

УДК 581.9:581.526.3

## ИЗМЕНЕНИЕ ВОДНОЙ ФЛОРЫ С 1989 ПО 2022 ГОДЫ И ОСОБЕННОСТИ ЗАРАСТАНИЯ ОЗЕР ГАЛИЧСКОЕ И ЧУХЛОМСКОЕ (КОСТРОМСКАЯ ОБЛ.)

© 2025 г. Н. К. Конотоп<sup>a, b, \*</sup>, Ю. С. Виноградова<sup>a, b</sup>, О. Г. Гришуткин<sup>a</sup>,  
Е. В. Чемерис<sup>a</sup>, А. А. Бобров<sup>a, \*\*</sup>

<sup>a</sup>Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина Российской академии наук,  
пос. Борок, Некоузский р-н, Ярославская обл., Россия

<sup>b</sup>Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова, Ярославль, Россия

\*e-mail: nikita.konotop@yandex.ru

\*\*e-mail: bobrov@ibiw.ru

Поступила в редакцию 26.05.2024 г.

После доработки 13.06.2024 г.

Принята к публикации 16.06.2024 г.

Озера Галичское и Чухломское – самые крупные и “старые” в Костромской обл. и имеют сходные характеристики, в частности, по флористическому составу и зарастанию. Водные сосудистые растения обоих озер представлены 98 видами и одним гибридом. В оз. Галичское в 2022 г. найден 81 вид. Сравнение с данными первого исследования флоры озер в 1989 г. показало, что за прошедшие >30 лет обнаружено 32 новых вида, в том числе новое местонахождение редкого *Potamogeton praelongus*; 5 видов не было найдено. В оз. Чухломское зарегистрировано 70 видов, из них 19 новых для озера по сравнению с данными 1989 г., а также один гибрид *Potamogeton acutifolius* × *P. compressus*, новый для Костромской обл.; не было найдено 6 видов. Увеличение разнообразия флоры обоих озер связано с их сукцессионными изменениями и с локальным антропогенным воздействием. Площадь зарастания оз. Галичское составляет 22%, оз. Чухломское — 3.5%. Озеро Чухломское отличается более высоким уровнем воды из-за зарегулирования с помощью плотины и болотного массива, что замедляет заиливание и зарастание водной растительностью с меньшим флористическим разнообразием. В зарастании обоих озер преобладают виды с плавающими листьями, в основном кувшинковые.

**Ключевые слова:** антропогенное влияние, Верхнее Поволжье, Красная книга, редкие виды, сукцессии, эвтрофикация, экология

**DOI:** 10.31857/S0320965225010045, **EDN:** CFSDPQ

### ВВЕДЕНИЕ

До недавнего времени Костромская обл. была слабо изученным в ботаническом отношении регионом (Жадовский, 1914; Прилепский, 1992; Белозеров, 2008), но в последние годы ее флору стали активно исследовать (Дюкова и др., 2020; Леострин, Ефимова, 2020; Ефимова, Леострин, 2021, 2023; Лебедев и др., 2022). Водная флора области изучена недостаточно: довольно хорошо исследованы только речные экосистемы (Бобров, Чемерис, 2011, 2012), имеются данные по находкам водных растений (Бобров, Чемерис, 2009; Голубева и др., 2009), озера и водохранилища изучены слабо (Лисицына, 1990; Папченков и др., 1994). В связи с этим водная флора двух самых крупных и древних озер Костромской обл. представляет интерес.

Озера Галичское и Чухломское расположены на Галичско-Чухломской возвышенности. Они

образовались ~75–100 тыс. лет назад при отступании ледника московской стадии днепровского оледенения (Румянцев и др., 2015; Тимофеева, Юхно, 2019) и представляют особую ценность для природно-заповедного фонда Костромской обл. (Тимофеева, Юхно, 2019). По размерной классификации (Мякишева, 2009) озера Галичское и Чухломское относятся к средним озерам, площадь водного зеркала составляет 71.38 км<sup>2</sup> и 48.77 км<sup>2</sup> соответственно. Питание происходит за счет поверхностных и грунтовых вод. Данные озера мелководны и высокопродуктивны, в них отмечено сильное развитие зоо- и фитопланктона, они имеют важное рыбопромысловое значение (Румянцев и др., 2015; Минин и др., 2021). В 2000-х годах озера начали активно заиливаться и зарастать водной растительностью (Минин и др., 2021). Для предотвращения обмеления в 2010 г. на оз. Галичское расчистили русла впадающих в

озера рек и части его котловины. В 2011 г. на водосборе озера был создан заказник “Средневский боброво-выхухолевый” площадью 4041 га (Тимофеева, Юхно, 2019). В зимне-весенний период в обоих озерах происходят массовые заморы рыб (Логинов и др., 2019; Минин и др., 2021).

В настоящее время актуальна проблема эвтрофикации озер Галичское и Чухломское, которая растет с каждым годом (Тимофеева, Юхно, 2019) и существенно усиливается за счет антропогенной нагрузки (Румянцев и др., 2015). Более интенсивно зарастает оз. Галичское, находящееся в стадии гиперэвтрофии (Баранов, Ивченко, 1972; Баранов, Терешин, 1981).

Ранее озера подробно изучали гидрологи (Тимофеева, Юхно, 2019; Минин и др., 2021), ихтиологи (Логинов и др., 2019; Минин и др., 2021) и альгологи (Разумовский, 2008; Минин и др., 2021). По мнению А.В. Разумовского (2008), акватория оз. Галичское охвачена процессами активного заболачивания и обмеления. Анализ многолетних измерений уровня воды озер Галичское и Чухломское показал быстрое обмеление, заиление и зарастание (на оз. Галичское до 0.04 км<sup>2</sup>/год), что приводит к уменьшению подземного питания и ухудшению экологического состояния (Тимофеева, Юхно, 2019; Минин и др., 2021). Анализ концентрации хлорофилла фитопланктона и выловов рыбы за многолетний период в оз. Галичское показал постоянное увеличение продукции характеристик (Логинов и др., 2019). В озерах произошло замещение окуневых рыб карповыми, что считается признаком эвтрофикации (Минин и др., 2021).

Последствия эвтрофирования (сильное развитие фитопланктона, увеличение площадей высшей водной растительности, неустойчивый кислородный режим) негативно сказываются на экосистеме озер (Баранов, Ивченко, 1972; Квасов, 1975; Баранов, Терешин, 1981).

В ботаническом аспекте озера Галичское и Чухломское изучали в разные годы. Первые флористические исследования проведены А.Е. Жадовским (1914), часть его сборов 1913 и 1929 годов хранится в гербарии МГУ (MW). В 1989 г. Л.И. Лисицыной (1990; IBIW) были подробно изучены водные макрофиты. В 2009 г. А.Н. Демидовой и Н.Г. Прилепским (MW) и в 2019 г. А.С. Дюковой, А.Б. Евграфовым, А.А. Третьяковым (Дюкова и др., 2020) проведены исследования прибрежно-водной флоры оз. Галичское. Целенаправленное изучение растительного покрова озер в последние десятилетия отсутствует, имеются только сведения о единичных находках отдельных водных видов (Прилепский и др., 1991; Белозеров, 2008; Леострин и др., 2016; Красная..., 2019). Характер зарастания, т. е. особенности

распределения зарослей водных растений обоих озер ранее не изучали.

Цель работы – проследить изменение разнообразия водных растений озер Галичское и Чухломское с 1989 г. по 2022 г. и охарактеризовать особенности их растительного покрова.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

**Характеристика места исследования.** Озеро Галичское ледниково-тектонического происхождения (Румянцев и др., 2015), находится в западной части Костромской обл., координаты центра озера 58.40° с.ш., 42.28° в.д. (рис. 1). Располагается в междуречье рек Кострома и Унжа, имеет овальную форму, вытянутую с запада-юго-запада на восток-северо-восток. Средняя глубина 1.3 м, максимальная – 4.5 м (несколько десятилетий назад была ~5 м). Область с глубинами ≤2 м достигает 70% площади (Минин и др., 2021). В озеро впадают ~10 рек и ручьев, крупнейшие из которых реки Средняя и Челсма с притоками (реки Едомша, Святычка и Шокша). Из озера берет начало р. Векса, правый приток р. Кострома, впадающей в Костромской залив Горьковского водохранилища. Большая часть дна озера покрыта толстым слоем ила мощностью 3–8 м (максимальная – 12 м), объем сапропелевых отложений больше объема водных масс (Румянцев и др., 2015). Вода озера слабоминерализованная (190–410 мг/л) (Румянцев и др., 2015), относится к гидрокарбонатному классу, кальциево-магниевой группе, реакция среды, в зависимости от сезона, колеблется от слабо щелочной до щелочной (Минин и др., 2021). Берега сильно заболочены, однако, в результате мелиоративных работ в XX в. были осушены на значительной площади. К настоящему времени сохранилось только одно не осушенное торфяное болото Морозиха на западном берегу озера. На юго-восточном берегу расположен г. Галич, по южному берегу проходит железная дорога, почти все озеро опоясывают асфальтовые автодороги. Слоны котловины используются для нужд сельского хозяйства как пашни, пастбища и покосные угодья.

