

УДК 58.009 DOI 10.21685/2500-0578-2022-1-3

ХАРАКТЕРИСТИКА И ПРОДУКТИВНОСТЬ СООБЩЕСТВ ГИДРОФИТОВ МАЛЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ

Е. В. Панюкова¹, Б. Ю. Тетерук², А. А. Панюков³^{1, 2, 3} Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук,
Россия, 167982, Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 28¹ ev_knyazeva@mail.ru, ² b_teteryuk@ib.komisc.ru, ³ panjukov.a.a@ib.komisc.ru

Аннотация. Актуальность и цели. Сведений о продуктивности гидрофитов в водоемах Европейского Северо-Востока крайне мало. При этом изучение специфики процессов накопления органического вещества в северных регионах представляет большой интерес и имеет важное практическое значение. Водохранилища, на которых были проведены исследования продуктивности их растительных сообществ, используются в рыбохозяйственных и рекреационных целях. Цель данной работы – охарактеризовать растительные сообщества гидрофитов малых водохранилищ и рассчитать их продуктивность. *Материалы и методы.* Изучение продуктивности гидрофитов проводили на трех малых водохранилищах, расположенных в южной части республики Коми в конце июня – июле 2019–2020 гг. Для оценки надземной фитомассы закладывали укосные площадки размером 0,25 м². Укосы отбирали в каждом сообществе в трехкратной повторности, разбирали по видам и высушивали, после чего взвешивали их абсолютно-сухой вес. При переводе абсолютно-сухого веса в чистую годовую продукцию использовали коэффициент 2,5. *Результаты.* Исследуемые водохранилища относятся к умеренно заросшим (21,7 % и 17,5 %) и значительно заросшим (26,1 %). Наиболее продуктивными являются ассоциации *Potamo natantis*–*Polygonetum natantis* и *Potametum natantis*. Чистая годовая продукция гидрофитов при низкой теплообеспеченности года составила для Кажимского водохранилища 6,3 т/год, для Нювчимского – 23,2 т/год, Нючпасского – 0,3 т/год при высокой теплообеспеченности – 11,6, 61,4, 0,4 т/год соответственно. *Выводы.* Охарактеризованы 10 ассоциаций гидрофитов и получены значения их продуктивности. Выявлено влияние температурного фактора на накопление органического вещества собственноводными растениями. Определены основные продуценты, вносящие наибольший вклад в общую продуктивность водоема.

Ключевые слова: водохранилище, температура, продуктивность, фитомасса, гидрофиты

Для цитирования: Панюкова Е. В., Тетерук Б. Ю., Панюков А. А. Характеристика и продуктивность сообществ гидрофитов малых водохранилищ европейского северо-востока России // Russian Journal of Ecosystem Ecology. 2022. Vol. 7 (1). <https://doi.org/10.21685/2500-0578-2022-1-3>

CHARACTERISTICS AND PRODUCTIVITY OF HYDROPHITE COMMUNITIES OF SMALL RESERVOIRS OF THE EUROPEAN NORTH-EAST OF RUSSIA

E. V. Panyukova¹, B. Yu. Teteruk², A. A. Panyukov³^{1, 2, 3} Institute of Biology of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,
28 Kommunisticheskaya street, Syktyvkar, 167982, Russia¹ ev_knyazeva@mail.ru, ² b_teteryuk@ib.komisc.ru, ³ panjukov.a.a@ib.komisc.ru

Abstract. *Background.* There is very little information on the productivity of hydrophytes in the water bodies of the European Northeast. At the same time, the study of the specifics of the processes of accumulation of organic matter in the northern regions is of great interest and is of great practical importance. The reservoirs where productivity studies have been carried out are used for fishery and recreational purposes. The purpose of this work is to characterize the communities of hydrophytes of small reservoirs and calculate their productivity. *Materials and methods.* The study of the productivity of hydrophytes was carried out at three small reservoirs located in the southern part of the Komi Republic at the end of June – July 2019–2020. To assess the aboveground phyto-

mass, cutting plots with a size of 0.25 m² were laid. Mows were selected in each community in triplicate, sorted by species and dried, after which their absolutely dry weight was weighed. When converting absolutely dry weight into pure annual products, a coefficient of 2,5 was used. **Results.** The studied reservoirs are moderately overgrown (21,7% and 17,5%) and significantly overgrown (26,1%). The most productive are the *Potamo natantis* – *Polygonetum natantis* and *Potametum natantis* communities. The net annual production of hydrophytes with low heat supply for the year was 6,3 t/year for the Kazhim reservoir, 23,2 t/year for the Nyuvchim reservoir, 0,3 t/year for the Nyuchpassky reservoir, and 11,6, 61,4, 0,4 t/year, respectively. **Conclusions.** 10 associations of hydrophytes were characterized and the values of their productivity were obtained. The influence of the temperature factor on the accumulation of organic matter by own-water plants was revealed. The main producers, which make the greatest contribution to the total productivity of the reservoir, have been identified.

Keywords: reservoir, temperature, productivity, phytomass, hydrophytes

For citation: Panyukova E.V., Teteruk B.Yu., Panyukov A.A. Characteristics and productivity of hydrophite communities of small reservoirs of the european north-east of Russia. *Russian Journal of Ecosystem Ecology*. 2022;7(1). (In Russ.). Available from: <https://doi.org/10.21685/2500-0578-2022-1-3>

Введение

Продукция гидрофитов является важнейшим показателем благополучия водных экосистем. При умеренном зарастании водоемов создаются благоприятные условия для развития гидробионтов, при чрезмерном накоплении первичной продукции ухудшается проникновение солнечного света в толщу воды, происходит заторфовывание грунта, нарушается баланс кислорода и углекислого газа в водоеме. Все это ведет к изменению среды обитания и как следствие – к эвтрофикации водоема.

