивости экосистемы Телецкого озера // Ползуновский вестник. 2005. № 4–2. С. 201–207.
37. Ильин В.В. Водные растения оз. Айского // Вопросы ботаники: науч. тр. / отв. ред. Р.Я. Федоткина. Барнаул : Изд-во Барнаул. гос. пед. ин-та, 1974. С. 12–17.
38. Дурникин Д.А., Зарубина Е.Ю., Ковешникова А.С. Динамика растительности Кольванского озера (Алтайский край) // Ботанические исследования Сибири и Казахстана : сб. науч. ст. Гербария им. В.В. Сапожникова / отв. ред. А.И. Куприянов. Барнаул : Изд-во АГУ, 2005. С. 84–90.

#### Сведения об авторах:

**Зарубина Евгения Юрьевна** – канд. биол. наук, с.н.с. лаборатории водной экологии Института водных и экологических проблем СО РАН (656038, г. Барнаул, Россия, ул. Молодежная, 1).

E-mail: [zeur11@mail.ru](mailto:zeur11@mail.ru)

**Соколова Мария Ивановна** – м.н.с. лаборатории водной экологии Института водных и экологических проблем СО РАН (656038, г. Барнаул, Россия, ул. Молодежная, 1).

E-mail: [msokolova@iwep.ru](mailto:msokolova@iwep.ru)

*Поступила в редакцию 05.05.2016 г.; повторно 06.10.2016 г.;  
принята 19.10.2016 г.; опубликована 13.12.2016 г.*

Zarubina EYu, Sokolova MI. Transformation of the plant cover structure of Manzherokskoe lake (West Altai) over 35 years. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya – Tomsk State University Journal of Biology*. 2016;4(36):47-61. doi: 10.17223/19988591/36/4 In Russian, English summary

**Eugenia Yu. Zarubina, Mariya I. Sokolova**

*Institute for Water and Environmental Problems, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,  
Barnaul, Russian Federation*

### **Transformation of the plant cover structure of Manzherokskoe Lake (West Altai) over 35 years**

We evaluated Manzherokskoe Lake flora and vegetation modern condition on the basis of the field data. Manzherokskoe Lake (51°49'N, 85°48'E) is a habitat of the water chestnut (*Trapa pectinata*), which is a cladotype, endemic of the Altai and the West Sayans. The aim of this research was to explore Manzherokskoe Lake flora and vegetation modern condition and to estimate changes in its vegetation over the 35-year period. The work was carried out on the basis of field studies results, obtained by standard methods in July 2010. Investigations were realized by standard methods of collection, herborization, description and mapping of the higher water vegetation. The taxa nomenclature used in the research on vascular plants corresponds to

SK Cherepanov's summary, on bryophytes - MS Ignatov and coauthors' summary, on Charophyceae - the work of L Krienitz and P. Nowak. *Trapa pectinata* V. Vassil. species volume is considered according to NN Tsveleva.

We demonstrated that a complex of natural factors favorable for aquatic plants formed in the lake. Due to this, Manzherokskoe Lake flora is characterized by sublime ecosystem diversity and is very different from the flora of the mid-mountain and high-mountain Altai. Species with wide areas dominate in the areal spectrum of flora. The lake location in the foothills of the Altai Mountains predetermined the prevalence of mountain-lowland species in the flora. Environmental analysis showed the domination of "hydrophilic core" representatives, i.e. hydrophytes and gelophytes. The aquatic habitat is necessary for these plants to pass through their life cycle. We revealed that despite high recreational water utilization, anthropophobic species playing a significant role in the plant cover disappear with exposure to anthropogenic factors. Therein lies the uniqueness of this flora. We found out that the plant cover structure had transformed over the 35-year period and the area of the water reservoir overgrowing had increased. If earlier the water chestnut (*Trapa pectinata*) dominated in the lake, now it is replaced by the white water lily (*Nymphaea candida*) and the hydrilla (*Hydrilla verticillata*), which occupy about 35-40% of the water area.