Озеро Чухломское ледникового происхождения (Румянцев и др., 2015), расположено в северо-западной части Костромской обл. с координатами центра 58.78° с.ш., 42.61° в.д. (рис. 1). Имеет округлую форму, средняя глубина 1.7 м, максимальная – 5 м (Минин и др., 2021). В озеро впадают около 15 рек и ручьев, крупнейшие из которых реки Каменка, Мокша, Святыца, Соня, Юг. Из озера берет начало р. Векса Чухломская, впадающая через р. Вога в р. Кострома, которая уже связывает оз. Чухломское с р. Волгой. В 1963 г. на р. Векса была построена плотина (1.8 км от истока), которая подняла уровень озера на 1.5 м (Минин и др., 2021). Вода озера

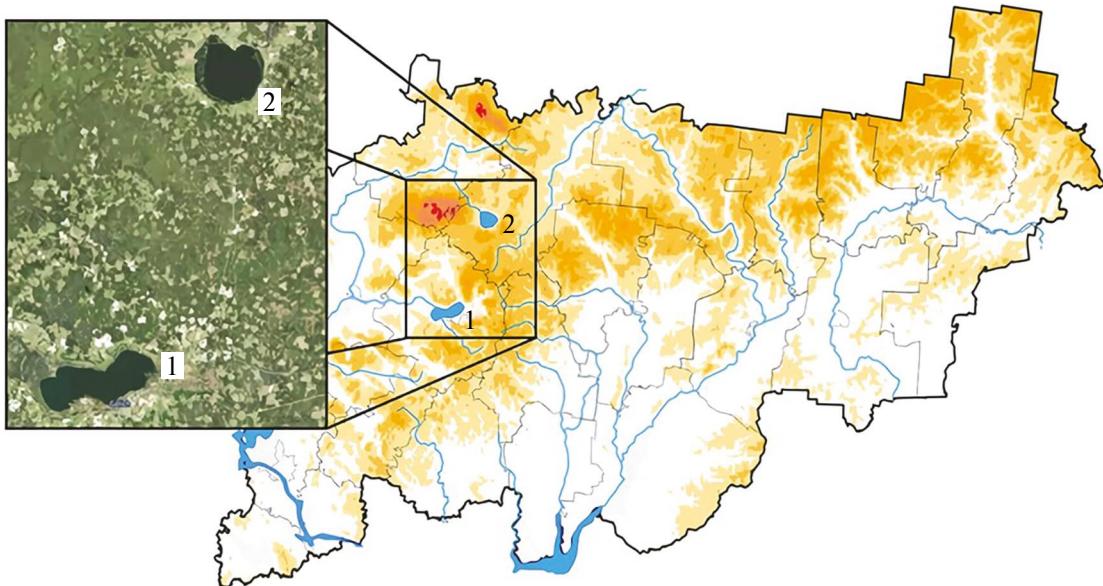


Рис. 1. Расположение озер Галичское (1) и Чухломское (2) в Костромской обл.

слабоминерализованная (117–214 мг/л) (Румянцев и др., 2015), щелочная, относится к гидрокарбонатному классу, кальциево-магниевой группе (Минин и др., 2021). Озеро окружено болотом (большей частью, ненарушенным) средней ширины ~0.5 км и максимальной до 1.7 км, самые крупные болотные участки сохранились в западной и северной частях. На юго-восточном берегу расположен г. Чухлома. По склонам котловины располагаются сельские населенные пункты, асфальтовые автодороги, сельскохозяйственные угодья (пашни и пастбища).

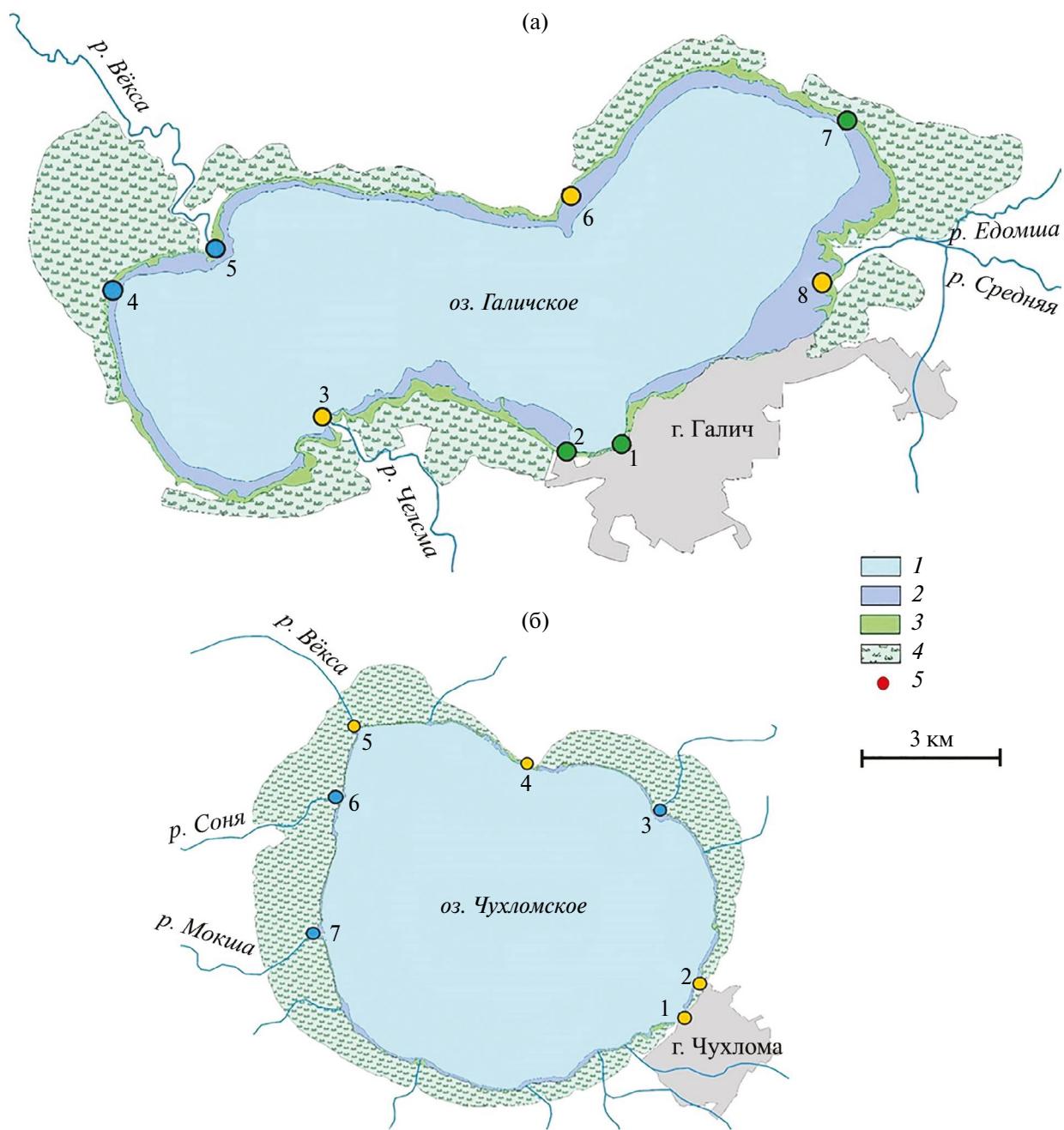
**Методы исследования.** В ходе полевых исследований в июле 2022 г. был собран материал по водной флоре и зарастанию озер Галичское и Чухломское. Исследованы все типы экотопов – от прибрежных до открытой воды. Проведено описание участков с богатым видовым составом и развитой растительностью: устьевые участки притоков и истоки рек, зоны повышенной антропогенной нагрузки, акватории близ болот с торфяным дном, песчаные пляжи, искусственные каналы и т. д., что позволило максимально охватить возможное флористическое разнообразие.

Были изучены участки озера на 8 станциях оз. Галичское (рис. 2а): ст. 1 – общественный пляж г. Галич, на южном берегу (58.381467° с.ш., 42.336263° в.д.); ст. 2 – песчаная коса на южном берегу, в западной части г. Галича (58.380326° с.ш., 42.317006° в.д.); ст. 3 – устье р. Челсма, место впадения в озеро, 2.2 км на северо-запад от д. Починок (58.385458° с.ш., 42.230783° в.д.); ст. 4 – болотный комплекс на западном берегу, 2 км на восток от д. Яковлево (58.403684° с.ш., 42.152607° в.д.); ст. 5 – исток р. Векса, на северо-западе озера, 2.3 км на юг от с. Сынково (58.415572° с.ш., 42.188531° в.д.);

ст. 6 – песчано-илистый берег на северном берегу, 1 км на северо-запад от с. Умиленье (58.424700° с.ш., 42.315885° в.д.); ст. 7 – канал на северо-востоке озера, 1.3 км на юго-восток от д. Вахнецы (58.439588° с.ш., 42.418165° в.д.); ст. 8 – устье р. Средняя, восточный берег, окрестности г. Галич (58.409669° с.ш., 42.406976° в.д.).