Цель данной работы – определить продуктивность и охарактеризовать сообщества гидрофитов малых водохранилищ таежной зоны республики Коми.

Материалы и методы

Изучение продуктивности гидрофитов проводили в конце июня – июле 2019–2020 гг. на трех малых водохранилищах (Кажимском, Нювчимском, Нючпасском) (рис. 1).

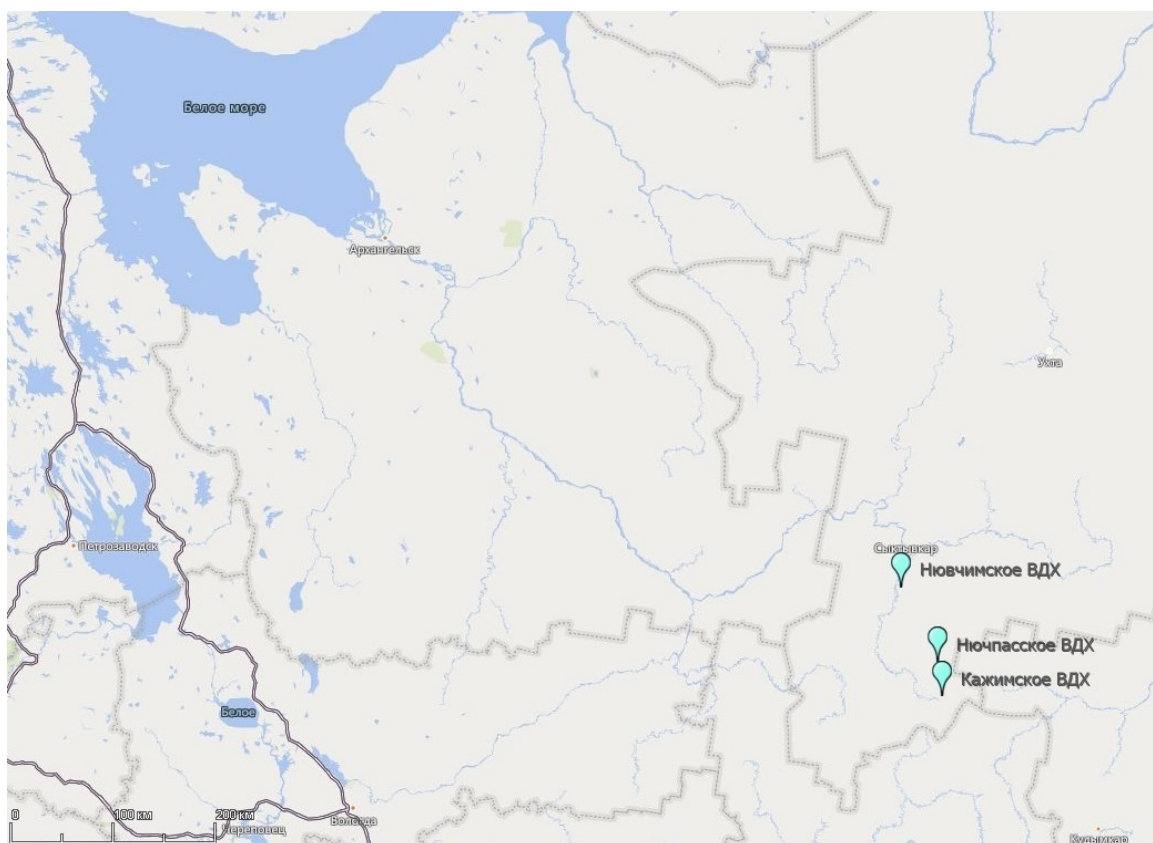


Рис. 1. Карта расположения водохранилищ

Fig. 1. Reservoir location map

Водохранилища расположены в Вычегодском бассейне в пределах подзоны средней тайги [1]. Они созданы во второй половине XVIII в. для нужд чугунно-литейного производства и на данный момент используются для культурно-бытовых и рыбохозяйственных целей.

Кажимское водохранилище расположено на юге Республики Коми в 240 км от г. Сыктывкар близ п. Кажим (N60.338085, E51.557714) и находится на р. Кажим (бассейн р. Сысола). Общая длина плотины составляет 1,2 км, площадь водохранилища – 324 га. Наибольшая длина – 5,5 км, ширина – до 0,6 км, глубина – до 8,8 м. Реконструкция плотины завершилась в 2013 г. По ее окончании площадь водного зеркала увеличилась со 144,75 га до нынешних 324 га.

Нювчимское водохранилище расположено в 35 км от г. Сыктывкар в п. Нювчим (N61.401064, E50.755147) и находится на месте слияния двух водотоков: р. Нювчим (приток р. Сысола) и Дендель. После полного износа конструкций водосброс был разрушен, водохранилище спущено. В 1998 г. оно было восстановлено и вновь введено в действие. Площадь водного зеркала составляет 172 га, его наибольшая длина – 3,4 км, ширина – до 0,6 км, глубина – до 7 м.

