

## Флора высокогорных водоёмов на крайнем северо-востоке Азиатской России

### Flora of high mountain water bodies on Far North-East Asia (Russia)

Мочалова О. А.<sup>1</sup>, Чемерис Е. В.<sup>2</sup>, Бобров А. А.<sup>2</sup>

Mochalova O. A.<sup>1</sup>, Chemeris E. V.<sup>2</sup>, Bobrov A. A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, г. Магадан, Россия. E-mail: mochalova@inbox.ru

<sup>1</sup> Institute of the biological problems of the North FEB RAS, Magadan, Russian Federation

<sup>2</sup> Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, пос. Борок, Ярославская область, Россия

E-mails: lechem@ibiw.ru; lsd@ibiw.yaroslavl.ru

<sup>2</sup> Papanin Institute for biology of inland waters RAS Borok, Yaroslavl Reg., Russian Federation

**Реферат.** Проанализированы общие закономерности распространения водных сосудистых растений на высотах более 500 м над ур. м. на северо-востоке Республики Саха (Якутия), в Магаданской области и Чукотском АО. На высотном градиенте 500–1200 м произрастают 36 таксонов водных растений. Снижения их разнообразия с увеличением высоты не отмечено, изменяется их обилие. Наиболее распространены в высокогорьях 6 видов, которые произрастают в разных типах водоёмов: *Callitriche palustris*, *Equisetum fluviatile*, *Hippuris vulgaris*, *Potamogeton gramineus*, *P. perfoliatus*, *Sparganium hyperboreum*. На максимальных высотах более 1200 м отмечены *Callitriche palustris*, *Hippuris vulgaris*, *Ranunculus trichophyllus* и *Sparganium hyperboreum*. Находки *Nuphar pumila*, *Nymphaea tetragona*, *Potamogeton berchtoldii* в высокогорьях северо-востока Азии единичны, высотный предел распространения этих видов 800–950 м над ур. м. До 1200 м высота над ур. м. – это не основной, а только один из факторов, совместно с другими лимитирующий распространение водных растений.

**Ключевые слова.** Водные сосудистые растения, высотные пределы распространения, горные озёра, Магаданская область, Республика Саха (Якутия), Чукотский АО.

**Summary.** The general patterns of distribution of aquatic vascular plants at altitudes above 500 m above sea level were analyzed on the east of Republic of Yakutia, Magadan Region and Chukotka Autonomous Area. At the altitudinal gradient 500–1200 m, 36 taxa of aquatic plant grow. The decrease in their diversity with increasing altitude was not found, their abundance changes. Six species were most common in the highlands, which grow in different types of water bodies: *Callitriche palustris*, *Equisetum fluviatile*, *Hippuris vulgaris*, *Potamogeton gramineus*, *P. perfoliatus*, *Sparganium hyperboreum*. Four species *Callitriche palustris*, *Hippuris vulgaris*, *Ranunculus trichophyllus* and *Sparganium hyperboreum* were recorded at maximum altitudes above 1200 m. Findings of *Nuphar pumila*, *Nymphaea tetragona*, *Potamogeton berchtoldii* in the highlands of North-East Asia were single, the altitudinal distribution limit of these species was 800–950 m above sea level. Up to 1200 m, altitude above sea level is not the main but only one of the factors together with the others limiting the distribution of aquatic plants.

**Key words.** Aquatic vascular plants, altitudinal distribution limits, Chukotka Autonomous Area, Magadan Region, mountain lakes, Republic of Yakutia.

**Введение.** Распределение растений в горных регионах обусловлено высотой над уровнем моря, крутизной и экспозицией склона. С ростом высоты над ур. м. уменьшается атмосферное давление и количество CO<sub>2</sub> (Körner, 1999), понижаются средние температуры воздуха, усиливаются температурные контрасты (Körner, 1999; Van de Ven et al., 2007), сокращается вегетационный сезон (Körner, 1999), возрастает интенсивность ультрафиолетовой радиации, прямого и общего излучения (Reiter et al., 1980) и др. Распределение растительных сообществ и «наземных» растений в горах и анализ определяющих его факторов рассматривался во многих регионах мира (Юрцев, 1968; Körner, 1999; Alpine ecosystems..., 2004; Егоров, Онипченко, 2014). Исследований по высотному распределению водных растений немного, ещё меньше работ, посвящённых изучению комплексного влияния природно-климатических фак-

торов на распространение водных макрофитов в высокогорьях (Lacoul, 2004; Lacoul, Freedman, 2006; Alahuhta et al., 2017).