**Acknowledgments:** The authors thank Cand. Sci. (Biol.), Researcher AV Kotovshchikov (Laboratory of Aquatic Ecology, Institute for Water and Environmental Problems, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Barnaul, Russia) for assistance in collecting material.

*The article contains 1 Figure, 1 Table, 38 References.*

**Key words:** *flora; vegetation; area; ecological repertoire; Trapa pectinata.*

## References

1. Kuminova AV. Rastitel'nyy pokrov Altaya [Vegetative cover of Altai]. Novosibirsk: Siberian Branch of the Academy of Sciences of the USSR Publ.; 1960. 449 p. In Russian
2. Vasil'ev VN. Vodyanoy orekh i perspektiva ego kul'tury v SSSR [Water chestnut and its culture perspective in the USSR]. Moscow; Leningrad: AN SSSR Publ.; 1960. 100 p. In Russian
3. *Krasnaya kniga RSFSR (rasteniya)* [The Red list of the RSFSR (plants)]. Takhtajan AP, editor. Moscow: Rosagropromizdat Publ.; 1988. 591 p. In Russian
4. *Krasnaya kniga Rossiyskoy Federatsii (rasteniya i griby)* [The Red list of the Russian Federation (Plants and Fungi)]. Trutnev YuP, editor. Moscow: KMK Scientific Press Ltd.; 2008. 855 p. In Russian
5. Il'in VV. Flora i rastitel'nost' Manzherokskogo ozera (Altay) [Flora and vegetation of Manzherokskoe lake (Altai)]. *Botanicheskiy zhurnal – Botanical journal*. 1982;67(2):210-220. In Russian
6. Lisitsina LI, Papchenkov VG, Artemenko VG. Flora vodoemov Volzhskogo basseyna [Flora of the Volga basin reservoirs]. St. Petersburg: Gidrometeoizdat Publ.; 1993. 219 p. In Russian.
7. Savin GA, Kolesnikova IL, Klinkova GYu. Khimicheskiy sostav i osobennosti ekologii vodyanogo oreha *Trapa natans* L. v Volgogradskoy oblasti [Chemical constitution and ecology features of water chestnut *Trapa natans* L. in Volgograd Region]. *Almanac of Modern Science and Education*. 2007;6(6):126-127. In Russian
8. Leskov AP. Ecology and biology *Trapa natans* L. in condition of East Transbaikalia. *Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2008;4:111-116. In Russian
9. Dement'eva SM, Petushkova TP. On the ecology and distribution of *Trapa natans* L. in Lakes of the Tver Region. *Russian Journal of Ecology*. 2010;41:440-444. doi: [10.1134/S1067413610050139](https://doi.org/10.1134/S1067413610050139)