Нючпасское водохранилище расположено в южной части Республики Коми на р. Нючпас (приток р. Лопью) у п. Нючпас (N60.681664, E51.483008). Расстояние от Сыктывкара 236 км (115 – по прямой). Имеет два пруда. В 2010 г. после реконструкции плотины запущен второй (верхний) пруд. Площадь нижнего пруда 11 га, наибольшая длина – 1000 м, ширина – до 130 м, глубина – до 4 м; площадь верхнего пруда – 7,2 га, длина – 780 м, ширина – до 200 м.

Пробы воды отбирали в каждом водохранилище на глубине 0,3 м. Химический анализ воды выполнен в экоаналитической лаборатории Института биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. По химическому составу воды всех водохранилищ относятся к типу гидрокарбонатно-кальциевых, являются ультрапресными, очень мягкими с реакцией среды от слабокислой в Кажимском водохранилище до нейтральной и слабощелочной в Нювчимском и Нючпасском водохранилищах. Воды характеризуются низкими концентрациями биогенных веществ.

Сбор и обработку гидробиотических материалов выполняли согласно методике В. М. Катанской [2]. При обработке геоботанических описаний была использована интегрированная ботаническая информационная система IBIS [3]. Классификация растительности выполнена в соответствии с общими установками эколого-

флористического подхода [4–6]. Номенклатура синтаксонов дана согласно «Международному кодексу фитосоциологической номенклатуры» [7]. Синтаксономическая принадлежность для ценозов водного мха *Warnstorfia exannulata*, описанных нами в растительном покрове водохранилищ, на данном этапе не установлена. По этой причине мы приводим их в ранге сообщества.

Для оценки надземной фитомассы закладывали укосные площадки размером 0,25 м². Укосы отбирали в каждой ассоциации в трехкратной повторности. Всего было взято 166 укосов в 2019 г. и 142 – в 2020 г., из них 70 и 61 укос – в сообществах гидрофитов соответственно. Отбор биомассы проводили с лодки или с берега в зависимости от глубины. Для отбора погруженных укореняющихся гидрофитов с глубин более 1 м использовали специальную косу [2], либо легководолазное снаряжение и срезали укосы ножом. Все укосы укладывали в полиэтиленовые мешки, снабженные этикетками с указанием точки и даты отбора, названием сообщества и средней высоты травостоя. В полевых условиях каждый укос разбирали по видам, взвешивали их сырой вес и высушивали на воздухе. В лаборатории досушивали укосы при температуре 105 °С не менее 6 ч, после чего взвешивали их абсолютно-сухой вес [8].

Для расчета годовой продукции согласно методике В. Г. Папченкова [8] использовали поправочный коэффициент 2,5. Поскольку исследуемые водоемы относятся к озерному типу и имеют стабильный в течение периода вегетации гидрофитов уровень воды, то предложенный В. Г. Папченковым [8] для водохранилищ (водоемы с нестабильным уровнем воды) поправочный коэффициент 4,0 в нашем случае не корректен.

Площади зарастания гидрофитов рассчитывали с помощью электронных картосхем в программе Quantum GIS 2.0. При характеристике площади распространения отдельных сообществ дана их доля от общей площади, занятой гидрофитами. Степень зарастания определяли согласно методике Папченкова [8], который выделил 8 классов: 1) не заросшие или почти не заросшие – площадь зарослей менее 1 %; 2) очень слабо заросшие – 1–5 %; 3) слабо заросшие – 6–10 %; 4) умеренно заросшие – 11–25 %; 5) значительно заросшие – 26–40 %; 6) сильно заросшие – 41–65 %; 7) очень сильно заросшие – 66–95 %; 8) сплошь заросшие – 96–100 %.

Результаты и их обсуждение

Флора исследованных водохранилищ включает 36 видов гидрофитов (табл. 1).

Таблица 1

Table 1

Список гидрофитов флоры водохранилищ

List of hydrophytes of the reservoir flora

Таксон	Водохранилище		
	Кажимское	Нювчимское	Нючпасское
Сосудистые растения			
Callitrichaceae Link			
<i>Callitriche cophocarpa</i> Sendtner	+	+	+
<i>C. hermaphroditica</i> L.	+	+	–
<i>C. palustris</i> L.	+	+	+
Haloragaceae R. Br.			
<i>Myriophyllum sibiricum</i> Kom.	–	+	+
Hydrocharitaceae Juss.			
<i>Elodea canadensis</i> Michx.	–	+	–
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> L.	–	+	–
Lemnaceae S. F. Gray			
<i>Lemna minor</i> L.	+	+	+
<i>L. trisulca</i> L.	–	+	–
<i>Spirodela polyrhiza</i> (L.) Schleid.	–	+	–
Lentibulariaceae Rich.			
<i>Utricularia minor</i> L.	+	–	–
<i>U. intermedia</i> Hayne	+	–	–
<i>U. vulgaris</i> L.	+	–	–
Nymphaeaceae Salisb.			
<i>Nuphar lutea</i> (L.) Sm.	+	–	–
<i>N. pumila</i> (Timm) DC.	+	–	–
<i>N. × spenneriana</i> Gaudin	–	+	–
<i>Nymphaea candida</i> C.Presl	+	–	–
<i>N. × sundvikii</i> Hiitonon	+	–	–
Polygonaceae Juss.			
<i>Persicaria amphibia</i> (L.) Delarbre	+	+	+
Potamogetonaceae Dumort.			
<i>Potamogeton alpinus</i> Balb.	+	+	+
<i>P. berchtoldii</i> Fieber	+	+	+
<i>P. compressus</i> L.	+	–	+
<i>P. gramineus</i> L.	–	+	–
<i>P. natans</i> L.	+	+	+
<i>P. obtusifolius</i> Mert. et W.D.J. Koch	–	+	–
<i>P. perfoliatus</i> L.	+	+	+
<i>P. praelongus</i> Wulfen	–	+	+
<i>P. × angustifolius</i> J.Presl	–	+	–
<i>P. × prussicus</i> Hagstr.	–	+	–
<i>P. × sparganiifolius</i> Laest. ex Fr.	–	–	+
Мохообразные			
Calliergonaceae (Kanda) Vanderp., Hedenäs, C.J.Cox & A.J. Shaw			
<i>Warnstorfia exannulata</i> (Schimp.) Loeske	+	+	+
<i>W. fluitans</i> (Hedw.) Loeske	+	–	–
Fontinalaceae Schimp.			
<i>Fontinalis antipyretica</i> Hedw.	+	–	+
Ricciaceae Rchb.			
<i>Riccia fluitans</i> L.	–	–	+
Водоросли			
Characeae Gray			
<i>Nitella gracilis</i> (Smith) Ag.	+	–	–
<i>N. mucronata</i> (A.Br.) Miquel	+	–	–
<i>N. wahlbergiana</i> (Wallm.) A. Br.	–	+	–