Аналогичная работа проведена и на 7 станциях оз. Чухломское (рис. 2б): ст. 1 – общественный пляж г. Чухлома, на юго-восточном берегу (58.758405° с.ш., 42.676493° в.д.); ст. 2 – искусственный канал на юго-востоке озера, в северо-западной части г. Чухлома (58.765701° с.ш., 42.684520° в.д.); ст. 3 – устье р. Святыца, на северо-востоке озера, 1.8 км на запад от д. Большой Починок (58.798963° с.ш., 42.669129° в.д.); ст. 4 – песчаный берег на севере озера, д. Аринино (58.810435° с.ш., 42.617276° в.д.); ст. 5 – исток р. Векса на севере озера, 1.2 км на юго-восток от д. Федоровское (58.815158° с.ш., 42.563678° в.д.); ст. 6 – устье р. Соня, северо-запад озера, 1.5 км на восток от д. Туруково (58.802075° с.ш., 42.557719° в.д.); ст. 7 – устье р. Мокша, запад озера, 2.3 км на северо-восток от д. Белово (58.775362° с.ш., 42.549059° в.д.).

Исследования в основной части акватории озер (общий флористический состав, характер распределения зарослей) проведены с помощью моторной лодки. Для детального изучения каждой станции использовали надувную лодку и пешие маршруты на протяжении 2–3 км вдоль береговой линии. Для каждой станции составлен флористический список с указанием встречаемости и обилия видов. Частоту встречаемости видов оценивали по пятибалльной шкале: 1 – вид встречается редко (единичные находки на одной-двух



**Рис. 2.** Местонахождение станций и характер зарастания озер Галичское (а) и Чухломское (б). 1 – водная поверхность, 2 – зарастание водными (плавающими и с плавающими листьями) растениями, 3 – зарастание воздушно-водными растениями, 4 – болота, 5 – станции (окрашены в цвета в соответствии с полученными кластерами на рис. 4).

станциях), 2 – изредка (небольшие популяции на двух-трех станциях), 3 – обычно (небольшие популяции на трех-пяти станциях, либо крупные на трех-четырех станциях), 4 – часто (встречается на пяти-шести станциях и единично на других участках озера), 5 – очень часто (закономерно встречается на большей части озера, в том числе на семи-восьми исследованных станциях).

Обилие оценивали визуально, условно принимали популяции до  $2 \text{ м}^2$  как небольшие,  $>2 \text{ м}^2$  – крупные, дополняя оценку сведениями о доминантах растительных сообществ, фоновых и редких видах.

Собранные гербарные образцы хранятся в гербарии Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН (IBIW).

На исследованных участках при помощи портативного анализатора Hanna HI98129 измерены основные гидрофизические и гидрохимические характеристики (температура, электропроводность, минерализация и кислотность воды). Для станций с развитой растительностью составлены схемы зарастания.

В состав флоры озер включены таксоны, закодировано встречающиеся в водной среде (Доп. мат. табл. S1). Семейства даны по системе APG IV (2016), внутри семейств виды расположены в алфавитном порядке (Доп. мат. табл. S1). Для каждого вида и гибрида приведены экологическая группа и ареал (Доп. мат. табл. S1). Определение некоторых сложных и гибридных таксонов подтверждено с помощью молекулярного анализа (по аналогии с (Bobrov et al., 2018)). Учтены водные растения из четырех экологических групп: I – гидрофиты; II – гидрогигрофиты (гелофиты); III – гигрогидрофиты (гигрогелофиты); IV – гигрофиты (по аналогии с (Бобров, Чемерис, 2011)). Ареал дан в формате биogeографических координат (по аналогии с (Бобров, Чемерис, 2011)).

Для оценки динамических изменений в составе флоры озер использовали данные 1989 г. (Лисицына, 1990); данные гербариев МГУ (MW) (образцы А.Э. Жадовского 1913 и 1929 годов, материалы А.Н. Демидовой и Н.Г. Прилепского 2009 г.); ИБВВ РАН (IBIW) (образцы Л.И. Лисицыной 1989 г. и А.В. Леострина 2015 г.); материал базы iNaturalist для оз. Галичское<sup>1</sup> (фотографии водных видов А.В. Леострина и А.А. Ефимовой 2017, 2020, 2021 гг.); литературные данные (Прилепский и др., 1991, 1992; Леострин и др., 2016, 2020; Дюкова и др., 2020) с указанием года обнаружения видов. Сведения по охраняемым видам взяты из Красной книги области (2019) и дополнены материалами гербария ИБВВ РАН (IBIW) и оригинальными данными.

Построение схематических карт зарастания и измерение площадей приведены в программе MapInfo v. 11.5. В качестве картографической основы использовали топографические карты масштаба 1 : 100000 и 1 : 200000, одноканальные космические снимки Yandex, Google, Bing.

Для статистической обработки данных применяли программу Microsoft Excel. Расчет ассоциации положительных пар видов по станциям проводили с помощью гипергеометрической функции (Прокин и др., 2021):

$$p(x) = \frac{\binom{m}{x} * \binom{N-m}{n-x}}{\binom{N}{n}},$$

где  $\binom{m}{x}$  – число сочетаний из  $m$  по  $x$  или биномиальный коэффициент, а  $n$  и  $m$  – частоты встречаемости каждого из видов.

Для построения графов использовали метод кластеризации жадного алгоритма (Greedy algorithm; Greedy optimization of modularity) в среде R.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

**Анализ флоры.** Водные сосудистые растения озер Галичское и Чухломское представлены 99 таксонами (98 видов и 1 гибрид) из 60 родов и 33 семейств (Доп. мат. табл. S1). Ведущие по числу таксонов семейства: Cyperaceae (10 видов), Potamogetonaceae (9 видов и 1 гибрид), Poaceae (8 видов), Polygonaceae (7 видов), Ranunculaceae (5 видов) и Typhaceae (5 видов). На их долю приходится 45% видов, остальные семейства включают  $\leq 4$  видов. Ведущие роды: *Potamogeton* (8 видов и 1 гибрид), *Ranunculus* и *Persicaria* (по 4 вида), *Carex* (3 вида).

По экологическому спектру наиболее разнообразны гигрофиты, или растения переувлажненных и влажных местообитаний (36 видов; например: *Epilobium hirsutum*, *Lysimachia nummularia*, *Mentha arvensis*, *Stellaria crassifolia*), гигрогидрофиты, или воздушно-водные растения (25 видов; например: *Cardamine amara*, *Eleocharis austriaca*, *Iris pseudacorus*, *Veronica beccabunga*) и гидрофиты, или настоящие водные растения (24 вида и 1 гибрид; например: *Elodea canadensis*, *Myriophyllum* spp., *Ranunculus circinatus*, *Stuckenia pectinata*, *Utricularia vulgaris*), самые малочисленные гидрогигрофиты, или растения обитающие по урезу воды (14 видов; например: *Typha* spp., *Alisma plantago-aquatica*, *Sagittaria sagittifolia*). Доля гидрофитов в экологическом спектре составляет 24.2% и, главным образом, обеспечивается сем. Potamogetonaceae (9 видов и 1 гибрид, 2 рода).

В географическом отношении наибольшее число видов сосудистых растений относятся к плевриональной (81 вид; например: *Carex* spp., *Epilobium hirsutum*, *Lysimachia nummularia*, *Mentha arvensis*, *Veronica beccabunga*), бореальной (14 видов; например: *Bidens cernua*, *Cicuta virosa*, *Naumburgia thrysiflora*, *Potamogeton trichoides*) и аркто boreальной (3 вида; *Caltha palustris*, *Comarum palustre*, *Epilobium palustre*) широтным группам, а также к голарктической (40 видов и 1 гибрид; например: *Carex pseudocyperus*, *Potamogeton friesii*, *P. natans*, *P. praelongus*), евразиатской (34 вида; например: *Butomus umbellatus*, *Potamogeton compressus*, *P. lunatus*), плевригенональной (13 видов; например: *Elodea canadensis*, *Lemna minor*, *Phragmites australis*, *Potamogeton perfoliatus*), евросибирской (11 видов; например: *Scirpus radicans*, *Sium latifolium*, *Stratiotes aloides*) долготным группам (Доп. мат. табл.

<sup>1</sup> <https://www.inaturalist.org>. Дата обращения 26.12.2023 г.