10. Berestenko EN, Kislov DE. Classification of genus *Trapa* L. species of the Primorskiy krai by fruit morphometric features. *The Bulletin of KrasGAU*. 2013;11:94-100. In Russian, English summary
11. Bolotova YaV. Distribution of species of genus *Trapa* L. (Trapaceae) in the Amur Region (Russian Far East)]. *Vestnik Severo-Vostochnogo Federal'nogo Universiteta im. M.K. Ammosova*. 2014;11(2):22-28. In Russian
12. Markovic G. Vicentijevic-Markovic-G, Tanaskovic S. First Record of Water Chestnut (*Trapa natans* L., Trapaceae, Myrtales) in Central Serbia. *Journal of Central European Agriculture*. 2015;16(4):436-444. doi: [10.5513/JCEA01/16.4.1650](https://doi.org/10.5513/JCEA01/16.4.1650)
13. Janauer GA, Schmidt-Mumm U, Schmidt B. Aquatic macrophytes and water current velocity in the Danube River. *Ecological Engineering*. 2010;36(9):1138-1145. doi: [10.1016/j.ecoleng.2010.05.002](https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2010.05.002)
14. Bauddh K. The suitability of *Trapa natans* for phytoremediation of inorganic contaminants from the aquatic ecosystems. *Ecological Engineering*. 2015;83:3942. doi: [10.1016/j.ecoleng.2015.06.003](https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2015.06.003)
15. Tall L, Caraco N, Maranger R. Denitrification hot spots: dominant role of invasive macrophyte *Trapa natans* in removing nitrogen from a tidal river. *Ecological Applications*. 2011;21(8):3104-3114. doi: [10.1890/11-0061.1](https://doi.org/10.1890/11-0061.1)
16. *Krasnaya kniga Respubliki Altay (rasteniya)* [The Red list of the Republic of Altai (plants)]. Krasnoborov IM, editor. Gorno-Altaysk: GAGY Publ.; 2007. 272 p. In Russian
17. Tsybalei YuM. On geotechnical measures for restoration and protection of Lake Manzherok. *Izvestiya Altayskogo otdeleniya Russkogo Geograficheskogo Obshchestva*. 2014;35:58-62. In Russian, English summary
18. Seledtsov NG. Ayskoe, Manzherokskoe i Tenginskoe ozera Gornogo Altaya [Aya, Manzherokskoe and Tenginskoe lakes of Altai Mountains]. *Izvestiya Altayskogo otdeleniya Geograficheskogo Obshchestva USSR*. 1963;2:54-73. In Russian
19. Ogureeva GN. Botanicheskaya geografiya Altaya [Altai phytogeography]. Moscow: Nauka Publ.; 1980. 188 p. In Russian
20. Tsybalei YuM. Ecological problems of recreation development of Manzherokskoe lake (north Altai). *The World of Science, Culture and Education*. 2008;2 (9):22-26. In Russian, English summary
21. *Rukovodstvo po gidrobiologicheskomu monitoringu presnovodnykh ekosistem* [Manual on hydrobiological monitoring of freshwater ecosystems]. Abakumov VA, editor. St. Petersburg: Gidrometeoizdat Publ.; 1992. 318 p. In Russian
22. Cherepanov SK. Vascular plants of Russia and adjacent states (The Former USSR). St. Petersburg: Mir & Sem'ya Publ.; 1995. 991 p. In Russian
23. Ignatov MS, Afonina OM, Ignatova EA. Check-list of mosses of East Europe and North Asia. *Arctoa*. 2006;15:1-130.
24. Krienitz L, Nowak P. Systematik der Charophyceae. *Armleuchteralgen – Die Characeen Deutschlands*. 2016;17-27. doi: [10.1007/978-3-662-47797-7](https://doi.org/10.1007/978-3-662-47797-7) In German
25. Tsvelev NN. O rode *Trapa* L. (Trapaceae) v Vostochnoy Evrope i Severnoy Azii [About *Trapa* L. genus (Trapaceae) in Eastern Europe and North Asia]. *Novosti sistematiki vysshikh rasteniy*. 1993;29:99-107. In Russian
26. Kuz'michev AI. Gidrofil'naya flora yugo-zapada Russkoy ravniny i ee genesis [Hydrophilous flora of the Russian Plain south-west and its genesis]. St. Petersburg: Gidrometeoizdat Publ.; 1992. 215 p. In Russian
27. Takhtadzhyan AL. Floristicheskie oblasti Zemli [Floristic regions of the Earth]. St. Petersburg: Nauka Publ.; 1978. 248 p. In Russian
28. Meusel H, Jäger E. & Weinert E. Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. Jena: VEB G. Fischer Verlag, 1965. 583 p. In German