Только 17 из них формируют самостоятельные сообщества. Продукционные исследования выполнены в 10 ассоциациях, чьи ценозы в акваториях водохранилищ имеют наибольшие площади зарастания.

По классификации В. Г. Папченкова [8] Кажимское и Нючпасское водохранилища относятся к умеренно заросшим (21,7 и 17,5 %), Нювчимское – к значительно заросшим (26,1 %). Доля гидрофитов в зарастании водоемов составила 6,7, 16,2 и 29,4 % соответственно.

Несмотря на одинаковые условия происхождения водохранилищ и наличие схожего набора экотопов, общими для всех исследуемых водохранилищ являются всего 3 ассоциации: *Potamo natantis–Polygonetum natantis*, *Potametum natantis*, *Lemno–Callitrichetum palusrtis* и сообщество *Warnstorfia exannulata*. В первую очередь это связано с различиями размерных характеристик водоемов, недавними изменениями акватории [9].

Ассоциация *Potamo natantis–Polygonetum natantis* (P.n-Pl.n.). Сообщества горца земноводного развиваются на открытых и прибрежных мелководьях с песчаными грунтами на глубинах до 2 м. В Нючпасском водохранилище отмечены разреженные фитоценозы с общим проективным покрытием 40–50 %, на долю которых приходится 0,28 % от площади, занятой гидрофитами. В Нювчимском и Кажимском водохранилищах эти сообщества имеют общее проективное покрытие 60–80 % и занимают 21,4 и 20,0 % площади соответственно.

Ассоциация *Potametum natantis* (P.n). Фитоценозы отмечены на прибрежных мелководьях с глубинами 100–120 см на песчаных и песчано-илистых грунтах. Общее проективное покрытие – 80–90 % (рис. 2). На долю сообществ рдеста приходится 31,6 % площади в Нювчимском и 30,7 % в Нючпасском водохранилищах. Сравнительно небольшой процент зарастания в Кажимском – 9,0 %.



Рис. 2. Ассоциация *Potametum natantis*

Fig. 2. *Potametum natantis* association

Ассоциация *Lemno–Callitrichetum palusrtis* (L-С.р.). Сообщества ассоциаций встречаются на глубине от 15 до 100 см. Прибрежные мелководья, на которых описаны фитоценозы данной ассоциации, отличаются песчаными и песча-

но-илистыми грунтами. Наибольшее распространение сообщества болотника имеют в Кажимском водохранилище – 26,3 %, в Нювчимском и Нючпасском – 2,98 и 2,56 %. Общее проективное покрытие составило 80–95 % (рис. 3).

