

Анализ гидрофильной и прибрежно-водной флоры г. Усть-Илимска и его окрестностей (Иркутская область)

Analysis of hydrophilic and coastal aquatic flora of Ust-Ilimsk and its surroundings (Irkutsk region)

Кузнецов Д. Ю.¹, Иванова Е. А.²

Kuznetsov D. Yu.¹, Ivanova E. A.²

¹ Сибирский Федеральный Университет, г. Красноярск, Россия. E-mail: denis.kuznetsov.1999@mail.ru

¹ IFBIBT, г. Красноярск, Россия

² Сибирский Федеральный Университет, г. Красноярск, Россия. E-mail: elenivalg@mail.ru

² IFBIBT, г. Красноярск, Россия

Реферат. Река Ангара, протекающая на территории Среднесибирского плоскогорья характеризуется обширной гидрографической сетью и наличием Усть-Илимской ГЭС. Образовавшееся одноименное водохранилище существенно повлияло не только на рельеф, но и на флористический состав подвергшихся изменению территорий, а также окружающие водохранилище водоёмы. Ранее исследованный флористический состав водных объектов, требует уточнения и дополнения данными за 10 лет с момента последнего исследования по таксономии гидрофильной флоры (Ефимов и др., 2013), а также её продукционным потенциале. В результате исследований и данных литературы было выявлено 87 видов, 46 из которых гидрофильные элементы. В статье представлены данные о составе, эколого-биоморфологической характеристике, а также хорологический и зонально-географический анализ высшей водной и наземной растительности на территории Усть-Илимского района. В работе впервые приводятся данные по продукционным характеристикам местных водоёмов, расположенных в таежной зоне Восточной Сибири.

Ключевые слова. Ангара, высшая водная растительность, гидрофильная флора, макрофиты, Усть-Илимское водохранилище.

Summary. The Angara River, which flows through the territory of the Central Siberian Plateau, has an extensive hydrographic network, which led to the construction of the Ust-Ilimsk. The resulting reservoir of the same name has significantly affected not only the relief, but also the floral composition of the altered territories, as well as the water bodies surrounding the reservoir. Floral composition (the taxonomy of hydrophilic flora, as well as its production potential) of the water bodies was previously studied 10 years ago and requires clarification and adding new data (Efimov et al., 2013). As a result of research and literature analysis, 87 species have been identified, 46 of which are hydrophilic elements. The article presents data on the composition, ecological and biomorphological characteristics, as well as a chorological and zonal-geographical analysis of higher aquatic vegetation in the Ust-Ilimsky district. This is the first paper that provides data on the production characteristics of local reservoirs located in the taiga zone of Eastern Siberia.

Key words. Angara, higher aquatic vegetation, hydrophilic flora, macrophytes, Ust-Ilim reservoir.

Введение. Макрофиты – высшие сосудистые растения и некоторые крупные водоросли, которые вторично перешли к жизни в водной среде, где проходит весь жизненный цикл. Качественный и количественный состав макрофитов в водоёме тесно связан с общими экологическими условиями, где они произрастают, но главным лимитирующим фактором распространения в водоёмах макрофитов является свет. Однако, в зависимости от индивидуальных особенностей каждого водоема (рельеф, прозрачность воды, богатства биогенов и т.п.) будет складываться свой «покров» со своим флористическим составом, обилием и занимаемой территорией (Абакумов, 1992). В зависимости от отношения макрофитов к водной, воздушной и эдафической средам созданы классификации высших водных растений. На этой основе И. М. Распопов подразделяет гидрофиты на три группы: погруженные растения – гидатофиты; растения с плавающими ассимиляционными органами, или плейстофиты; воздушно-водные растения, или гелофиты (Василевич, 2003).

Усть-Илимское водохранилище, возникшее в 1970-х гг. благодаря возведению Усть-Илимской ГЭС на р. Ангара, оказало существенное влияние на микроклимат г. Усть-Илимска и прилегающих к нему районов. Изменение уровня воды в водохранилище привело не только к смягчению сезонных колебаний температур воздуха в году, но и к изменению ландшафтов в виде затопления территорий, что повлияло на растительность (Дзяконов, 1975). Показателем такого изменения может послужить видовой состав водной и прибрежно-водной растительности водохранилища и связанных с ним водоемов, водотоков и прилегающих территорий. Попытки описать, классифицировать и оценить уровень видового богатства гидрофильной флоры водохранилища ранее уже проводили (Ефимов, 2009; Ефимов и др., 2013), однако, до сих пор в литературе отсутствуют данные о продуктивности водной растительности первичном звене в цепи питания водных экосистем (Алимов, 1989). Изучение этого автотрофного звена представляет интерес для продукционной гидробиологии и гидрботаники.

Целью данной работы было изучение гидрофильной растительности по эколого-биоморфологическим и хорологическим характеристикам видового состава, а также определение валовой первичной продукции макрофитов на водоёмах и водотоках г. Усть-Илимска и его окрестностях.

Материал и методы. Усть-Илимское водохранилище – третье водохранилище на реке Ангара, расположенное на северо-западе Иркутской области, в пределах Среднесибирского плоскогорья. Относится к крупнейшим водоёмам мира (Авакян и др., 1987). Площадь водоёма – 1873 км², объём – 59,4 км³, длина водохранилища по р. Ангаре более 300 км, по р. Илим – 299 км, длина береговой линии – 2500 км, наибольшая ширина – 12 км, средняя глубина составляет 32 м, максимальная достигает 91 м (приплотинная часть). Полезный объём водохранилища – 2,74 км³, что соответствует колебаниям уровня воды в пределах 1,5 м в ходе сезонного регулирования стока Усть-Илимской ГЭС. Высота над уровнем моря – 294,5–296 м (Ефимов, 2008).

Климат района Усть-Илимского водохранилища характеризуется как резко континентальный. Территория района характеризуется средними условиями увлажнения, свойственными зоне южной тайги Восточной Сибири. Среднегодовое количество атмосферных осадков района составляет 365 мм (Ефимов, 2011; Синюкович и др., 2011). Годовой радиационный баланс в пределах Усть-Илимского района составляет 30 ккал/см², при этом максимум солнечной радиации наблюдается в июне, минимум – декабре. Продолжительный снежный период (октябрь–апрель) и устойчивый ледовый покров (ноябрь–май) водохранилища способствуют отражению до 90 % солнечной радиации в холодный период года (Ефимов, 2011).