S1). В широтных группах преобладают плюризональные виды (82%) и в меньшей степени – бореальные (14%). В долготных группах доминируют голарктические (40%) и евразиатские (34%) виды.

**Динамика изменения видового состава.** В 2022 г. видовой состав оз. Галичское представлял 81 вид растений, из них 32 не отмечали в 1989 г. (Лисицына, 1990). В оз. Чухломское обнаружено 70 видов, из них 19 ранее не регистрировали (Лисицына, 1990). Таким образом, общая флора двух озер пополнилась 24 видами.

В оз. Галичское среди неуказанных ранее водных видов растений следует отметить *Elodea canadensis*, *Myriophyllum sibiricum*, *M. verticillatum*, *Potamogeton berchtoldii*, *P. lucens*, *P. praerelongs*, *P. trichoides*, *Ranunculus circinatus*, *Sparganium natans*, *Bidens frondosa*, *Eleocharis austriaca*, *Iris pseudacorus* и др. (Доп. мат. табл. S1). В результате исследований не обнаружены *Cyperus fuscus*, *Galium trifidum*, *Scolochloa festucacea*, *Stellaria crassifolia*.

Для флоры оз. Чухломское были отмечены *Elodea canadensis*, *Potamogeton acutifolius* × *P. compressus*, *P. lucens*, *P. trichoides*, *Stuckenia pectinata*, *Typha latifolia*, *Utricularia vulgaris*, *Bidens frondosa*, *Cardamine amara*, *Eleocharis acicularis*, *Naumburgia thyrsiflora*, *Thelypteris palustris*, *Veronica beccabunga* и др. (Доп. мат. табл. S1). В 2022 г. не обнаружены *Sium latifolium* и *Stellaria palustris*.

Сравнительный анализ флоры озер, основанный на литературных (Лисицына, 1990) и оригинальных данных, показал увеличение видового разнообразия водных растений в оз. Галичское на 65% (32 вида), в оз. Чухломское на 43% (19 видов) (рис. 3).

На основании данных гербария МГУ (MW), базы данных iNaturalist и публикации А.С. Дюковой с соавт. (2020) можно предположить, что *Elodea canadensis*, *Myriophyllum sibiricum*, *Ranunculus circinatus*, *Lycopus europaeus*, *Rumex hydrolapathum* появились в оз. Галичское в последние несколько лет, а виды *Carex pseudocyperus*, *Persicaria lapathifolia* были обнаружены А.Э. Жадовским в 1913 г. и нами в 2022 г., но не были найдены в 1989 г. В оз. Чухломское в 1913 и 2022 гг. собраны образцы *Persicaria lapathifolia* и *Poa palustris*, не отмеченные в 1989 г.

**Редкие и охраняемые виды.** В составе флоры сосудистых макрофитов 2022 г. найден один вид, включенный в Красную книгу Костромской обл. (2019) – *Potamogeton praerelongs*, который имеет региональный уровень охраны и статус 3 – редкий вид. Впервые был обнаружен в оз. Галичское около пляжа г. Галич, на южном берегу (ст. 1) и в канале на северо-востоке озера (ст. 7) (рис. 2а) – небольшие популяции из 5–10 особей на глубине 1–1.5 м. В оз. Чухломское *P. praerelongs* отмечен в 1989 г. Л.И. Лисициной (1990), в 2022 г. обнаружено небольшое сообщество из 5–10 особей в

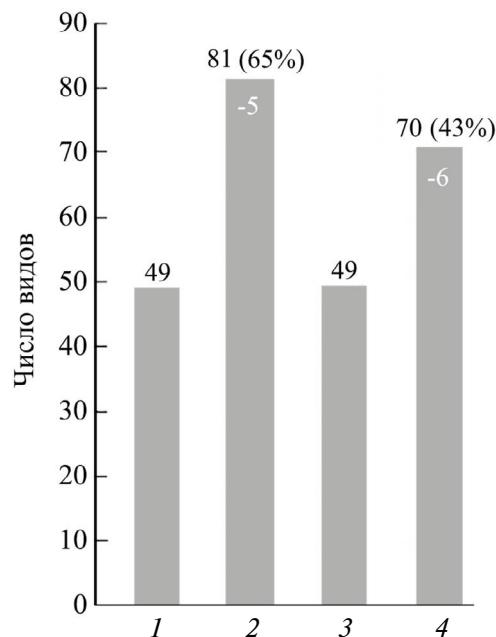


Рис. 3. Число водных растений в озерах Галичское и Чухломское в 1989 г. и 2022 г. Дано процентное увеличение новых видов по сравнению с 1989 г., белыми цифрами отмечено число ненайденных видов. 1 – оз. Галичское, 1989 г., 2 – оз. Галичское, 2022 г., 3 – оз. Чухломское, 1989 г., 4 – оз. Чухломское, 2022 г.

устье р. Мокша – в западной части озера на ст. 7 (рис. 2б) на глубине до 1 м.

Впервые для региона отмечен редкий гибрид *Potamogeton acutifolius* × *P. compressus* в западной части оз. Чухломское (устье р. Мокша, ст. 7) (рис. 2б). Обитает на глубине ≤1 м, на мощном слое сапропеля, совместно с родительским видом *P. compressus*; другой родительский вид *P. acutifolius* в озере не обнаружен.

*Scolochloa festucacea* внесен в Красную книгу Костромской обл. (2019), статус 3 – редкий вид. В Костромской обл. ранее отмечен только в прибрежных местообитаниях озер Галичское и Чухломское. Впервые он был обнаружен А.Е. Жадовским (1914; MW), отмечен в 1989 г. Л.И. Лисициной (1990) и в 2013 и 2014 годах А.В. Леостриным с соавт. (2016). В 2022 г. вид не найден.

Два других редких вида: *Alisma lanceolatum*, ранее зарегистрированный в оз. Чухломское (Прилепский и др., 1991), и *Cyperus fuscus* – на юго-восточном берегу оз. Галичское в 1989 г. (Лисицына, 1990; IBIW), также не были обнаружены.

**Сравнительный анализ флоры исследованных станций.** Ассоциативный анализ видового состава по станциям показал разделение их на отдельные кластеры (рис. 4).

Станции оз. Галичское формируют три кластера (рис. 4). Станции 4 и 5 объединяют заболоченные ненарушенные участки (рис. 2а) с мощным

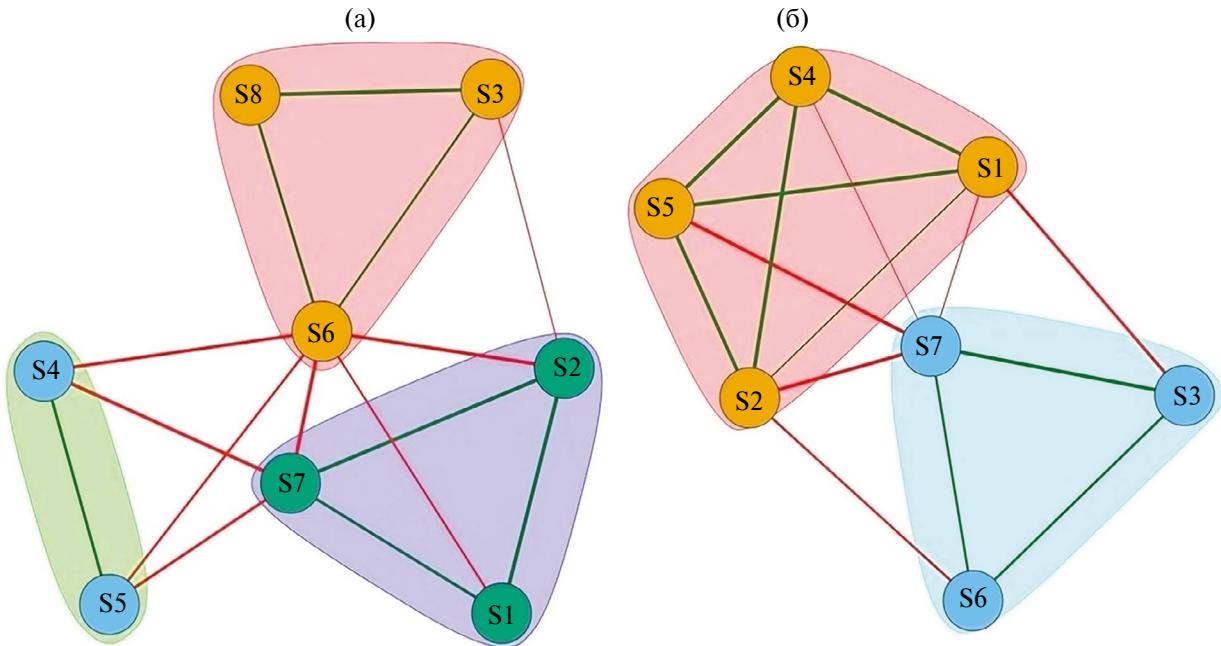


Рис. 4. Ассоциативный анализ положительно связанных станций по видовому составу озер Галичское (а) и Чухломское (б). S – станция; толщина линий обозначает силу связей между станциями; зеленый цвет линии – положительная связь, красный цвет линии – отрицательная связь.