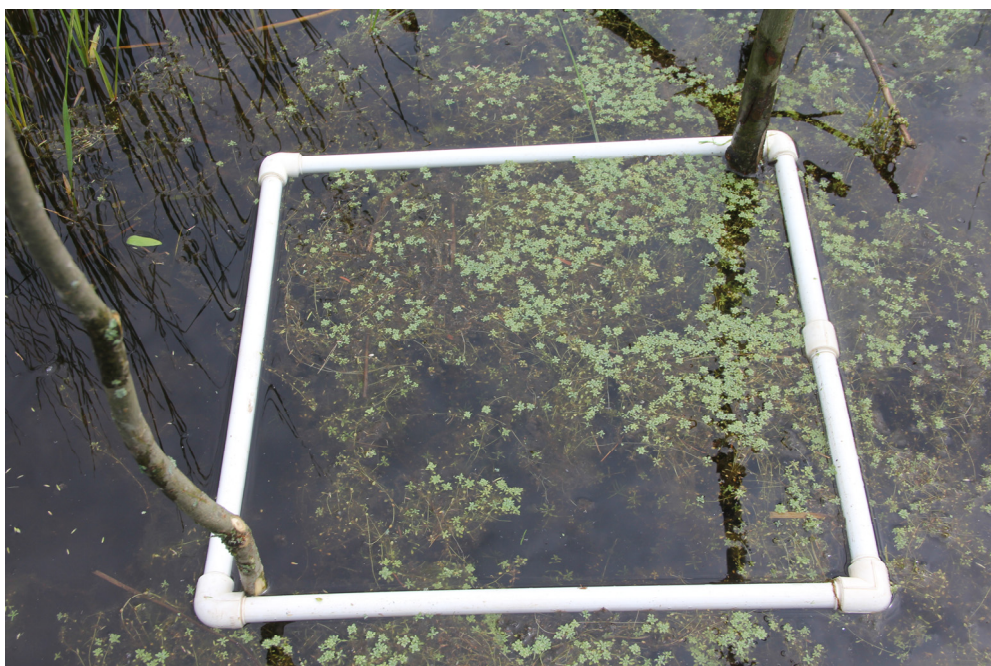


Рис. 3. Ассоциация *Lemno-Callitrichetum palustris*

Fig. 3. *Lemno-Callitrichetum palustris* association

Сообщества *Warnstorfia exannulata* с проективным покрытием 90–100 % распространены на заторфованных грунтах. Произрастают на глубине не более 1 м в небольших заливах и защищенных от волновой деятельности местах. В двух водохранилищах, Кажимском и Нючпасском, на долю сообществ варнсторфии приходится 24,3 и 45,5 % площади. Ограничивающим фактором распространения ее сообществ в Нювчимском водохранилище (8,2 %) является конкуренция. Сообщества инвазивного вида – элодеи канадской – занимают подходящие для мха экотопы, создавая затенение.

В Нювчимском и Нючпасском водохранилищах общими являются 3 ассоциации сообществ.

Ассоциация *Potametum perfoliati* (P.pf.). Сообщества рдеста пронзеннолистного формируются на открытых и прибрежных мелководьях на различных глубинах (от 40 до 150 см), преимущественно на песчано-илистых грунтах. Общее проективное покрытие варьирует в широких пределах – от 60 до 100 %, зарастание не превышает 0,2 %.

Ассоциация *Potametum praelongi* (P.pr.). Фитоценозы данной ассоциации описаны на открытых глубоководных участках, чаще всего на месте старых русел рек. В акваториях занимают площади с илисто-песчаными и илисто-торфянистыми отложениями на глубинах 130–150 см. Сообщества рдеста длиннейшего, на долю которых приходится менее 1,0 % площади, имеют общее проективное покрытие 60–70 %.

Ассоциация *Potametum tenuifolii* (P.t). Сообщества приурочены к прибрежным мелководьям (до 60 см) с песчаными и песчано-илистыми грунтами. Общее проективное покрытие растительного покрова – 60–80 %. Наибольшее зарастание в Нючпасском водохранилище – 20,9 %, в Нювчимском – 0,02 %. Предпочитая постоянство водного режима, распространение рдеста альпийского снижается при резких колебаниях уровня воды при осуществлении водосброса в Нювчимском водохранилище. Нючпасское водохранилище уже несколько лет не эксплуатируется и уровень воды в нем относительно постоянен.

Три ассоциации отмечены только в одном из исследуемых водоемов.

Ассоциация *Potametum graminei* (P.g). В Нювчимском водохранилище вдоль берега на глубине 100–120 см на песчано-гравийных грунтах встречаются небольшие сообщества рдеста злакового с общим проективным покрытием 60–80 %. Их доля от площади зарастания гидроритами невелика – всего 0,99 %.

Ассоциация *Elodeetum canadensis* (E.c). Сообщества элодеи отмечены только в Нювчимском водохранилище по правому берегу повсеместно, по левому берегу – редко. Не требовательны к грунту: произрастают как в условиях песчано-илистого и песчано-гравийного грунта, так и на заторфованных грунтах на глубине 50–130 см. Агрессивный вид образует сплошные заросли с проективным покрытием от 50 до 100 % (рис. 4), на долю которых приходится 33,9 % площади.

Рис. 4. Ассоциация *Elodeetum canadensis*Fig. 4. *Elodeetum canadensis* association

Ассоциация *Nymphaeetum candidae* (N.c). Ценозы кувшинки чисто-белой зафиксированы на зарастающих мелководьях и в небольших хорошо освещенных заливах с песчаными и илисто-песчаными донными отложениями в

Кажимском водохранилище. Произрастают на глубинах от 100 до 200 см. Кувшинка образует сомкнутые сообщества с общим проективным покрытием 60–80 % (рис. 5), на долю которых приходится 20,4 % площади.

Рис. 5. Ассоциация *Nymphaeetum candidae*Fig. 5. *Nymphaeetum candidae* association

Вклад отдельных сообществ гидрофитов в общую продуктивность растительного покрова водохранилищ значительно различается (рис. 6). Основные факторы, обуславливающие эти от-

личия – возраст зарослей, защищенность от ветрового волнения, химический состав грунтов и вод, ограниченность подходящих экотопов.