Например, анализ флоры более чем 300 водоёмов в горах Камбрии в Англии (с высотами до 837 м над ур. м.), показал обратную линейную зависимость высоты и видового разнообразия. При этом высотная характеристика коррелирует с площадью водного зеркала. Высота над ур. м. и (или) площадь водоёма выступают основными факторами, определяющими видовое разнообразие, более значимыми, чем гидрохимия. Редкие водные растения, встречающиеся в 1–2 местонахождениях, чаще росли на малых высотах, тогда как высокогорные виды встречались по всему градиенту высот (Jones et al., 2003). В водоёмах Испании с увеличением высоты не обнаружено снижения видового разнообразия, но отмечено изменение в составе и структуре водной растительности. В горных водоёмах на видовой состав сильнее, чем высота влияли размер озера и (или) электропроводность воды (Fernández-Aláez et al., 2018). Однако чаще указывалось на снижение видового разнообразия с увеличением высоты (Heegaard et al., 2001; Jones et al., 2003, Zhou et al., 2021).

В горах Турции изучено распределение 19 видов семейства Potamogetonaceae вдоль высотного градиента с перепадом в 2700 м. Большинство видов было обнаружено на всех высотах, 7 видов произрастали исключительно на больших или на малых высотах и были представлены 1–3 популяциями. *Stuckenia filiformis* (включая *S. amblyphylla*), *Potamogeton alpinus* и *P. praelongus* были найдены только на высотах более 1800 м, также предпочитали высокогорные водоёмы *P. natans* и *P. pusillus*. Самые высокогорные виды в Турции *Stuckenia filiformis* и *Potamogeton praelongus* произрастали только в одном озере на высоте около 2600 м (Ikinci, Bayindir, 2020).

Комплексное исследование водных растений проводилось в Непале, Гималаях, на высотах от 77 м до более 4980 м, расположенных в районах с климатом от тропического до высокогорного. В озёрах, расположенных на максимальных высотах, ледовый покров держится до 5 месяцев. Водные макрофиты распространены до 4750 м, их видовое богатство линейно уменьшалось с высотой, было положительно связано с температурой и отрицательно с высотой. Доминирующими абиотическими факторами, влияющими на распространение макрофитов в горных озёрах, были в порядке убывания воздействия: температура воды, тип грунта, высота над ур. м., pH, прозрачность и электропроводность воды. На максимальных высотах произрастали *Ranunculus trichophyllus* (до 4750 м) и *Callitriche palustris* (до 4250 м) – это самые высокогорные находки водных растений в мире (Lacoul, 2004; Lacoul, Freedman, 2006). Эти виды широко распространены и в арктических регионах, например, на о-ве Врангеля из гидрофитов произрастают только *Ranunculus trichophyllus* и *Hippuris × lanceolata* (Стишов, 2004).

При изучении высокогорных водоёмов в южной части Тибетского нагорья на высотах 2280–5020 м также отмечено снижение видового разнообразия водных растений с высотой, связанное в первую очередь со снижением среднегодовой температуры. Однако кривая видового разнообразия вдоль градиента высоты имела вид нормального распределения с максимумом видового разнообразия на высотах около 3800 м, что объяснялось обилием и разнообразием водоёмов на этих высотах (Zhou et al., 2021).

В России работы по флоре высокогорных водоёмов единичны. В Байкальской Сибири описаны водные флоры на высотах до 700 м, к наиболее высокогорной альпийской фракции отнесены 6 видов *Carex* и 2 вида *Juncus* (Чепинога, 2015). На северо-востоке Алтая показано, что в оз. Телецкое (227 км<sup>2</sup>, 434 м над ур. м.) встречается 60 видов водных растений (Зарубина, Ковешникова, 2006).