слоем сапропеля и преобладанием видов, характерных для болот (гигрофитов и гигрогидрофитов): *Alisma plantago-aquatica*, *Caltha palustris*, *Comarum palustre*, *Sagittaria sagittifolia*, *Sparganium emersum*, *S. microcarpum*, *Typha latifolia* и др. Характерная особенность станций 3, 6, 8 – низкая антропогенная нагрузка; станции 3 и 8 расположены в устьях рек с умеренной скоростью течения, ст. 6 – на затопленной песчаной косе со слабым волновым влиянием (рис. 2а). Для них характерны *Potamogeton lucens*, *Equisetum fluviatile*, *Schoenoplectus lacustris*, *Sium latifolium*, *Stachys palustris*. Здесь также встречаются *Nymphaea candida*, *Potamogeton natans*, *P. trichoides*, *Eleocharis australis*, *Rumex aquaticus* и другие виды. Станции 1, 2, 7 имеют искусственное происхождение (мелиоративный канал, песчаный пляж) (рис. 2а), характеризуются видами, способными произрастать в нарушенных местообитаниях: *Ceratophyllum demersum*, *Elodea canadensis*, *Lemna minor*, *L. triculca*, *Spirodela polyrhiza*, *Epilobium hirsutum*, *Phragmites australis*, а также видами-пионерами: *Bidens frondosa*, *B. tripartita* и *Juncus compressus*.

В оз. Чухломское станции формируют два кластера (рис. 4). В первый вошли станции 3, 6, 7 – заводи и заросшие устья малых рек (рис. 2б) с низким антропогенным влиянием и болотистой местностью. Поэтому здесь встречаются виды, характерные для низинных болот: *Utricularia vulgaris*, *Carex acuta*, *Comarum palustre*, *Sparganium emersum*, *S. microcarpum*, *Typha latifolia*, *Menyanthes trifoliata*, *Thelypteris palustris*. Также обнаружены *Potamogeton acutifolius* × *compressus*,

*P. praelongus*, *Lysimachia nummularia*. Во втором кластере станции 1, 2, 4, 5 – зоны антропогенного влияния (песчаные пляжи (1, 4), рыбакский пирс (2), река, на которой построенная плотина (5)) (рис. 2б, 4). Найденные здесь виды способны произрастать в нарушенных местообитаниях: *Elodea canadensis*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Lemna minor*, *Phragmites australis*, *Mentha arvensis* и другие. Также встречаются виды-пионеры: *Bidens cernua*, *B. frondosa*, *B. tripartita*, *Juncus compressus*, *Rorippa palustris*, *Scirpus radicans* и другие широко распространенные виды: *Potamogeton lucens*, *P. perfoliatus*, *Eleocharis acicularis*, *Sagittaria sagittifolia*, *Poa palustris*.

Наибольшее число видов в обоих озерах отмечено в местах с высокой антропогенной нагрузкой: на оз. Галичское – это ст. 7 (искусственный канал на северо-востоке озера) (рис. 2), на оз. Чухломское – ст. 1 (песчаный пляж в г. Чухлома) (рис. 2б). Здесь обнаружено 52 и 50 видов соответственно (рис. 5). Станции характеризуются повышенной минерализацией и большим разнообразием экотопов, в том числе антропогенного происхождения (мелиоративные каналы, песчаные пляжи и др.).

**Особенности зарастания озер.** По космическим снимкам рассчитано соотношение современных площадей водного зеркала и озерной котловины. Акватория оз. Галичское занимает 53.9% площади котловины, еще 21.4% занимают болота, которые, предположительно, образовались в результате зарастания озера (в западной части) и частичного заболачивания суходолов в местах выхода грунтовых вод (табл. 1, рис. 2а). Остальную площадь

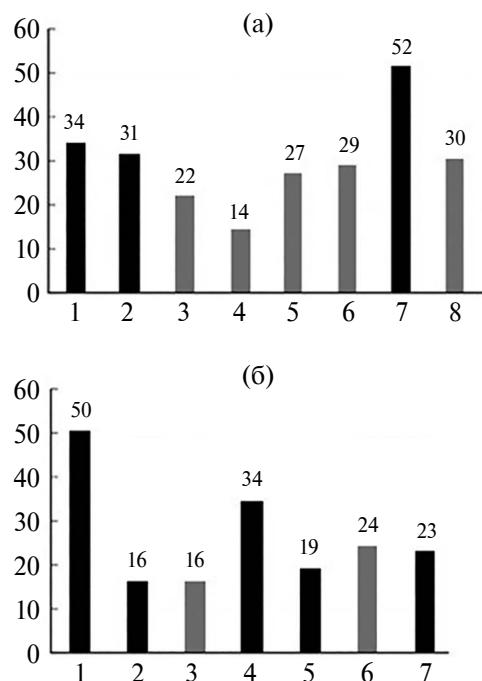


Рис. 5. Число видов (на оси абсцисс) водных растений на исследованных станциях (1–8) озер Галическое (а) и Чухломское (б). Черным цветом выделены станции с повышенной антропогенной нагрузкой.

котловины занимают осушенные болота, пойменные и суходольные луга (часть их используют в сельском хозяйстве), земли населенных пунктов (в основном, г. Галич). Водное зеркало оз. Чухломское достигает 69.4% площади котловины, еще 28% занято болотами, которые, по-видимому, образовались из-за зарастания озера (табл. 1, рис. 2б). Болота почти не осушились. Небольшие суходольные участки расположены в северной (с. Ножкино) и юго-восточной (г. Чухлома) частях котловины.

Общая площадь зарастания оз. Галическое составляет 22%, на ~2/3 водными растениями. Это значительно выше зарастания оз. Чухломское, на котором растительностью занято лишь 3.5% площади озера (табл. 1) и также преобладает зарастание водными растениями примерно в сходной пропорции.

На большей части береговой линии озер (80–90% береговой линии, не включающей исследованные станции) зарастание однородно, пример условного профиля представлен на рис. 6. На прибрежных участках преобладают заросли *Phragmites australis*, *Sparganium emersum*, *Stratiotes aloides*, *Typha angustifolia*. На глубинах до 1 м (расстояние от берега 1–10 м) формируются сплошные заросли погруженных гидрофитов: *Ceratophyllum demersum*, *Elodea canadensis*, *Potamogeton natans*, *P. perfoliatus*, *Sagittaria sagittifolia*. Далее на глубинах 1–1.5 м (расстояние от берега 10–20 м) находятся крупные округлые куртины *Phragmites australis* и *Schoenoplectus lacustris*. На глубинах до 2 м (расстояние от берега до 200 м) заросли образуют *Nuphar lutea* и *Nymphaea candida*, *Stuckenia pectinata*. На глубинах >2.5 м (расстояние от берега >300 м) встречаются единичные растения либо небольшие скопления (3–5 особей). Центр озера свободен от растительности.

В оз. Галическое массово встречаются (на семи–восьми станциях) *Equisetum fluviatile*, *Phragmites australis*, *Sagittaria sagittifolia*, *Sium latifolium*, *Nuphar lutea* (рис. 7).

В оз. Чухломское в массе присутствуют (на шести–семи станциях) *Nuphar lutea*, *Nymphaea candida*, *Hydrocharis morsus-ranae* и *Phragmites australis*.