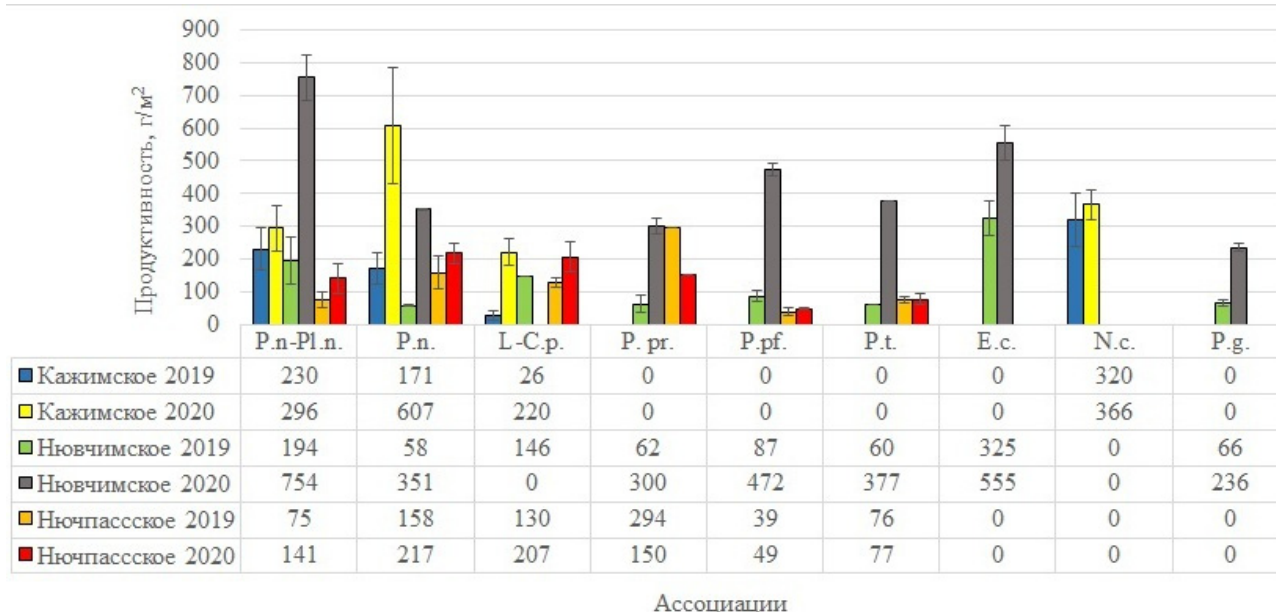


Рис. 6. Продуктивность ассоциаций сообществ гидрофитов в исследуемых водохранилищах

Fig. 6. Productivity of hydrophyte communities' associations in the reservoirs under study

Так, наиболее продуктивными в Кажимском водохранилище являются сообщества рдеста плавающего, кувшинки чисто-белой и горца земноводного, в Нювчимском – горца земноводного и элодеи канадской, в Нючпасском – рдеста плавающего и болотника болотного.

Оптимальными для произрастания сообществ горца земноводного являются условия в Кажимском и Нювчимском водохранилищах. Продуктивность его сообществ здесь в среднем в 3 раза выше, чем в Нючпасском. Установлено, что оптимальная глубина для развития фитоценозов горца земноводного – от 0 до 100–150 см [10]. В Нючпасском водохранилище его сообщества отмечены на глубине около 190 см, что негативно отразилось на продуктивности ассоциации *Potamo natantis*–*Polygonetum natantis*.

Подходящие условия для ассоциации *Potamo natantis* сложились в Кажимском водохранилище. Большое количество хорошо про-

греваемых мелководий способствовало интенсивному накоплению биомассы. Здесь продуктивность рдеста плавающего выше в 1,5–2,0 раза, чем в двух других исследуемых водоемах.

Высокую продуктивность элодеи канадской в Нювчимском водохранилище и отсутствие ее в Кажимском и Нючпасском можно объяснить неподходящими гидрохимическими условиями, в первую очередь низкими значениями pH. Сообщества элодеи достигают оптимального развития в слабощелочной воде, богатой ионами кальция и калия [10].

Большое влияние на продуктивность гидрофитов северных регионов оказывает температура. В период вегетации гидрофитов (май, июнь) на исследуемых водоемах температура воздуха была практически одинакова. В июле, во время накопления наибольшей биомассы, теплообеспеченность периода оказалась выше на 5 °C (рис. 7).

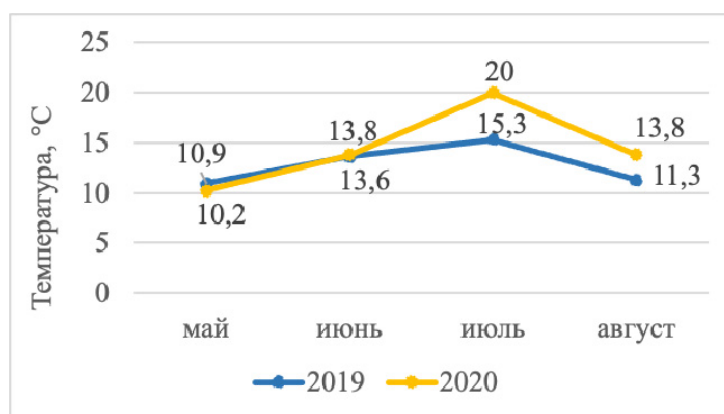


Рис. 7. Средние температуры воздуха в 2019 и 2020 гг. в районе исследования [11]

Fig. 7. Average air temperatures in 2019 and 2020 in the study area [11]

Данный факт оказал существенное влияние на продуктивность сообществ гидрофитов изученных водоемов. Так, в более теплообеспеченном 2020 г. продуктивность в Казимском водохранилище оказалась в 2 раза выше, в Нювчимском – в 3. Меньшее влияние температурный фактор оказал на процесс накопления биомассы в Нючпасском водохранилище.