Полевые исследования проводили на водоемах и водотоках в районе г. Усть-Илимска (Усть-Илимский район) и его окрестностей в период максимального развития растительности со второй половины июля по конец августа 2023 (с 10.08.23 по 21.08.23 г.). Объектом исследования послужили водная, прибрежно-водная с 9 водных объектов и прибрежная растительность прилегающих к водоемам территорий (рис. 1, табл. 1). При описании фитоценозов на местах отбора проб использовались стандартные методики (Куянцева, Исакова, 2008; Василевич, 2003).

Для определения биомассы растений в пределах пробной площади (ПП) закладывали 3 площадки по 0,25 м² каждая, где все растения срезали у самого дна. Пробы сырой биомассы макрофитов взвешивали, затем высушивали до абсолютной сухой биомассы в сушильном шкафу (WOF-50, Korea) при температуре 105 °С, при этом несколько раз взвешивали, доводя до постоянной массы. Было взято 18 проб с 6 водоемов в окрестностях г. Усть-Илимска (9 – с озер; 9 – с водохранилища). На основе полученных данных рассчитывали чистую первичную продукцию (Р, г/м² год) с использованием поправочного коэффициента для погруженных макрофитов – 2,5, общую продукцию органического вещества (РОВ, г/м² год) и продукцию в энергетических единицах (Рэн, ккал/м² год) (Куянцева, Исакова, 2008).

На реках (табл.1) водная растительность отсутствовала, имелись отдельные немногочисленные скопления нитчатых водорослей в придонной части. В связи с этим на данной станции изучали прибрежную или околотовдную растительность и растения территорий, прилегающей к станции на реке.

На озерах, где отмечено большое количество макрофитов, их отбирали в трех повторностях с помощью рамки. На оз. Собачье (г. Усть-Илимск, дачный кооператив «Фиалка») распределение водной растительности начиналось от берега (от 0,5 м и дальше) небольшими куртинами и по мере удаления от берега (дальше 2,5 метров), растительность формировала сплошной покров на дне. Прибрежные растения представлены в основном осокой и рогозом. На оз. Карапчанское (пос. Железнодорожный) водная растительность сосредоточена близко к берегу, где формирует сплошной покров или в виде от-

дельных «пятен» на поверхности воды. Прибрежные растения были представлены осокой. Макрофиты на оз. Илим (Усть-Илимский тракт за ЛПК) распределены полосой вдоль берега, по мере удаления от берега растительность формирует сплошной покров на дне. Прибрежная часть водоема была занята растительным сообществом из осоки.

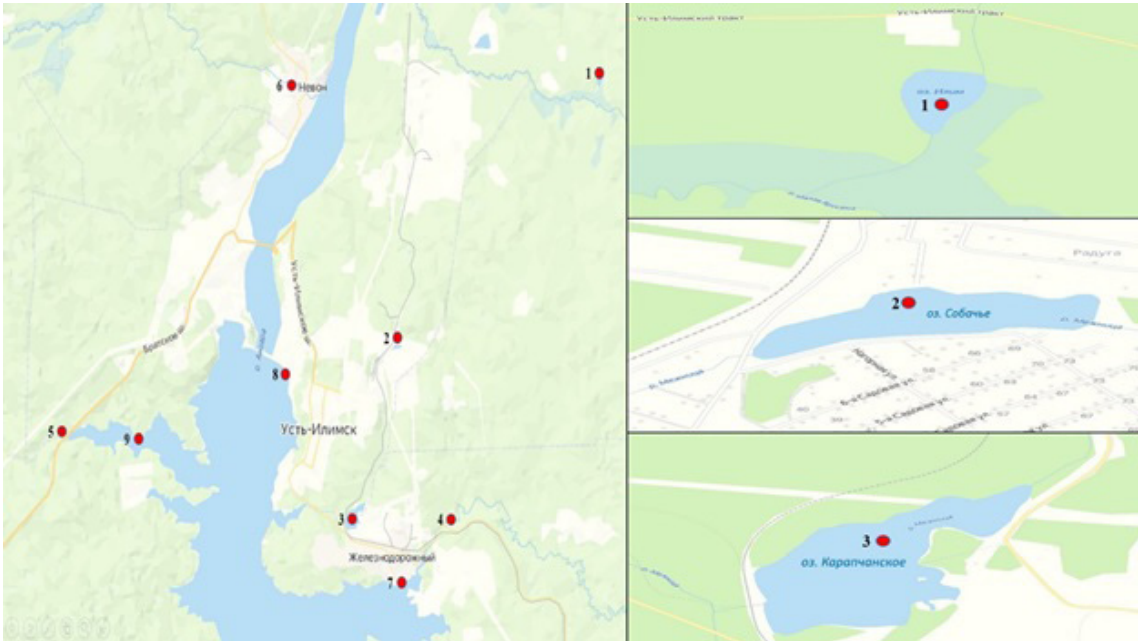


Рис. 1. Места отбора проб на водоемах г. Усть-Илимска и его окрестностей: 1 – оз. Илим; 2 – оз. Собачье; 3 – оз. Карапчанское; 4 – р. Карапчанка; 5 – р. Мирюнда; 6 – р. Невонка; 7 – устье р. Карапчанки (ст. 1); 8 – приплотинная часть ГЭС (ст. 2); 9 – залив Мирюнда (ст. 3).

Таблица 1

Краткая характеристика мест отбора проб с водоёмов, водотоков и с прилегающими к ним его окрестностей

Название водоёма/ водотока	Дата отбора	Координаты	Тип грунта	Температура воды (t °C)
Водотоки				
р. Мирюнда	10.08.23	57°56'34.1" с.ш. 102°32'51.9" в.д.	Детрит с илом	6,8
р. Невонка	12.08.23	58°03'12.3" с.ш. 102°42'06.0" в.д.	Песчано-галечно-каменистый	13,5
р. Карапчанка	13.08.23	57°55'02.2" с.ш. 102°49'36.1" в.д.	Каменистый	15,6
Озёра				
Оз. Собачье	11.08.23	57°58'11.3" с.ш. 102°47'13.5" в.д.	Каменисто-грязевой	20,1
Оз. Карапчанское	13.08.23	57°54'53.4" с.ш. 102°45'30.0" в.д.	Песчано-каменистый	26,1
Оз. Илим	14.08.23	58°03'11.0" с.ш. 102°56'15.2" в.д.	Песчаный	22,3
Усть-Илимское водохранилище				
Залив Мирюнда (станция 1)	12.08.23	57°56'59.5" с.ш. 102°37'09.2" в.д.	Песчаный	20,9
Приплотинная часть ГЭС (станция 2)	15.08.23	57°57'41.4" с.ш. 102°42'44.0" в.д.	Песчаный	21,6
Устье р. Карапчанки (станция 3)	21.08.23	57°53'50.7" с.ш. 102°47'40.5" в.д.	Песчаный	18,8

Отбор проб макрофитов в нижней части Усть-Илимского водохранилища осуществляли с трех станций. В заливе Мирюнда (левый берег водохранилища, ст. 1) высшая водная растительность образует сплошной ковер на дне в 3–4 м от побережья, по мере удаления от берега (далее 4 м) сохраняется сплошной покров дна (отдельные виды достигают поверхности водоема). Околоводная растительность представлена осоками. На станции 2 (приплотинная часть ГЭС, правый берег водохранилища) отсутствовала высшая водная растительность, основная масса макрофитов была принесена течением, которую мы не учитывали. Прибрежную полосу занимала осока. В устье реки Карапчанки (правый берег, пос. Железнодорожный, ст. 3) растительность распределена неравномерно: от берега на расстоянии 1,5 м она отсутствует, далее формирует обильные заросли на глубине 1 и более метра. Из-за крутизны склонов околоводная растительность отсутствует.