Ограничения на распространение макрофитов в высокогорных озёрах связаны с низкой температурой воды, ледовым режимом, волновым разрушением прибрежной зоны и низкими концентрациями питательных веществ (Suren, Ormerod, 1998; Lacoul, 2004). Важны также широтное расположение водоёмов, антропогенное воздействие, донный субстрат, фрагментированность местообитаний (размеры и удаленность водоёмов друг от друга), сложность заноса диаспор новых видов и др. Эти факторы влияют комплексно на разнообразие водных растений и структуру сообществ. В разных биогеографических зонах и на разных высотах значимость этих факторов различная. Однако обычно видовое разнообразие водных растений показывает отрицательную связь с высотой и положительную с температурой воды (Lacoul, 2004; Lacoul, Freedman, 2006; Ikinci, Bayindir, 2020; и др.).

Цель работы – охарактеризовать состав и проанализировать общие закономерности распространения водных сосудистых растений (гидрофитов и гигрогидрофитов) по высотному градиенту на высотах более 500 м над ур. м. на крайнем северо-востоке Азии (СВА). Район исследования охватывает северо-восток Республики Саха (Якутия), Магаданскую область и Чукотский АО.

**Материалы и методы.** Основной материал получен на 2 ключевых территориях – высокогорных котловинах с множеством разнообразных водоемов: 1) Дарпирская и другие межгорные впадины – находятся в системе хребта Черского в пределах бассейна верхнего течения р. Колыма между 63°–64° с. ш. и 147°–148,5° в. д. на высотах около 800–1200 м – далее Дарпирская впадина; 2) окр. оз. Лабынкыр в системе хребта Сунтар-Хаята между 62,4°–62,7° с. ш. и 142,7°–143,7° в. д. на высотах 900–1100 м – далее Лабынкырская котловина.

Климат в районе исследований ультраконтинентальный с крайне холодными, малоснежными зимами и сухим тёплым летом, среднегодовая температура воздуха около –13 °С. Снежный покров устанавливается в конце сентября, его распределение неравномерное. Лабынкырская котловина входит в область полюса холода Северного полушария, где минимальные зимние температуры воздуха приближаются к –70 °С. Повсеместно распространена многолетняя мерзлота.

Исследования флоры Дарпирской впадины проводились в 2018, 2020, 2021, 2023 гг. в составе комплексных экспедиций ИБПС ДВО РАН О. А. Мочаловой, М. Г. Хоревой и Е. А. Андрияновой (Мочалова и др., 2023), исследования Лабынкырской котловины выполнены А. А. Бобровым, Е. В. Чемерис и В. А. Филипповой в 2022 г. Привлечены данные Е. Г. Николина (2020) по локальной флоре «Лабынкыр» и данные О. А. Мочаловой по флоре водоёмов Магаданской обл., где хорошо обследованы более 30 водоёмов (или групп водоёмов) на высотах 500–1000 м. Сборы хранятся в гербариях ИБПС ДВО РАН (MAG) и ИБВВ РАН (IBIW), они частично оцифрованы и представлены на двух сайтах: Гербарий Института биологических проблем Севера ДВО РАН (<https://herbarium.ibpn.ru>) и Национальный банк-депозитарий живых систем Цифровой гербарий МГУ (<https://plant.depo.msu.ru>).

**Результаты.** На северо-востоке Азии на высотах более 500 м произрастают 36 таксонов (34 вида и 2 гибрида) и все они, кроме *Myriophyllum ussuriense*, отмечены на высотах не менее 800 м (табл. 1). По частоте встречаемости на различных высотах они подразделены на 3 группы.

Таблица 1

Высотные пределы распространения водных сосудистых растений на северо-востоке Азии

Название таксонов	Группа встречаемости	Дарпир.	Лабынкыр.	Дарпир.	Лабынкыр.	Дарпир.	Лабынкыр.	Магаданская обл.	Чукотка	Экогруппа	Широтная группа	Долготная группа
		950	950	1050	1050	макс	макс	макс	510–560			
		высота над ур. м., м										
<i>Isoetes asiatica</i> (Makino) Makino	B		+		+	813	1077	802		I	AB	EAS
<i>Equisetum fluviatile</i> L.	C	+	+	+	+	1100	1077	830	+	II	PZ	GA
<i>Persicaria amphibia</i> (L.) S. F. Gray	A		+			нет	995	470		I	PZ	GA
<i>Nuphar pumila</i> (Timm) DC.	A					810	нет	630		I	AB	EA
<i>Nymphaea tetragona</i> Georgi	A		+			нет	935	<500		I	AB	GA
<i>Ranunculus mongolicus</i> (Kryl.) Serg.	A				+	нет		<500		I	AB	AS
<i>Ranunculus trichophyllus</i> Chaix	B	+		+		1220	1077	922	+	I	PZ	PR
<i>Subularia aquatica</i> L.	A	+	+		+	980	1077	850		I	AB	GA
<i>Callitriche anceps</i> Fernald	A					нет	нет	800		I	AB	PAC
<i>Callitriche hermaphroditica</i> L.	A	+		+	+	1050	1010	790		I	PZ	GA
<i>Callitriche palustris</i> L.	C	+		+	+	1220	1067	~800	+	I	PZ	GA
<i>Myriophyllum sibiricum</i> Kom.	B	+	+		+	950	1067	854		I	PZ	GA
<i>Myriophyllum verticillatum</i> L.	B	+	+		+	944	1077	802		I	PZ	EAS