Повышение средних температур воздуха в период накопления биомассы в большей степени оказало влияние на сообщества болотника болотного в Казимском водохранилище, рдеста альпийского и рдеста плавающего в Нювчимском. Их продуктивность выросла в 8,3, 6,3 и 6,0 раз соответственно. Продуктивность рдеста пронзеннолистного, кувшинки чисто-белой

и элодеи канадской увеличилась в 0,5, 1,14 и 1,71 раз соответственно.

Чистая годовая продукция гидрофитов при низкой теплообеспеченности года составила для Казимского водохранилища – 6,3, для Нювчимского – 23,2, Нючпасского – 0,3 т/год, при высокой теплообеспеченности – 11,6, 61,4 и 0,4 т/год соответственно.

Отсутствие единообразия в методике определения продуктивности затрудняет сравнение с исследованиями других авторов. Для упрощения интерпретации результатов вместо продуктивности мы приводим литературные данные абсолютно-сухого веса в г/м² некоторых сообществ, распространенных в водоемах Европейской части России (табл. 2).

Таблица 2

Table 2

Фитомасса гидрофитов в водоемах Европейской части России

Phytomass of hydrophytes in reservoirs of the European part of Russia

Водоемы	Абсолютно-сухой вес, г/м ²							
	P.n-Pl.n.	P.n.	P.pf.	P. pr.	P.t.	E.c.	N.c.	P.g.
Брянской области [12]	–	950	–	–	–	620	–	–
Костромской области [13]	–	–	470	–	–	600	–	–
Белое озеро [14]	144	100	67–135	–	–	–	–	200
Ладужское озеро [14]	80–122	155	63–144	450	–	72–80	–	113
Горьковское водохранилище [15]	380	–	259	–	–	–	–	–
Казимское водохранилище	92/118	69/234	–	–	–	–	128/146	–
Нювчимское водохранилище	78/302	23/141	35/189	25/120	24/151	130/222	–	26/94
Нючпасское водохранилище	30/57	63/87	16/19	118/60	30/31	–	–	–

Фитомасса, образуемая сообществами гидрофитов в водоемах Европейской части России, варьирует в широких пределах. Минимальна она во всех ассоциациях Нючпасского водохранилища. Несмотря на небольшую глубину самого водохранилища, мелководий, подходящих для произрастания большинства гидрофитов, в нем мало; кроме того, водоем плохо прогревается из-за выхода холодных грунтовых вод. Все это создает неблагоприятные условия для распространения собственно водных растений. В Казимском и Нювчимском водохранилищах биомасса гидрофитов сопоставима с результатами, приведенными для водоемов Северо-Запада России (см. табл. 2), но только в 2020 г., когда температуры воздуха в период цветения гидрофитов были выше. Фитомасса рдеста плавающего, рдеста пронзеннолистного и элодеи в более южных регионах (Нижегородская, Костромская, Брянская области) выше примерно в 3–4 раза.

Закключение

Исследуемые водохранилища относятся к умеренно заросшим (Казимское – 21,7 %, Нючпасское – 17,5 %) и к значительно заросшим (Нювчимское – 26,1 %). Доля гидрофитов в зарастании водоема составила 6,7, 17,5 и 26,1 % соответственно. Меньший процент участия гидрофитов в Казимском водохранилище объясняется относительной несформированностью сообществ. Так как акватория водохранилища была значительно увеличена при реконструкции, которая завершилась позже других, сообществам гидрофитов необходимо больше времени для адаптации.

Вклад сообществ гидрофитов в общую продуктивность значительно различается: наиболее продуктивными в Казимском водохранилище являются фитоценозы рдеста плавающего, кувшинки чисто-белой и горца земноводного, в Нювчимском – горца земноводного и элодеи

канадской, в Нючпасском – рдеста плавающего и болотника болотного.

Большое влияние на продуктивность гидрофитов северных регионов оказывает средняя температура воздуха в вегетационный период.

Повышение средних температур воздуха в период вегетации гидрофитов на 5 °C ведет к повышению их годовой продукции в среднем на 40–55 %.