Для учета видового разнообразия флоры водоёмов проводили сбор маршрутным методом с последующей гербаризацией растений. Водные, прибрежно-водные, сухопутные виды, собирали в состоянии цветения, плодоношения или, в крайних случаях, обсеменения. Определение собранного гербарного материала производили с помощью определителей (Определитель растений..., 1979; Флора Сибири, 1987–1993). Определение биоморфологических и экологических особенностей проводили с использованием монографии (Степанов, 2016). Для уточнения современных названий видовых таксонов использовали базу данных сайта (Планта́риум, <http://www.plantarium.ru>). Гербарные образцы переданы в коллекцию депозитария лаборатории «Гербарий» на базе Сибирского Федерального Университета (СФУ).

Результаты и их обсуждение. В результате проведенного исследования было определено 210 гербарных образцов растений, собранных в летний период 2023 г. на водоёмах и водотоках с прилегающими к ним территориями в г. Усть-Илимске и его окрестностях. Исследованная флора включает 87 сосудистых видов растений, относящихся к 3 отделам – Magnoliophyta (86 видов – 98 %) и Equisetophyta (1 вид – 2 %), 3 классам (54 вида (62 %) – класс Magnoliopsida; 32 вида (37 %) – Liliopsida; 1 вид (1 %) – Equisetopsida. Общее количество семейств равно 35, из которых 6 отличаются наибольшим числом таксонов: Asteraceae (10 видов – 11 %), Poaceae (9–10 %), Rosaceae (9–10 %), Cyperaceae (7–8 %), Potamogetonaceae и Apiaceae (5–6 %). На остальные семейства приходится 48 % (42 вида) (табл. 2; рис. 2). Процентное соотношение классов Magnoliopsida и Liliopsida водной части флоры (из 45 видов) имеет те же закономерности распределения, что и в распределении общего количества таксонов для изучаемой территории: 28 (62 %) и 17 (38 %) видов соответственно. В таксономическом составе по семействам в гидрофильной флоре (46 видов) выделены 4 семейства с наибольшим количеством видов – Cyperaceae (7 видов – 15 %), Potamogetonaceae и Poaceae (5 – 11 %); Lemnaceae (3 – 7 %). Небольшое число таксонов отмечено у семейств Haloragaceae, Asteraceae, Juncaceae и Lamiaceae – по 2 вида. Остальные семейства представлены одним видом и в совокупности составляют 35 % (15 видов). Из 87 видов – 46 видов (52 %) – гидрофильные элементы, обитание которых обусловлено зависимостью от условий увлажнения субстрата.

Таблица 2

Количественный таксономический состав во флорах водоёмов и водотоков г. Усть-Илимска

Название водоёма/водотока	Таксон						Число наземных видов	Число водных видов
	Отдел	Класс	Порядок	Семейство	Род	Вид		
Залив Мирюнда (станция 1)	1	2	8	8	8	8	0	8
У ГЭС (станция 2)	1	2	11	11	13	17	3	14
Устье р. Карапчанки (станция 3)	1	2	12	12	16	18	11	7
Оз. Собачье	2	3	13	13	16	16	5	11
Оз. Карапчанское	2	3	11	11	17	18	2	16
Оз. Илим	2	3	13	13	16	18	5	13
р. Мирюнда	1	2	7	7	8	9	0	9
р. Невонка	1	2	13	13	19	20	0	7
р. Карапчанка	2	3	12	12	15	15	0	5

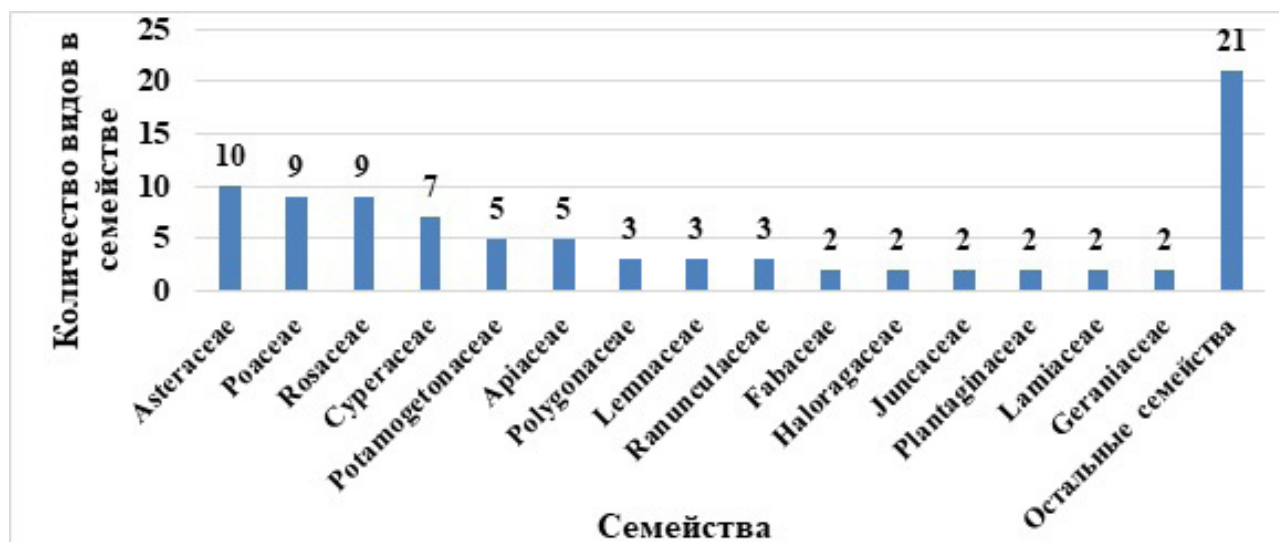


Рис. 2. Количество видов в семействах на водоёмах и водотоках г. Усть-Илимска и его окрестностей.