Продолжение табл. 1

Название таксонов	Группа встречаемости	Дарпир.	Лабынкыр.	Дарпир.	Лабынкыр.	Дарпир.	Лабынкыр.	Магаданская обл.	Чукотка	Экогруппа	Широтная группа	Долготная группа
		950	950	1050	1050	макс	макс	макс	510–560			
		высота над ур. м., м										
<i>Myriophyllum ussuriense</i> (Regel) Maxim.	A					нет	нет	750		I	B	AS
<i>Hippuris vulgaris</i> L.	C	+	+	+	+	<b>1220</b>	1077	1080	+	I	PZ	PR
<i>Utricularia intermedia</i> Hayne	B	+	+		+	980	1067	800		I	AB	GA
<i>Utricularia macrorhiza</i> Leconte	B	+	+	+	+	1060	1067	802	+	I	PZ	AS-NA
<i>Utricularia minor</i> L.	B		+	+	+	1150	1000	800	+	I	AB	GA
<i>Utricularia</i> × <i>ochroleuca</i> R. W. Hartm. ( <i>U. intermedia</i> × <i>U. minor</i> )	A			+		1060	нет	800	+	I	HYB	
<i>Sparganium gramineum</i> Georgi	A		+			нет	932	790		I	AB	EA
<i>Sparganium hyperboreum</i> Laest.	C	+	+	+	+	<b>1220</b>	1077	<b>1361</b>	+	II	AB	GA
<i>Potamogeton alpinus</i> Balb.	B	+	+	+	+	1070	1010	~800		I	AB	GA
<i>Potamogeton berchtoldii</i> Fieb.	B	+				950	нет	1080	+	I	PZ	GA
<i>Potamogeton compressus</i> L.	A					810	нет	<500		I	PZ	EA
<i>Potamogeton friesii</i> Rupr.	A					810	нет	<500		I	PZ	GA
<i>Potamogeton gramineus</i> L.	C	+	+		+	950	1077	830		I	PZ	GA
<i>Potamogeton natans</i> L.	B					810	нет	900		I	PZ	GA
<i>Potamogeton obtusifolius</i> Mert. et W. D. J. Koch	A				+	810	1067	<500		I	PZ	GA
<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.	C	+	+		+	960	1077	880	+	I	PZ	PR
<i>Potamogeton praelongus</i> Wulf.	B		+	+	+	1050	1077	802	+	I	PZ	GA
<i>Potamogeton pusillus</i> L.	B		+		+	нет	1010	<500		I	PZ	PR
<i>Potamogeton sibiricus</i> A. Benn.	B	+				945	нет	~800	+	I	A	GA
<i>Potamogeton</i> × <i>nitens</i> Web. ( <i>P. gramineus</i> × <i>P. perfoliatus</i> )	B	+	+			945	930	<500		I	HYB	
<i>Stuckenia filiformis</i> (Pers.) Börner	A	+	+		+	945	1077	~800		I	PZ	PR
<i>Stuckenia pectinata</i> (L.) Börner	A					815	нет	<500		I	PZ	PR
<i>Stuckenia vaginata</i> (Turcz.) Holub s. l.	A	+			+	945	1010	<500		I	AB	PR

Примеч.: группа встречаемости: А – редко; В – нередко; С – обычно. Экогруппа: I – гидрофит; II – гигрогидрофит. Ареал: широтная группа: А – арктический; АВ – арктобореальный; В – бореальный; PZ – плюризональный. Ареал: долготная группа: AS – азиатский; AS-NA – азиатско-североамериканский; EA – евразийский; EAS – восточноазиатский; PAC – амфитихоокеанский; HA – голарктический (евразийско-североамериканский); PR – плюрирегиональный; HYBR – безареальный гибрид. Жирным шрифтом выделены находки на высоте более 1200 м.