Список литературы

1. Производственные силы Коми АССР. Т. 3. Ч. 1. Растительный мир / отв. ред. Н. Е. Кабанов. М. : Изд-во АН СССР, 1954. 375 с.
2. Катанская В. М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Методы изучения. Л. : Наука, 1981. 187 с.
3. Зверев А. А. Информационные технологии в исследованиях растительного покрова : учеб. пособие. Томск : ТМЛ-Пресс, 2007. 304 с.
4. Braun-Blanquet J. Pflanzensoziologie. Grundzuge der Vegetationskunde. Wien ; New York : Springer-Verlag, 1964. 865 p.
5. Александрова В. Д. Классификация растительности. Обзор принципов классификации и классификационных систем в разных геоботанических школах. Л. : Наука, 1969. 275 с.
6. Миркин Б. М., Наумова Л. Г. Современное состояние основных концепций науки о растительности. Уфа : АН РБ Гилем, 2012. 488 с.
7. Theurillat J.-P., Willner W., Fernández-González F., Bültmann H. [et al.]. International Code of Phytosociological Nomenclature. 4th edition. 2021. doi:10.1111/avsc.12491
8. Папченков В. Г. Растительный покров водоемов и водотоков Среднего Поволжья. Ярославль : ЦМП МУБиНТ, 2001. 200 с.
9. Teteryuk B. Yu., Knyazeva E. V., Teteryuk L. V., Panyukov A. A. Flora of Small Reservoirs of Northeastern European Russia // Inland Water Biology. 2021. № 14. P. 20–31
10. Макрофиты – индикаторы изменений природной среды / отв. ред.: С. Гуйны, К. М. Сытник. Киев : Наукова думка, 1993. 435 с.
11. Архив погоды в Сыктывкаре. URL: [https://rp5.ru/Погода_в_Сыктывкаре,_им._П._А._Истомина_\(аэропорт\)](https://rp5.ru/Погода_в_Сыктывкаре,_им._П._А._Истомина_(аэропорт))
12. Анищенко Л. Н. Фитоценотическое разнообразие, продуктивность и биоиндикационное значение сообществ макрофитной растительности водных объектов бассейна р. Десны и Ипути (в пределах Брянской области) // Вестник Брянского государственного университета. 2012. № 4-1. С. 98–102.
13. Бобров А. А., Чемерис Е. В. Растительный покров малой южнотоежной реки и его изменение при зарегулировании стока (на примере реки Куюкша, Костромская область) // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. 2012. № 1. С. 33–47.
14. Распопов И. М. Высшая водная растительность больших озер Северо-Запада СССР. Л. : Наука, 1985. 200 с.
15. Флора и растительность водоемов бассейна Верхней Волги / под. ред. А. В. Монакова. Рыбинск : Типография № 2 Росглаволиграфпрома, 1979. 179 с.

References

1. Kabanov N.E. (resp. ed.). *Proizvodstvennye sily Komi ASSR. T. 3. Ch. 1. Rastitel'nyy mir* = Production forces of the Komi ASSR. V. 3. Part 1. Vegetation world. Moscow: Izd-vo AN SSSR, 1954:375. (In Russ.)
2. Katanskaya V.M. *Vysshaya vodnaya rastitel'nost' kontinental'nykh vodoemov SSSR. Metody izucheniya* = Higher aquatic vegetation of continental water bodies of the USSR. Methods of study. Leningrad: Nauka, 1981:187. (In Russ.)
3. Zverev A.A. *Informatsionnye tekhnologii v issledovaniyakh rastitel'nogo pokrova: ucheb. posobie* = Information technology in the study of vegetation cover: textbook. Tomsk: TML-Press, 2007:304. (In Russ.)
4. Braun-Blanquet J. *Pflanzensoziologie. Grundzuge der Vegetationskunde*. Wien; New York: Springer-Verlag, 1964:865.
5. Aleksandrova V.D. *Klassifikatsiya rastitel'nosti. Obzor printsipov klassifikatsii i klassifikatsionnykh sistem v raznykh geobotanicheskikh shkolakh* = Vegetation classification. Overview of classification principles and classification systems in different geobotanical schools. Leningrad: Nauka, 1969:275. (In Russ.)
6. Mirkin B.M., Naumova L.G. *Sovremennoe sostoyanie osnovnykh kontseptsiy nauki o rastitel'nosti* = The current state of the basic concepts of the science of vegetation. Ufa: AN RB Gilem, 2012:488. (In Russ.)
7. Theurillat J.-P., Willner W., Fernández-González F., Bültmann H. [et al.]. *International Code of Phytosociological Nomenclature*. 4th edition. 2021. doi:10.1111/avsc.12491
8. Papchenkov V.G. *Rastitel'nyy pokrov vodoemov i vodotokov Srednego Povolzh'ya* = Vegetation cover of reservoirs and streams of the Middle Volga region. Yaroslavl: TsMP MUBiNT, 2001:200. (In Russ.)
9. Teteryuk B.Yu., Knyazeva E.V., Teteryuk L.V., Panyukov A.A. Flora of Small Reservoirs of Northeastern European Russia. *Inland Water Biology*. 2021;(14):20–31.

10. Guyny S., Sytnik K.M. (resp. eds.). *Makrofity – indikatory izmeneniy prirodnoy sredy* = Macrophytes - indicators of changes in the natural environment. Kiev: Naukova dumka, 1993:435.
11. *Arkhiv pogody v Syktyvkare* = Weather archive in Syktyvkar. (In Russ.). Available at: https://rp5.ru/Pogoda_v_Syktyvkare_im_P_A_Istomina_aeroport
12. Anishchenko L.N. Phytocoenotic diversity, productivity and bioindicative significance of macrophyte vegetation communities of aquatic objects in the Desna and Iput River Basins (within the Bryanks region). *Vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta* = Proceedings of Bryansk State University. 2012;(4-1):98–102. (In Russ.)
13. Bobrov A.A., Chemeris E.V. Vegetation cover of a small southern taiga river and its change during runoff regulation (on the example of the Kueksha River, Kostroma Region). *Trudy Karel'skogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk* = Proceedings of the Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2012;(1):33–47. (In Russ.)
14. Raspopov I.M. *Vysshaya vodnaya rastitel'nost' bol'shikh ozer Severo-Zapada SSSR* = Higher aquatic vegetation of large lakes in the North-West of the USSR. Leningrad: Nauka, 1985:200. (In Russ.)
15. Monakov A.V. (ed.). *Flora i rastitel'nost' vodoemov basseyna Verkhney Volgi* = Flora and vegetation of reservoirs of the Upper Volga basin. Rybinsk: Tipografiya № 2 Rosglavpoligrafproma, 1979:179. (In Russ.)