Таксономический анализ видового богатства по крупным систематическим единицам гидробиоценозов водоёмов и водотоков в целом соответствует флористическому распределению указанным Д. Ю. Ефимовым (2009). Полученные результаты на небольшой изучаемой территории (87 видов) неплохо согласуются с его многолетними данными и составляют 63,5 % от 137 видов гидрофильной части флоры (Ефимов, 2009). Наиболее встречаемыми типичными водными растениями, как ранее отмечал Д. Ю. Ефимов, а у нас часто выступающими доминантами по биомассе, являются *Potamogeton perfoliatus* L., *P. alpinus* Balb, *Elodea canadensis* Michx., в прибрежно-водной – *Carex pseudocyperus* L. и *C. rhynchophylla* С. А. Мей. (Ефимов, 2009).

На станциях в озёрах и водохранилище наблюдаются значительные различия в количестве видов (табл. 2). Максимально зарегистрированное число видов отмечено на станции 2 в приплотинной части ГЭС – 14 гидрофильных элементов, что почти вдвое выше, чем на станциях в заливе Мирюнда и устье р. Карапчанки. Однако, следует отметить, что гидрофитов в приплотинной части водохранилища не выявлено. Сезонная смена гидрологического режима в виде сработки водохранилища существенно сказывается на видовом составе. В заливах и устьевых частях рек гидрофиты наоборот развиваются успешно, что согласуется с данными Зарубиной и Соколовой, утверждающих, что растительность развивается там, где воздействие этих факторов сглажено (Зарубина, Соколова, 2007). При падении уровня воды развитие макрофитов происходит благодаря улучшению светового режима на мелководьях (Русанов, 2018). В озерах увеличивается число видов гидрофильной флоры, но более всего выделяется оз. Карапчанское – 16 видов; остальные – оз. Собачье и оз. Илим – отличаются незначительно – 11 и 13 соответственно. По сравнению с видовым составом водоёмов в реках сообщества водных растений развиты слабее или отсутствуют, что связано с быстрым течением, обрывистостью берегов (Ильина, Митрошенкова, 2018). Это подтверждают наши данные – в реках количество таксонов в 2–2,5 раза меньше, чем в водоёмах.

Во всех водоёмах, где выявлена высшая водная растительность, были определены ассоциации и доминирующие по биомассе виды (табл. 3). На всех перечисленных озерах обильные заросли макрофитов формировались на песчаных и каменисто-грязевых типах грунтов; песчаных – в заливе Мирюнда. Такая зависимость подтверждается данными литературы (Зарубина, Соколова, 2007). Доминирующим видом в сложении зарослей макрофитов всех водоёмов была инвазивная для района элодея канадская (*Elodea canadensis*), которая, по данным Л. С. Кравцовой (2010) является кальцефилом, что может свидетельствовать о высоком содержании данного элемента в донных отложениях. Экологическая пластичность позволяет этому виду занимать все глубины и составлять конкуренцию коренным видам гидробиоценозов (Кравцова и др., 2010).

Среди абиотических факторов, влияющих на распространение и распределение растительности в водоёмах важное влияние оказывается минерализация вод. Целенаправленно для Усть-Илимских водоёмов ранее не проводились исследования зависимости биоразнообразия макрофитов от солёности воды, но основываясь на данных о том, что такие виды как *Persicaria amphibium* (L.) Delarbre,

Ceratophyllum demersum L., *Callitriche hermaphroditica* L., а также *Potamogeton gramineus* L. являются индикаторами низкой минерализации вод (от 1,2–5 г/л), то можно утверждать о наличии слабосоленовато-пресноводных вод в озерах города, где эти виды были найдены (Зарубина, Дурников, 2005).

Таблица 3

Ассоциации и доминирующие виды гидрофитов водоёмов г. Усть-Илимска и его окрестностей

№	Название водоема	Ассоциация	Обилие по Друде	Доминирующие виды гидрофитов
Озёра				
1.	Озеро Собачье	<i>Elodeetum canadensi</i> <i>Potametum perfoliati</i>	Cop-Soc	<i>Elodea canadensis</i> (95 %) <i>Potamogeton perfoliatus</i> (95–98 %)
2.	Озеро Карапчанское	<i>Elodeetum canadensi</i>	Soc	<i>Elodea canadensis</i> (98–100 %)
3.	Озеро Илим	<i>Elodeetum canadensi</i> <i>Myriophyllo-Potametum</i> <i>friesii</i> <i>Myriophylletum sibirici</i>	Soc-Sp	<i>Elodea canadensis</i> (80 %) <i>Potamogeton friesii</i> Rupr. (50 %) <i>Myriophyllum sibiricum</i> Kom. (48–70 %)
Водохранилище				
1.	Залив Мирюнда (станция 1)	<i>Elodeetum canadensi</i> <i>Elodeeto-Potametum</i> <i>friesii</i> <i>Potametum perfoliati</i>	Cop-Sp	<i>Elodea canadensis</i> (30–100 %) <i>Potamogeton friesii</i> (40–60 %)
2.	Устье р. Карапчанки (станция 3)	<i>Elodeetum canadensi</i>	Sp	<i>Elodea canadensis</i> (98 %)

В видовом составе исследуемой флоры доминирующее положение по числу таксонов занимает группа многолетних видов растений – 81 вид (93 %). Остальные группы (однолетники и двулетники) представлены малым количеством видов – 5 (6 %) и 1 (1 %) соответственно. Подобное распределение групп наблюдается и во входящей в состав гидрофильной растительности (46 видов), где на многолетние виды растений приходится 91 % (42 вида); однолетние – 9 % (4 вида). По Е. М. Буйновской (2016) укореняющиеся многолетники служат основой спектра жизненных форм водных цветковых растений, что подтверждается нашими данными при обследовании водоёмов и водотоков г. Усть-Илимска.

Экологические группы макрофитов, согласно классификации И. М. Распопова, представлены четырьмя группами (рис. 3). Наибольшей по числу видов являются гидрофиты – 19 видов (41 %). Меньшим числом таксонов отличаются гидатофиты – 13 (28 %) и гелофиты – 11 (24 %). Группа плейстофитов состоит из 3 видов семейства Lemnaceae (*Lemna minor*, *L. trisulca*, *Spirodela polyrriza*) – 7 %. Вместе с этим связано распределение морфотипов гидрофильной растительности. Гелофиты и гидатофиты в спектре экологических групп численно не велики и занимают соподчиненное положение – 24 и 28 %.