Таксоны (16: 15 видов и 1 гибрид, группа А в табл.), находки которых на высотах более 500 м во всех регионах единичны. Большая часть из них нечастые на СВА таксоны. К примеру, *Callitriche anceps* – амфитихоокеанский вид холодных олиготрофных озёр. *Myriophyllum ussuriense* и *Persicaria amphibia* – виды, не способные расти в перемерзающих водоёмах. По типам ареалов в широтном спектре доля

арктобореальных и плюризональных видов одинакова (по 7). Распространение водных растений из этой группы лимитируется многими факторами – размер водоёма, его ландшафтное положение, высота над ур. м., гидрохимические параметры, сила влияния каждого из них пока не определена. Из этой группы только *Nuphar pumila*, *Nymphaea tetragona*, *Potamogeton berchtoldii* нередки на СВА, в низкогорьях они произрастают в разнообразных водоёмах в разных частях региона. Однако в высокогорьях их находки единичны, поэтому их можно отнести к видам, имеющим высотный предел распространения в 800–950 м.

Таксоны (20: 19 видов и 1 гибрид, группы В, С в табл.), которые собирались на больших высотах не только в Дарпирской впадине и (или) Лабынкырской котловине, но и в других районах СВА. Это нередкие виды, местонахождения которых достаточно равномерно распределены вдоль градиента высот 500–1100 м, а разница в числе местонахождений обусловлена разной представленностью подходящих водоёмов. По типам ареалов в группе преобладают голарктические виды (12), а в широтном спектре – плюризональные (13). Наиболее распространены в высокогорьях всех регионов 6 видов (группа С), произрастающие в разнотипных водоёмах: *Callitriche palustris*, *Equisetum fluviatile*, *Hippuris vulgaris*, *Potamogeton gramineus*, *P. perfoliatus*, *Sparganium hyperboreum*.

Максимальная высота находок водных растений на СВА зафиксирована для *Sparganium hyperboreum* – в горном озере на 1370 м в верховьях р. Эльгенья на хребте Анначаг в южной части хребта Черского (MAG0003425). На высотах более 1200 м встречаются *Callitriche palustris*, *Hippuris vulgaris* и *Ranunculus trichophyllus*. Допускаем, что они в условия СВА могут произрастать и на больших высотах, однако подобные водоёмы пока не обследованы. Например, наиболее высокогорные озёра Дарпирской впадины, в которых отмечены водные растения, расположены восточнее оз. Момонтай в окр. оз. Зеленоватое (1220 м) и на водоразделе оз. Уи и р. Омулёвка на 1150–1170 м. Это термокарстовые и моренно-термокарстовые озёрки, не превышающие по площади 50 м<sup>2</sup> среди осоково-кустарничковых тундр и лиственничных редколесий. В них в разных сочетаниях произрастают водные *Callitriche palustris*, *Hippuris vulgaris*, *Ranunculus trichophyllus*, *Sparganium hyperboreum*, а также прибрежные *Arctophila fulva*, *Caltha palustris*, *Carex rhynchophysa*, *Ranunculus reptans*, а в мочажинах около озёр – *Utricularia minor*, *U. × ochroleuca* (Мочалова и др., 2023). Из рдестов выше 1000 м произрастают *Potamogeton alpinus*, *P. berchtoldii*, *P. gramineus*, *P. perfoliatus*, *P. praelongus*. На этих высотах растут почти все урути и пузырчатки (*Myriophyllum sibiricum*, *M. verticillatum*, *Utricularia intermedia*, *U. macrorhiza*, *U. minor*).

Отмечаемое многими авторами снижение видового разнообразия водных растений с высотой в отношении собственно гидрофитов на СВА в диапазоне высот 500–1200 м проявляется слабо, есть большая группа видов, которые растут на этих высотах, но известны лишь из 1–3 местонахождений. Однако, если рассматривать водные растения в широком смысле, включая прибрежно-водные виды, то начиная с высоты более 800 м происходит снижение видового разнообразия. По наблюдениям авторов обедняется также состав растений, встречающихся по урезу воды и по топким берегам из группы гидрофитов, которые в данный анализ не включены.