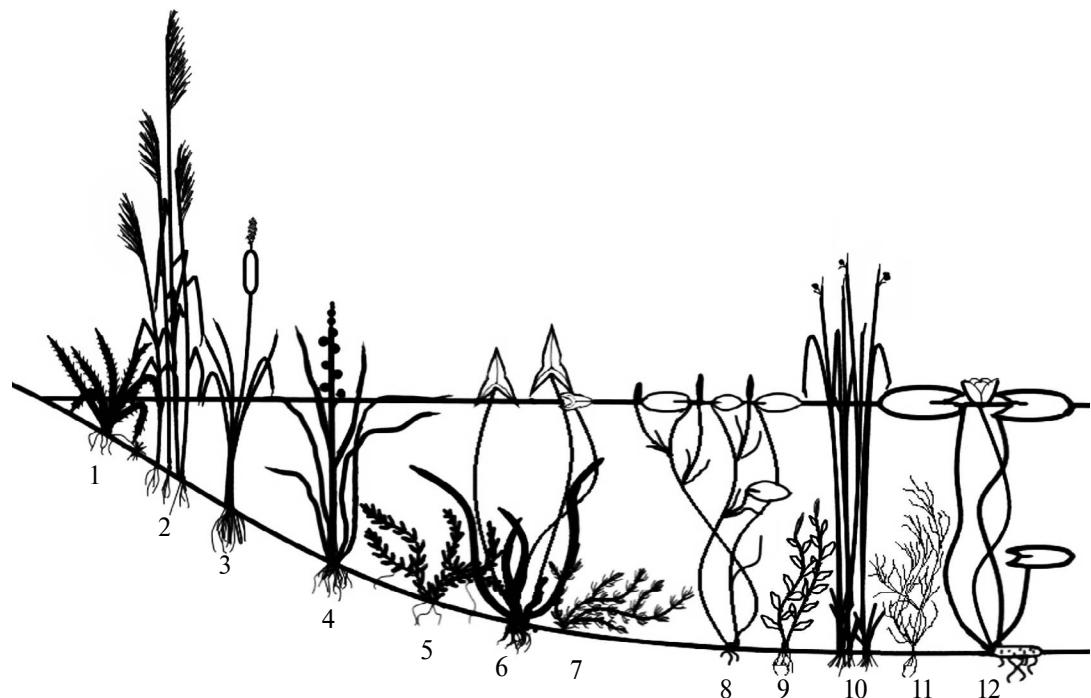
Основу растительного покрова озер составляют одни и те же доминирующие виды. Увеличение разнообразия и появления новых видов водных растений наблюдается в местообитаниях (заболоченных участках, устьях и истоках рек, участках с антропогенной нагрузкой и т. д.), отличных по экологическим условиям от основной береговой линии.

Для наглядности приведем пример распределения водных видов растений на двух представляющих в флористическом плане интерес станциях: ст. 7 оз. Галическое (рис. 8 – искусственный канал, где зарегистрировано наибольшее число видов, и ст. 7 оз. Чухломское (рис. 9) – устье р. Мокша, где впервые для Костромской обл. обнаружен редкий гибрид *Potamogeton acutifolius* × *P. compressus*.

Таблица 1. Площади зарастания озер Галическое и Чухломское и площади элементов их котловин

| Параметр                              | Галическое |      |       | Чухломское |      |      |
|---------------------------------------|------------|------|-------|------------|------|------|
|                                       | I          | II   | III   | I          | II   | III  |
| Площадь озера                         | 71.38      | 53.9 | –     | 48.77      | 69.4 | –    |
| Зарастание водными растениями*        | 11.13      | –    | 15.59 | 1.24       | –    | 2.54 |
| Заrstание воздушно-водными растениями | 4.58       | –    | 6.42  | 0.50       | –    | 1.02 |
| Болота                                | 28.38      | 21.4 | –     | 19.69      | 28.0 | –    |
| Общая площадь котловины               | 132.55     | –    | –     | 70.26      | –    | –    |

Примечание. I – км<sup>2</sup>; II – % площади котловины; III – % площади озера; \* – погруженные, плавающие и с плавающими листьями растения; “–” данные отсутствуют.



**Рис. 6.** Схема синтетического (условного) профиля зарастания и распределения сообществ водных растений в озерах Галичское и Чухломское: 1 – *Stratiotes aloides*, 2 – *Phragmites australis*, 3 – *Typha angustifolia*, 4 – *Sparganium emersum*, 5 – *Elodea canadensis*, 6 – *Sagittaria sagittifolia*, 7 – *Ceratophyllum demersum*, 8 – *Potamogeton natans*, 9 – *Potamogeton perfoliatus*, 10 – *Schoenoplectus lacustris*, 11 – *Stuckenia pectinata*, 12 – *Nuphar lutea* (рис. Ю.С. Виноградовой).