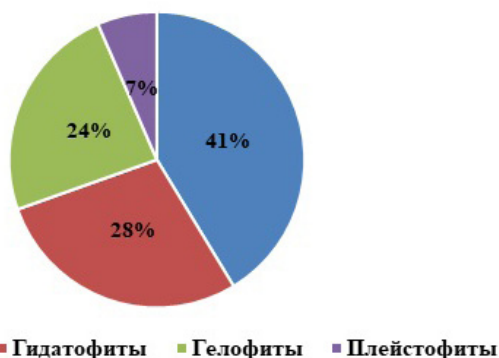


Рис. 3. Экологические группы макрофитов (по классификации И. М. Распопова) в водоемах и водотоках г. Усть-Илимска и его окрестностей.

В целом флористическое разнообразие во всём районе исследования на водных объектах, прибрежных и на территориях, прилегающих к водоемам и водотокам, по отношению к условиям увлажнения поделено на 7 экологических групп, где значительное число видов отмечены у мезофитов – 26 видов (30 %), а также мезогидрофитов – 21 (24 %). Среднее количество таксонов выявлено у гидрофитов и гигрофитов – 16 (19 %) и 15 (17 %) соответственно. Наименьшие количества видов отмечены у мезоксерофитов – 7 (8 %); ксерофитов и мезопсихрофитов обнаружено по 1 виду (2 % в совокупности) (рис. 4). Количе-

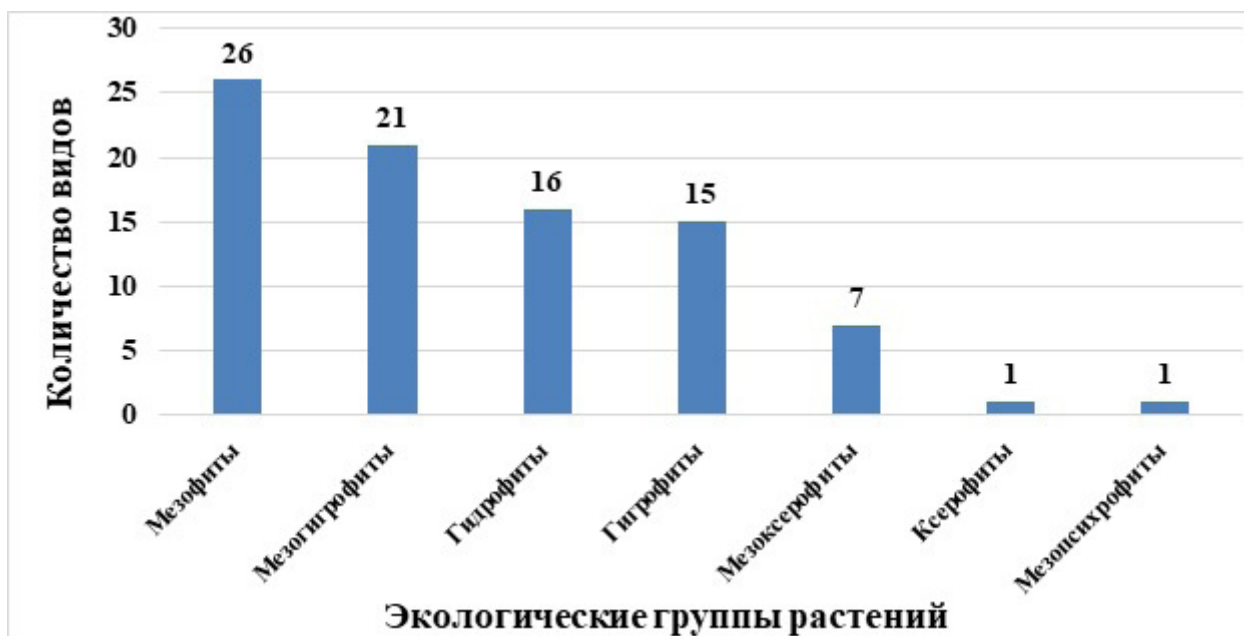


Рис. 4. Экологические группы растений по отношению к увлажнению субстрата на водоёмах, водотоках и прилегающих к ним территорий г. Усть-Илимска и его окрестностей.

ство мезофитов в видовом составе было низким – 4 (9 %) (например, *Inula britannica* L., *Calamagrostis langsdorffii* (Link) Trin., *Rumex pseudonatronatus* (Borbas) Borbas ex Murb., *Gentianopsis barbata* (Froel.) Ma.). Остальные группы незначительно отличаются по числу таксонов: гидрофиты – 16 (35 %), гигрофиты и мезогигрофиты – 14 (30 %) и 12 (26 %) соответственно.

Среди растений, прилегающих к водоёмам и водотокам территорий, лидирующее положение по числу видов занимают криптофиты – 46 видов (53 %); второстепенную роль играли гемикриптофиты – 27 (31 %). На долю остальных малочисленных групп приходится всего 14 видов (16 %), из которых: терофитов и гемитерофитов по 4 вида (5 %); 3 вида нанофанерофитов (3 %) (*Rosa acicularis* Lindl., *Spiraea media* Schmidt., *Vaccinium uliginosum* L.); 2 вида фанерофитов (2 %) (*Duschekia fruticosa* (Rupr.) Pouzar., *Spiraea salicifolia* L.); 1 вид хамефит (1 %) (*Comarum palustre* L.) (рис. 5). Среди жизненных форм наибольшее количество криптофитов связано со сложностью климатических условий произрастания,