29. *Flora Sibiri*. Geraniaceae–Cornaceae [Flora of Siberia. Geraniaceae–Cornaceae]. Vol. 10. Peshkova GA, editor. Novosibirsk: Nauka, Siberian Branch Publ.; 1996. 254 p. In Russian
30. Chepinoga VV. Flora and vegetation of waterbodies in Baikal Siberia. Irkutsk: VB Sochava Institute of Geography SB RAS Publ.; 2015. 468 p. In Russian, English Summary
31. *Flora Baykal'skoy Sibiri. Informatsionnaya sistema* [Flora of the Baikal Siberia. Electronic resource]. Chepinoga VV, editor. Irkutsk, 2010. Available at: <http://www.flora.baikal.ru> (accessed 15.09.2016)
32. Il'in VV. Vodnaya rastitel'nost' Ten'ginskogo ozera [Aquatic vegetation of Tenginskoe lake]. In: *Priroda i prirodnye resursy Gornogo Altaya* [Nature and natural resources of the Altai Mountains]. Gorno-Altaysk: GAGU Publ.; 1971. pp. 165-176. In Russian
33. Zarubina EYu. The composition and structure of vascular plants flora in lakes and streams of river Chulcha basin. *The World of Science, Culture and Education*. 2009;1(13):32-35. In Russian, English summary
34. Il'in VV. Rasprostranenie nekotorykh vodnykh rasteniy v ozerakh Altaya i ikh novye mestonakhozhdeniya [Certain aquatic plants travel in Altai lakes and their new location]. *Izvestiya SB AN USSR. Seriya biologicheskie nauki*. 1981;3(15):89-97. In Russian
35. Zarubina EYu, Sokolova MI. Sostav i struktura gigrofil'noy flory r. Chulyshman [The composition and structure of hygrophilic flora in the Chulyshman river]. In: *Problemy botaniki Yuzhnoy Sibiri i Mongolii: materialy Sed'moy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Problems of botany in South Siberia and Mongolia. Proc. of the Sci. Conf.]. Shmakov AI, editor. Barnaul: RPK "Arktika" Publ.; 2008. pp. 93-95. In Russian, English summary
36. Zarubina EYu, Yanygina LV, Burmistrova OS, Mitrofanova EYu, Kim GV, Kotovshchikov AV, Krylova EN, Kovesnikov MI. Litoral'nye biotsenozy kak odin iz faktorov ustoychivosti ekosistemy Teletskogo ozera [Littoral biocenoses as one of the Teletskoye ecosystem sustainability factor]. *Polzunovskiy vestnik*. 2005;4-2:201-207. In Russian
37. Il'in VV. Vodnye rasteniya oz. Ayskogo [Aya lake aquatic plants]. In: *Voprosy botaniki: nauchnye trudy* [Issues of botany: Scientific papers]. Fedotkina RYa, editor. Barnaul: Barnaul'skiy Gosudarstvennyy Pedinstitut Publ.; 1974. pp. 12-17. In Russian
38. Durnikin DA, Zarubina EYu, Kovesnikova AS. Dinamika rastitel'nosti Kolyvanskogo ozera (Altayskiy kraj) [Vegetation dynamics of Kolyvanskoe lake]. In: *Botanicheskie issledovaniya Sibiri i Kazakhstana: Sbornik nauchnykh statey Gerbariya im. VV Sapozhnikova* [Botanical research in Siberia and Kazakhstan. Collection of scientific papers of the VV Sapozhnikov Herbarium]. Kupriyanov AI, editor. Barnaul: Altay State University Publ.; 2005. pp. 84-90. In Russian

Received 5 May 2016; Revised 6 October 2016;

Accepted 19 October 2016; Published 13 December 2016.

**Author info:**

**Zarubina Eugenia Yu**, Cand. Sci. (Biol.), Senior Researcher, Laboratory of Aquatic Ecology, Institute for Water and Environmental Problems, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 1 Molodezhnaya Str., Barnaul 656038, Russian Federation.

E-mail: [zeur11@mail.ru](mailto:zeur11@mail.ru)

**Sokolova Mariya I**, Junior Researcher, Laboratory of Aquatic Ecology, Institute for Water and Environmental Problems, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 1 Molodezhnaya Str., Barnaul 656038, Russian Federation.

E-mail: [msokolova@iwep.ru](mailto:msokolova@iwep.ru)