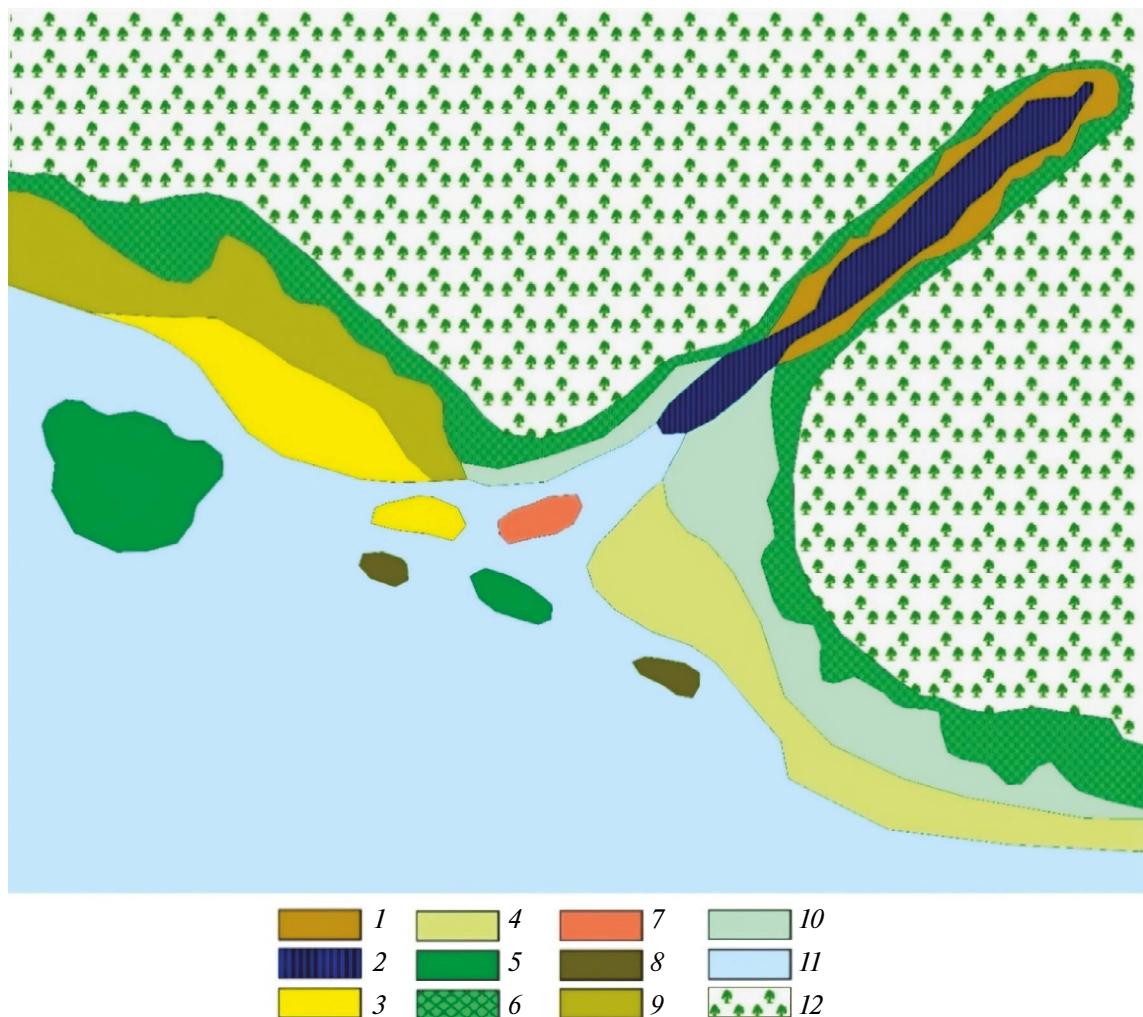


**Рис. 7.** Пример зарастания водными макрофитами оз. Галичское (фото О.Г. Гриштукина).

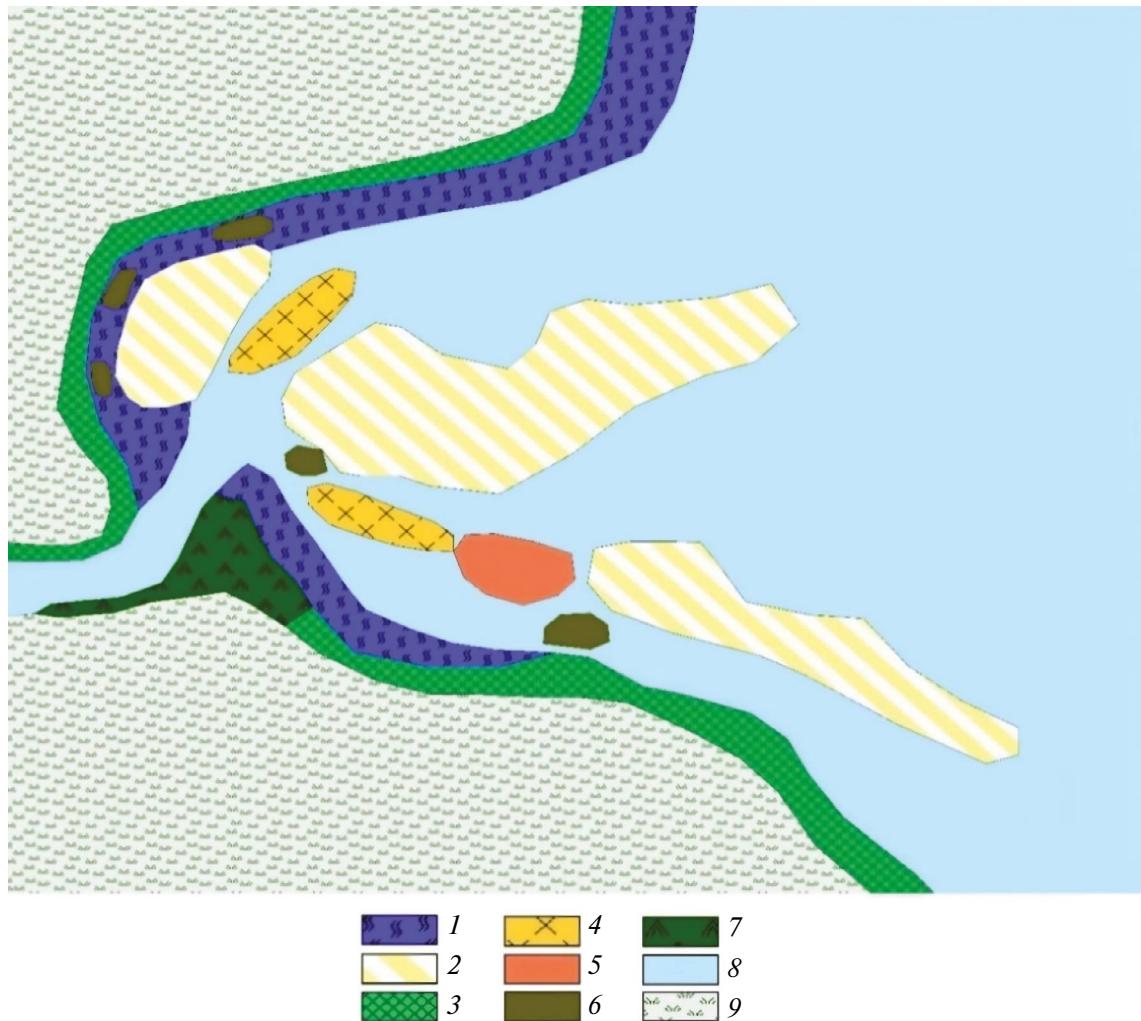
В канале на северо-востоке оз. Галичское (рис. 8) найдено 52 вида водных растений. Отмечено сильное зарастание вдоль берега *Equisetum fluviatile* и *Phragmites australis*, а также образование островов *P. australis*. У левого берега встречено крупное пятно *Sparganium emersum* и *S. microcarpum*. В воде рядом с берегом обнаружен *Ceratophyllum demersum* с различными видами рода *Potamogeton*: *P. berchtoldii*, *P. compressus* и *P. friesii*. В центральной части канала на глубине 0.5–0.6 м присутствует *Ceratophyllum demersum*, *Elodea canadensis* и *Myriophyllum sibiricum*. Небольшое пятно из 5–10 особей *Potamogeton paelongus* располагается в месте перехода озера в канал. На всех мелководных заиленных участках распространен *Stratiotes aloides*. Около берегов, на глубине ~0.5 м встречаются крупные заросли *Nuphar lutea* совместно с *Sagittaria sagittifolia* и *Stratiotes aloides*.

В устье р. Мокша (оз. Чухломское) (рис. 9) отмечена особая структура зарастания: вдоль берега расположены крупные заросли *Phragmites australis* и *Typha angustifolia*, берега заболочены, на левом берегу встречаются заросли *Sagittaria sagittifolia*, *Typha angustifolia*, *Cicuta virosa*. На мелководных участках вдоль берега находятся крупные заросли *Ceratophyllum demersum*, *Elodea canadensis*, *Stuckenia pectinata* и пятна *Schoenoplectus lacustris*. В центральной части устья встречается *Hydrocharis morsus-ranae*, *Nuphar lutea*, *Nymphaea candida*, *Potamogeton paelongus*, на глубине >0.5 м – *Potamogeton compressus* совместно с гибридом *P. acutifolius* × *P. compressus*.

**Гидрохимические показатели.** Вода в оз. Галичское слабощелочная, пресная. Значения минерализации в разных частях озера различаются в >2.5 раза и варьируют от 131 до 350 мг/л. Наибольшие величины отмечены в местах впадения



**Рис. 8.** Схема зарастания канала (ст. 7) на северо-востоке оз. Галичское. 1 – *Ceratophyllum demersum* + *Potamogeton* spp., 2 – *Myriophyllum sibiricum* + *Ceratophyllum demersum* + *Elodea canadensis*, 3 – *Nuphar lutea*, 4 – *Nuphar lutea* + *Stratiotes aloides* + *Sagittaria sagittifolia*, 5 – *Phragmites australis*, 6 – *Phragmites australis* + *Equisetum fluviatile*, 7 – *Potamogeton paelongus*, 8 – *Schoenoplectus lacustris*, 9 – *Sparganium* spp. + *Equisetum fluviatile*, 10 – *Stratiotes aloides*, 11 – открытая водная поверхность, 12 – болотный массив.



**Рис. 9.** Схема зарастания устья р. Мокша (ст. 7) в западной части оз. Чухломское. 1 – *Elodea canadensis* + *Stuckenia pectinata* + *Ceratophyllum demersum*, 2 – *Nuphar lutea* + *Nymphaea candida* + *Hydrocharis morsus-ranae*, 3 – *Phragmites australis* + *Typha angustifolia*, 4 – *Potamogeton compressus* + *Potamogeton acutifolius* x *compressus*, 5 – *Potamogeton paelongus*, 6 – *Schoenoplectus lacustris*, 7 – *Typha angustifolia* + *Cicuta virosa* + *Sagittaria sagittifolia*, 8 – открытая водная поверхность, 9 – болотная растительность.

рек, наименьшие – на песчаных отмелях. Водородный показатель (рН) близок к нейтральному (табл. 2). Самый низкий показатель отмечен на ст. 7 (канал в северо-восточной части озера, вдающийся в бывшие торфяные разработки), а значения, отклоняющиеся в сторону слабощелочных вод, – близ суходольных берегов (табл. 2).

Вода в оз. Чухломское слабощелочная, ультрапресная. Минерализация везде  $<200$  мг/л, за исключением ст. 1 (пляж близ г. Чухлома), где значения в 3 раза выше, чем на большинстве других станций. Также более высокие значения минерализации отмечены на ст. 3 (устье р. Святыца). Самое низкое значение рН зафиксировано на ст. 6 (устье р. Соня) близ сильно заболоченного берега, на остальных станциях вода слабощелочная. Самые высокие показатели отмечены близ г. Чухлома и в истоках р. Векса (табл. 2).

При сопоставлении основных гидрохимических параметров (табл. 2) и видового состава растений видно, что наибольшее флористическое разнообразие ( $\geq 50$  видов) наблюдается на станциях с наиболее высокими значениями минерализации.

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Общее таксономическое разнообразие и спектры семейств и родов в озерах Галичское и Чухломское в целом характерны и для других крупных озер Верхнего Поволжья (Довбня, 1991; Чемерис и др., 2020).

В 1989 г. в озерах Галичское и Чухломское было обнаружено почти одинаковое число видов, в 2022 г. в оз. Галичское отмечено больше видов, и среди них было больше гигрофитов (28) и гидрофитов (22) (рис. 3). Возможно, это связано

Таблица 2. Гидрохимические показатели на исследованных станциях и число таксонов растений

| Параметр            | Станции    |     |     |     |     |      |            |     | Среднее |
|---------------------|------------|-----|-----|-----|-----|------|------------|-----|---------|
|                     | 1          | 2   | 3   | 4   | 5   | 6    | 7          | 8   |         |
| Оз. Галическое      |            |     |     |     |     |      |            |     |         |
| pH                  | 8.8        | 8.5 | 7.8 | 8.0 | 8.9 | 9.13 | 6.9        | 7.9 | 8.3     |
| Минерализация, мг/л | 132        | 160 | 290 | 268 | 237 | 131  | <b>350</b> | 325 | 236     |
| Число таксонов      | 34         | 31  | 22  | 14  | 27  | 29   | <b>52</b>  | 30  | 82      |
| Оз. Чухломское      |            |     |     |     |     |      |            |     |         |
| pH                  | 8.8        | 7.8 | 7.6 | 8.0 | 8.6 | 7.0  | 7.6        | —   | 7.9     |
| Минерализация, мг/л | <b>312</b> | 110 | 168 | 109 | 92  | 110  | 102        | —   | 143     |
| Число таксонов      | <b>50</b>  | 16  | 16  | 34  | 19  | 24   | 23         | —   | 73      |

Примечание. Жирным шрифтом отмечены максимальные значения.