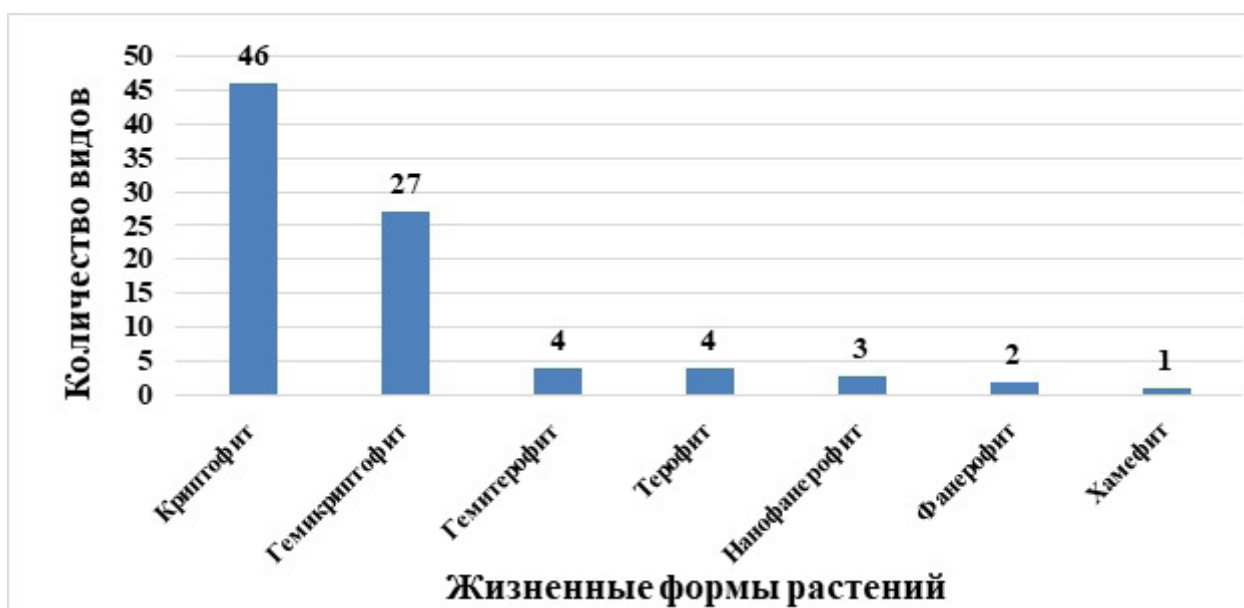


Рис. 5. Жизненные формы растений (по Раункиеру) на территориях, прилегающих к водоёмам и водотокам г. Усть-Илимска и его окрестностей.

к котором многолетние виды приспособились переживать неблагоприятных сезонные условия в покоящейся стадии подземных органов. Близкая жизненная форма гемикриптофитов не многочисленна, однако также имеет сходную стратегию выживания.

Биоразнообразие в водоёмах и реках таёжной зоны Сибири складывается из зонального и азонального комплексов видов, в которые входят найденные 87 видов. На территории района исследования таксономический состав распределен неравномерно: в азональном комплексе – 49 видов (56 %); на долю зональных видов приходится 36 видов – 42 % (рис. 6). Азональный комплекс, состоящий из 49 видов подразделяется на азональный водно-болотный комплекс, в который входят 19 собранных видов (22 %); азональный водный (15 видов) – 17 %; азонально луговой и азонально прирусловой – 8 (9 %) и 7 (8 %) видов соответственно. Зональный комплекс видов, состоящий из 36 видов наиболее разнообразен подкомплексами, однако, их число не так высоко. Самый многочисленный подкомплекс – светлохвойно-лесной (23 вида – 27 %); намного меньше лесостепной – 5 видов (6 %), а также гипарктомонтанный – 3 вида (4 %). Немногочисленные подкомплексы, число видов в которых варьирует от 1 до 2, в совокупности составляют 10 видов – (7 %).

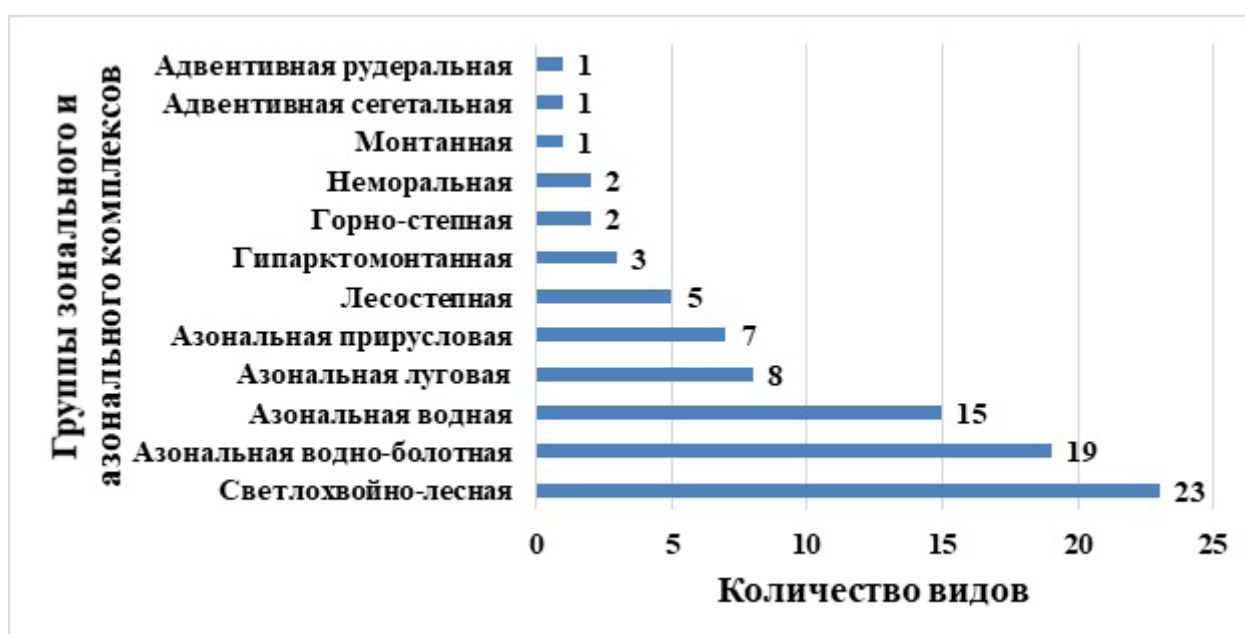


Рис. 6. Распределение видового состава растительности, прилегающих территорий к водоёмам и водотокам г. Усть-Илимска и его окрестностей.

В составе гидрофильной флоры отмечены два адвентивных вида *Polygonum aviculare* и *Melilotus albus* (2 % от 87 видов). Состав исключительно гидрофильной растительности состоит из видов азонального комплекса – 44 вида из 46 (96 из 100 %), который подразделяется на азонально водно-болотный – 19 видов (41 %), азонально водный – 15 (33 %); азонально луговой – 6 (13 %) и азонально прирусловой – 4 (9 %). В составе также выделены 2 вида зонального комплекса *Impatiens noli-tangere* (неморальный компонент во флоре) и *Gentianopsis barbata* (относится к светло-хвойной части зонального комплекса).

Хорологический анализ видового состава флоры показал, что наибольшее количество видов имеют голарктический тип ареала – 35 видов (40 %); евразийский – 18 (21 %). По 11 видов имеют евро-сибирский и североазиатский типы ареала (13 %). Космополитный тип характерен для 6 видов (7 %); южно-сибирский для 4 видов (4 %). Самый малочисленный тип, состоящий всего из 2 видов – азиатско-американский (2 %) (рис. 7).