В Чукотском АО данных по высокогорным водоёмам совсем мало. Большинство известных чукотских озёр расположены невысоко (оз. Эльгыгытгын – 462 м, Майнц – 120, Коолень – 51, Иони – 26, Красное – 10 м над ур. м.), а водоёмы горных территорий западной Чукотки изучены слабо. В верховьях р. Малый Анжуй на высотах 500–550 м находятся многочисленные озёра (оз. Тытыль – 506 м, Липчиквыгытхын – 551, Уткугытхын – 567 м и др.). Их флора достаточно бедна, нами отмечены всего 12 видов гидрофитов (табл.). Все они, кроме *U. × ochroleuca*, относятся к группе нередких в высокогорьях СВА видов. Из группы обычных в высокогорьях видов в горных озёрах Чукотки не найден только *Potamogeton gramineus*.

Отметим, что в озёрах в горных цирках и ущельях, которые, как правило, освобождаются ото льда только к середине – концу июня, несмотря на их расположение на высотах от 300–500 м (на приморских хребтах побережья Охотского моря и на Чукотке) и выше, водные макрофиты обычно отсутствуют. Это связано с очень коротким безлёдным периодом.

По данным первого автора, на СВА только по низкогорьям на высотах менее 500 м известны 15 видов: *Ceratophyllum demersum*, *Elatine orthosperma*, *Lemna trisulca*, *L. turionifera*, *Potamogeton maackianus*, *Ranunculus nipponicus*, *R. subrigidus*, *Sagittaria natans*, *Sparganium emersum*, *S. rothertii*, *Spirodela polyrhiza* – это либо широко распространённые виды, либо теплолюбивые виды. Также только на малых высотах произрастают виды галофиты и (или) виды, распространённые только вблизи морских побережий *Hippuris × lanceolata*, *H. tetraphylla*, *Ranunculus codyanus*, *Ruppia megacarpa*.

**Заключение.** На крайнем северо-востоке Азии на высотах более 500 м над ур. м. произрастают 36 таксонов водных растений. Из них 16 – таксоны, находки которых на высотах 500–1200 м единичны, в основном, это нечастые на СВА водные растения. 14 таксонов нередки на таких высотах, а их местонахождения достаточно равномерно распределены вдоль градиента высот. Наиболее распространены в высокогорьях СВА 6 видов, которые произрастают в разнотипных водоёмах *Equisetum fluviatile*, *Callitriche palustris*, *Hippuris vulgaris*, *Potamogeton gramineus*, *P. perfoliatus*, *Sparganium hyperboreum* во многих районах.

На максимальных высотах на СВА произрастают *Callitriche palustris*, *Hippuris vulgaris*, *Ranunculus trichophyllus* и *Sparganium hyperboreum*. Находки нередких в низкогорьях *Nuphar pumila*, *Nymphaea tetragona*, *Potamogeton berchtoldii* в высокогорьях единичны, высотный предел распространения этих видов – 800–950 м.

Снижения видового разнообразия водных растений на высотном градиенте 500–1200 м над ур. м. в отношении водных растений не отмечено, изменяется их обилие и особенности распределения. Таким образом, высота над уровнем моря – это не основной, а только один из факторов, совместно с другими лимитирующий распространение водных растений в регионе.

**Благодарности.** Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 23-14-00115) и в рамках госзадания ИБПС ДВО РАН (тема № 1022040500936-0) и ИБВВ РАН (тема № 121051100099-5).