Хорологический анализ исключительно гидрофильных компонентов схож с результатами анализа общего видового состава: доминируют виды голарктического типа ареала – 28 видов (61 %); у евразийского типа – 9 (20 %). Остальные 9 видов приходятся на космополитный (4 вида – 9 %), североазиатский (3 – 6 %), евросибирский (*Juncus gerardii* Loisel.) и азиатско-американский (*Potamogeton alpinus*) – по 1 виду (в совокупности 2 %). Высокое содержание голарктических элементов в биораз-

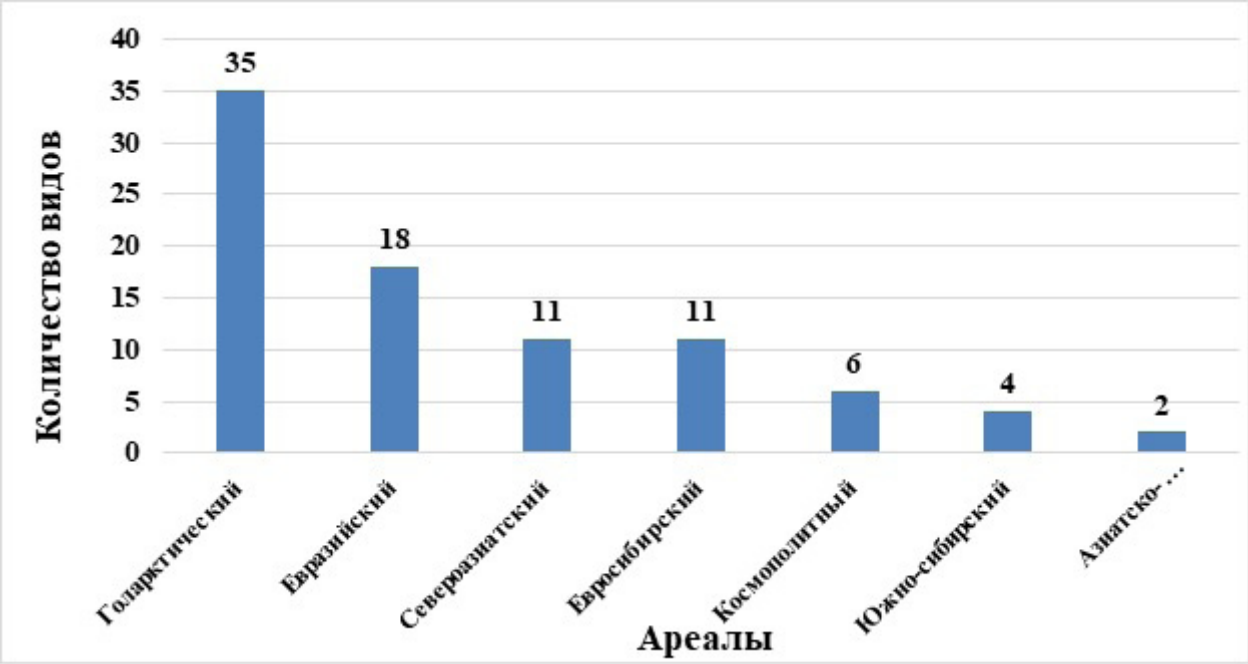


Рис. 7. Хорологический анализ видового состава растительности, прилегающих территорий к водоёмам и водотокам г. Усть-Илимска и его окрестностей.

нообразии водоёмов и водотоков, исторически связано сложившимся устройством с последнего ледникового периода на территории континента Евразии. Наличие в составе элементов с евразийским типом ареала – 18 видов (21 %), свидетельствует о длительных связях элементов с флорами прошлых эпох. Включение в состав флоры видов с евросибирским (*Juncus gerardii*) и азиатско-американским (*Potamogeton alpinus*) ареалами доказывает наличие миграций некоторых видов во флору района извне. Четыре встреченных видов с космополитным ареалом (исключая инвазивную *Elodea canadensis*) в растительных сообществах макрофитов (*Potamogeton perfoliatus*, *Callitriche hermaphroditica*, *Bidens tripartita* L.) являются достаточно древними в историческом контексте, расселение которых внутри континентальных вод проходило по рекам (Кузьмичев, 1992).

Биомасса высших водных растений в озерах на порядок превышала биомассу макрофитов на станциях нижней части Усть-Илимского водохранилища (табл. 4). Наибольшие средние значения абсолютной сухой фитомассы отмечены в оз. Карапчанское ($629,31 \pm 123,85$ г/м²), наименьшие величины в оз. Собачье ($100,85 \pm 31,13$ г/м²).

Таблица 4
Продукционные характеристики и количественные показатели фитомассы макрофитов в водоёмах г. Усть-Илимска и его окрестностей

Название водоёма	Абсолютный сухой вес, г/м ²	Чистая первичная продукция надземных органов (Р) (г/м ² год)	Общая продукция органического вещества от абсолютно сухого (РОВ, г/ м ² год)	Продукция в энергетических единицах на единицу площади (Рэн, ккал/м ² год)
Озёра				
Оз. Собачье	100,85 ± 31,13	252,13 ± 77,83	214,31 ± 66,16	994,41 ± 306,97
Оз. Карапчанское	629,31 ± 123,85	1573,27 ± 309,63	1337,28 ± 263,19	6204,96 ± 1221,18
Оз. Илим	276,15 ± 43,51	690,37 ± 108,76	586,81 ± 92,45	2722,81 ± 428,96
Водоохранилище				
№1 Залив Мирюнда	80,89 ± 20,32	202,23 ± 50,79	171,9 ± 43,17	797,61 ± 200,32
№2 У ГЭС	59,23 ± 20,96	148,07 ± 52,4	125,86 ± 44,54	583,97 ± 206,65
№3 Устье р. Карапчанки	37,75 ± 20,08	94,37 ± 50,2	80,21 ± 42,67	372,18 ± 197,99

В водохранилище показатели биомассы макрофитов были намного ниже и варьировали в пределах $37,75 \pm 20,08$ г/м² (устье р. Карапчанка) – $80,89 \pm 20,32$ г/м² (залив Мирюнда).

Валовая первичная продукция имела то же распределение по станциям, что и динамика биомассы: максимальные величины зарегистрированы в оз. Карапчанское ($1573,2 \pm 309,63$ г/м² год), а минимальные – в устье р. Карапчанки ($94,37 \pm 50,2$ г/м² год), аналогичное распределение характерно для продукции, выраженной в энергетических единицах ($6204,96 \pm 1221,18$ ккал/м² год и $372,18 \pm 197,99$ ккал/м² год соответственно). Определение продуктивности макрофитов водоёмов г. Усть-Илимска проходило с использованием метода биомассы макрофитов, на основе укусов. По мнению А. М. Черновой (2015), данный метод имеет ряд недостатков, например, при высоком значении ошибки необходимо брать большее число укусов; метод требует проводить укусы периодически за весь вегетационный сезон; не дает сведений о динамике опада на станции отбора проб (Чернова, 2015). В целом сравнивая результаты по продуктивности макрофитов Усть-Илимского водохранилища можно отметить, что величины незначительно отличаются по продуктивности макрофитов Новосибирского водохранилища (Соколова, Зарубина, 2023).

Заключение. Таким образом, в 2023 г. флористический состав растительности на водоёмах и водотоках и прилегающих к ним территориях в г. Усть-Илимске и его окрестностях включает 87 сосудистых видов растений, относящихся к 3 отделам, 3 классам и 35 семействам. Из 87 видов – 46 видов – гидрофильные элементы. Среди истинно-водных растений выделены следующие экологические группы: гидрофиты – 19, гидатофиты – 13 и гелофиты – 11 видов. В наземной флоре, прилегающих к водоемам и водотокам территорий, наибольшей по числу видов были группы криптофитов – 46 и гемикриптофитов – 27 видов.

На территории Усть-Илимского района в таксономическом составе флоры выделены следующие комплексы: азональный – 49 и зональный – 36 видов. Хорологический анализ видового состава растительности позволил выделить следующие типы ареалов в порядке убывания: голарктический – 35, евразийский – 18, евросибирский и североазиатский – по 11, космополитный – 6, южно-сибирский – 4, азиатско-американский – 2 вида.

В распределении фитомассы и первичной продукции макрофитов максимальные величины зарегистрированы в оз. Карапчанское, а минимальные в устье р. Карапчанки Усть-Илимского водохранилища.

Благодарности. Автор благодарит профессора кафедры водных и наземных экосистем Сибирского федерального университета, доктора биологических наук Н. В. Степанова и доцента, кандидата биологических наук И. П. Филиппову за помощь в определении растений.

ЛИТЕРАТУРА

- Абакумов А. А. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. – СПб.: Гидрометеиздат, 1992. – С. 174–175.
- Авакян А. Б., Салтанкин В. П., Шарапов В. А. Водохранилища. – М.: Мысль, 1987. – 325 с.
- Алимов А. Ф. Введение в продукционную гидробиологию: монография. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 152 с.
- Буйновская Е. М. Особенности сложения водной макрофитной флоры двух пойменных водоёмов реки Ишим // ББК 72 Н 34, 2016. – С. 10.
- Василевич В. И. Гидробиология: методология, методы: Материалы Школы по гидробиологии (п. Борок, 8–12 апреля 2003 г.) – Рыбинск: ОАО «Рыбинский дом печати, 2003. – С. 137–146.
- Дзяконов К. Н. Влияние крупных равнинных водохранилищ на леса прибрежной зоны. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 128 с.
- Ефимов Д. Ю. Биоразнообразие лесных экосистем прибрежных территорий Усть-Илимского водохранилища // Актуальные проблемы лесного комплекса, 2008. – Т. 1. – С. 93–96.
- Ефимов Д. Ю. Систематическая структура флоры Усть-Илимского водохранилища // Вестник Красноярского государственного аграрного университета, 2009. – № 1. – С. 44–51.
- Ефимов Д. Ю. Флора экосистем Усть-Илимского водохранилища. – Новосибирск: Гео, 2011. – С. 24–31.
- Ефимов Д. Ю., Верхозина А. В., Киселева К. И. Р. Конспект флоры Усть-Илимского района (Иркутская область) // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Биология. Экология, 2013. – Т. 6. – № 1. – С. 2–16.
- Зарубина Е. Ю., Дурникин Д. А. Флора соленых озер Кулундинской равнины (юг Западной Сибири) // Сибирский экологический журнал, 2005. – Т. 2. – С. 341–351.
- Зарубина Е. Ю., Соколова М. И. Высшая водная растительность Северо-Западного мелководья Телецкого озера и факторы ее формирования // Мир науки, культуры, образования, 2007. – № 3. – С. 28–31.

Ильина В. Н., Митрошенкова А. Е. Особенности флоры и растительности долины реки Сок в нижнем течении в условиях антропогенной трансформации // Инновационные подходы к обеспечению устойчивого развития социо-эколого-экономических систем, 2018. – С. 105–112.

Кравцова Л. С., Ижболдина Л. А., Механикова И. В., Помазкина Г. В., Белых О. И. Натурализация *Elodea canadensis* Mich. в озере Байкал // Российский журнал биологических инвазий, 2010. – № 2. – С. 2–17.

Кузьмичев А. И. Гигрофильная флора юго-запада Русской равнины и ее генезис. – СПб.: Гидрометеиздат, 1992. – 204 с.

Куянцева Н. Б., Исакова Н. А. Продукционная характеристика растительности водно-болотного урочища Донгузлы (Южный Урал) // Известия Челябинского научного центра, 2008. – № 1. – С. 39.

Определитель растений юга Красноярского края / под ред. И. М. Красноборова, Л. И. Кашиной. – Новосибирск: Наука. Сиб. Отд-ние, 1979. – 665 с.

Плантариум. URL: <http://www.plantarium.ru> (дата обращения: февраль 2024 г.).

Русанов А. Г. Изменение водной растительности под влиянием флуктуаций гидрологического режима в эвтрофирующемся озере // Региональная экология, 2018. – № 4. – С. 53–61.

Синюкович В. Н., Курбатова Н. Н., Чернявская И. А. Водный режим Усть-Илимского водохранилища в период нормальной эксплуатации // География и природные ресурсы, 2011. – № 1. – С. 85–92.

Соколова М. И., Зарубина Е. Ю. Вклад высшей водной растительности в образование органического вещества в Новосибирском водохранилище в 2022 г. // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии, 2023. – Т. 22. – № 2. – С. 341–344. DOI: 10.14258/pbssm.2023152

Степанов Н. В. Сосудистые растения Приенисейских Саян: монография. – Красноярск: СФУ, 2016. – 236 с.

Флора Сибири. Araceae – Orchidaceae. – Новосибирск: Наука, 1987. – 245 с.

Флора Сибири. Rosaceae. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1988. – 200 с.

Флора Сибири. Lycopodiaceae-Hydrocharitaceae. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1988. – Т. 1. – 200 с.

Флора Сибири. Cyperaceae. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1990 – Т. 3. – 280 с.

Флора Сибири. Poaceae (Gramineae). – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1990. – Т. 2. – 361 с.

Флора Сибири. Portulacaceae – Ranunculaceae. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1993. – Т. 6 – 310 с.

Флора Сибири. Salicaceae – Amaranthaceae. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1992. – Т. 5. – 312 с.

Чернова А. М. Продукционные исследования в гидроботанике (обзор) // Труды Института биологии внутренних вод РАН, 2015. – № 71 (74). – С. 112–127.