#### ЛИТЕРАТУРА

- Егоров А. В., Онипченко В. Г.** Распределение видов высокогорных растений Тебердинского заповедника вдоль градиентов трех орографических факторов // Бюл. МОИП. Отд. Биол., 2014. – Т. 119, вып. 4. – С. 49–63.
- Зарубина Е. Ю., Ковешникова А. С.** Гидрофильная флора Телецкого озера (конспект) // Флора и растительность Алтая, 2006. – Вып. 11. – С. 80–85.
- Мочалова О. А., Андриянова Е. А., Хорева М. Г.** Водная флора высокогорных озер юго-восточной части хребта Черского в пределах бассейна верхнего течения р. Колыма // Природные ресурсы Арктики и Субарктики, 2023. – Т. 28, № 2. – С. 323–336. DOI: 10.31242/2618-9712-2023-28-2-323-336
- Николин Е. Г.** Локальные флоры ресурсного резервата «Верхнеиндигирский» (северо-восточная Якутия) // Бот. журн., 2020. – Т. 105, № 7. – С. 627–645. DOI: 10.31857/S000681362007008X
- Стишов М. С.** Остров Врангеля – эталон природы и природная аномалия. – Йошкар-Ола: изд-во Марийского полиграфкомбината, 2004. – 596 с.
- Чепинога В. В.** Флора и растительность водоемов Байкальской Сибири. – Иркутск: изд-во Института географии СО РАН, 2015. – 468 с.
- Юрцев Б. А.** Флора Сунтар-Хаята. – Л.: Наука, 1968. – 236 с.
- Alahuhta J., Virtala A., Hjort J., Ecke F., Lucinda B., Johnson L., Sass L., Heino J.** Average niche breadths of species in lake macrophyte communities respond to ecological gradients variably in four regions on two continents // Oecologia, 2017. – Vol. 184. – P. 219–235. DOI: 10.1007/s00442-017-3847-y
- Alpine ecosystems in the Northwest Caucasus / Ed. V. G. Onipchenko // Series: Geobotany (GEOB), publisher Springer Dordrecht, 2004. – Vol. 29. – 380 p. DOI: 10.1007/978-1-4020-2383-5**
- Fernández-Alález C., Fernández-Alález M., García-Criado F., García-Girón J.** Environmental drivers of aquatic macrophytes assemblages in ponds along an altitudinal gradient // Hydrobiologia, 2018. – Vol. 812. – P. 79–98. DOI: 10.1007/s10750-016-2832-5
- Heegaard E., Birks H. H., Gibson C. E., Smith S. J., Wolfe-Murphy S.** Species-environmental relationship of aquatic macrophytes in Northern Ireland // Aquatic Botany, 2001. – Vol. 70. – P. 175–223. DOI: 10.1016/S0304-3770(01)00161-9
- İkinci N., Bayındır N.** Spatial trends of Potamogetonaceae along an altitudinal gradient // Biologia, 2020. – Accepted: 3 September. – P. 1–10. DOI: 10.2478/s11756-020-00596-7
- Jones J. I., Li W., Maberly S. C.** Area, altitude and aquatic plant diversity // Ecography, 2003. – Vol. 26. – P. 411–420. DOI: 10.1034/j.1600-0587.2003.03554.x
- Körner C.** Alpine Plant Life. – Berlin, Heidelberg, N.Y., 1999. – 338 p.
- Lacoul P.** Aquatic Macrophyte Distribution in Response to Physical and Chemical Environment of the Lakes along an Altitudinal Gradient in the Himalayas, Nepal: Submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy at Dalhousie University Halifax, Nova Scotia, 2004. – 233 pp.
- Lacoul P., Freedman B.** Relationships between aquatic plants and environmental factors along a steep Himalayan altitudinal gradient // Aquatic Botany, 2006. – Vol. 84, January. – P. 3–16. DOI: 10.1016/j.aquabot.2005.06.011
- Reiter R., Sladkovic R., Munzert K.** Results of several years concurrent recordings of UV in two spectral ranges and at three levels (700, 1800 and 3000 m a. s. l.) // International Radiation Symposium, Extended Abstracts (Fort Collins, Colorado State Univ), 1980. – P. 190–192.

**Suren A., Ormerod S.** Aquatic bryophytes in Himalayan streams: testing a distribution model in a highly heterogeneous environment // *Freshwater Biology*, 1998. – Vol. 40 – P. 697–716. DOI: 10.1046/j.1365-2427.1998.00366.x

**Van de Ven C. M., Weiss S. B., Ernst W. G.** Plant Species Distributions under Present Conditions and Forecasted for Warmer Climates in an Arid Mountain Range // *Earth Interactions*, 2007. –Vol. 11, Is. 9. – P. 1–33. DOI: 10.1175/EI205.1

**Zhou Y., Xiao K., Chen S., Liu X., Wang Q., Yan X.** Altitudinal diversity of aquatic plants in the Qinghai-Tibet Plateau // *Freshwater Biology*, 2021. – Vol. 67, Is. 4. – P. 709–719. DOI: 10.1111/fwb.13875