с менее стабильным водным режимом оз. Галическое: значительные внутригодовые колебания уровня воды приводят к разрушению и переформированию его берегов с последующим отложением твердых частиц в котловине (заиливание) и соответственно к зарастанию водной растительностью (Тимофеева, Юхно, 2019). В свою очередь, водный режим оз. Чухломское стабилен, поскольку уровень воды поддерживается с помощью плотины, построенной в 1963 г., также имеется дополнительная естественная регуляция с помощью болотного массива (особо охраняемый природный объект (ООПТ) “Святое болото”) (Тимофеева, Юхно, 2019).

В течение 33 лет происходило активное заселение водоемов новыми видами. Так, инвазионный вид *Elodea canadensis* в 2022 г. был обнаружен на трех станциях в оз. Галическое (рис. 10) и на пяти – в оз. Чухломское (Доп. мат. табл. S1). Впервые *E. canadensis* в оз. Галическое найдена в 2019 г. (Дюкова и др., 2020). Другой инвазионный вид *Bidens frondosa* в 2022 г. обнаружен на двух станциях оз. Галическое и на одной оз. Чухломское, ранее *B. frondosa* не был обнаружен в этих озерах (Доп. мат. табл. S1). Интенсивное зарастание озер и заселение новых видов может быть следствием увеличения эвтрофирования, что показали и другие исследования (Баранов, Ивченко, 1972; Баранов, Терешин, 1981; Румянцев и др., 2015; Тимофеева, Юхно, 2019).

Впервые для Костромской обл. в оз. Чухломское был обнаружен гибрид *Potamogeton acutifolius* × *P. compressus*. Один из родительских видов *Potamogeton compressus* присутствовал здесь в 1989 г. (Лисицына, 1990), также отмечен в 2022 г. (Доп. мат. табл. S1). Второй вид *P. acutifolius* – более теплолюбивый, его северная граница распространения проходит по югу Ивановской обл., поэтому на северном пределе (в Ивановской и Костромской областях) чаще представлен гибридом с широко распространенным видом *P. compressus*, по аналогии с видами рода *Sparganium* (Bobrov et al., 2023).

В 2015 г. А.В. Леостриным на северном берегу оз. Галическое (Красная..., 2019; IBIW) был

зарегистрирован редкий для Костромской обл. вид *Potamogeton pusillus*, однако в 2022 г. его не удалось обнаружить.

Различия в составе флоры исследованных станций объясняется их экологическими особенностями (устевые участки и истоки рек, песчаные пляжи, заболоченные участки и т. д.) и степенью влияния человека. На станциях с антропогенным влиянием наблюдается более высокое видовое разнообразие (ст. 1, 2, 7 в оз. Галическое и ст. 1, 4 в оз. Чухломское) (рис. 5).

Преобладание гидрогигрофитов и гигрофитов во флоре обеспечивается наличием и широким распространением подходящих для видов этих экологических групп местообитаний: периодически обсыхающие отмели по берегам озер, мелководные литорали, заболоченные берега; также этому способствуют активные процессы заиливания и обмеления озер. Небольшое число гидрофитов в озерах Галическое и Чухломское связано с малой глубиной водоемов (средняя 1.3 м и 1.7 м, соответственно), мощным слоем сапропеля, занимающим почти всю площадь дна и низкой прозрачностью воды (до 1 м), что характерно для эвтрофных водоемов (Гагарина, 2012; Неверова-Дзиопак, Цветкова, 2020).

На большем протяжении (80–90%) береговой линии флора достаточно однородна из-за монотонности местообитаний. Изученные станции отличаются контрастными условиями среды, в связи с чем здесь наблюдается высокое разнообразие прибрежно-водных видов (гидрогигрофитов и гигрофитов), состав гидрофитов при этом почти постоянен.

Преобладание плюриональных и голарктических видов в целом характерно для водных флор вследствие широкого распространения водных растений в различных природно-климатических условиях, благодаря буферным свойствам водной среды.

Озера активно застают водной растительностью, чаще всего присутствуют *Ceratophyllum demersum*, *Elodea canadensis*, *Hydrocharis morsus-ranae*,



Рис. 10. Заросли *Elodea canadensis* и *Ceratophyllum demersum* в оз. Галичское (фото О.Г. Гришуткина).

*Phragmites australis*, *Stratiotes aloides* и другие, которые, в том числе, указывают на эвтрофный характер озер (Гальцова, Дмитриев, 2007).

На станциях с уровнем минерализации  $>300$  мг/л (ст. 7 оз. Галичское и ст. 1 оз. Чухломское) обнаружено наибольшее число видов – 52 и 50 соответственно (табл. 2). Показатель pH различался по станциям в диапазоне ~ двух единиц, однако соответствовал нейтральным и слабо щелочным водам, что оптимально для развития водных растений (Palmer, Newbold, 1983; Holmes, Newbold, 1984). Связь между флористическим разнообразием и значениями pH по станциям на исследованных озерах не обнаружена.

Сохранение тенденции увеличения эвтрофирования исследованных озер и отсутствие мер по их очистке приведут к увеличению площадей водной растительности и будут способствовать дальнейшему заболачиванию и заиливанию водоемов.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Озера Галичское и Чухломское, наиболее крупные в Костромской обл., сходны по ряду характеристик – происхождению, морфометрии, антропогенной нагрузке. Оз. Чухломское отличается более высоким уровнем воды за счет зарегулирования. Общее флористическое разнообразие озер насчитывает 98 видов и 1 гибрид

водных сосудистых растений. За 33-летний период с момента первого исследования (1989 г.) произошли заметные изменения во флоре озер. В 2022 г. в оз. Галичское был зарегистрирован 81 вид, из них 32 новых, включая редкий *Potamogeton praelongus*; 5 ранее отмеченных видов не обнаружено. В оз. Чухломское найдено 70 видов, из них 19 новых для озера, а также один редкий гибрид *Potamogeton acutifolius*  $\times$  *P. compressus*, новый для Костромской обл.; не обнаружено 6 видов. Из-за нестабильного внутригодового колебания уровня воды в оз. Галичское происходит разрушение и переформирование берегов. Это приводит к заиливанию водоема, расширению мелководной зоны и росту его зарастания и к увеличению разнообразия флоры озера. Озеро Чухломское имеет стабильный водный режим, регулируемый с помощью плотины и болотного массива “Святое болото”, что замедляет сукцессионные процессы и способствует стабилизации видового состава растений. Обогащению флоры обоих озер также способствует локальное антропогенное воздействие. В исследованных озерах почти на всем протяжении береговой линии флора достаточно однородна. На экотонных участках (устыя и истоки рек, песчаные пляжи, заболоченные участки и т. д.) наблюдается большее разнообразие прибрежно-водных видов (гидрогигрофитов и гигрофитов), состав гидрофитов не меняется. В оз.

Галичское, которое активно заиливается и имеет небольшую глубину, общая площадь зарастания достигает 22%, в оз. Чухломское, с более стабильным водным режимом, она не превышает 3.5%. В зарастании преобладают виды с плавающими листьями (*Nuphar lutea*, *Nymphaea candida*), что связано с небольшими глубинами водоемов и низкой прозрачностью воды из-за высокой степени эвтрофирования.

### БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарны главе поисково-спасательного отряда № 4 г. Галича А.Е. Ляпину и государственному инспектору участка Галичский Центра ГИМС главного управления МЧС России по Костромской обл. В.А. Курильчикову за всестороннюю помощь в проведение исследования озер Галичское и Чухломское и предоставление водного транспорта; работнику рыболовного хозяйства Н.И. Роксову за помощь при изучении оз. Чухломское; П.А. Волковой (Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН) за молекулярный анализ образцов гибрида *Potamogeton*.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛЫ

Дополнительные материалы размещены в электронном виде по DOI статьи: 10.31857/S0320965225010045.

### ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект № 23-14-00115, основное исследование) и в рамках госзадания Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН (тема 124032100076-2, использование лабораторного оборудования).

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Баранов И.В., Ивченко В.И. 1972. Краткая характеристика гидрохимического режима Галичского и Чухломского озер и возможности его улучшения // Изв. ГосНИОРХ. Т. 79. С. 186.

Баранов И.В., Терешин А.Б. 1981. Гидрохимический режим Галичского и Чухломского озер (Костромская обл.) по результатам исследований 1979 г. // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. Вып. 164. С. 58.

Белозеров П.И. 2008. Флора Костромской области. Кострома: Изд-во КГТУ.

Бобров А.А., Чемерис Е.В. 2009. Рдесты (*Potamogeton*, *Potamogetonaceae*) в речных системах на севере Европейской России // Докл. АН. Т. 425. № 5. С. 705.

Бобров А.А., Чемерис Е.В. 2011. Речная растительность бассейна Ветлуги (Костромская область) // Бюл. МОИП. Отд. Биол. Т. 116. Вып. 2. С. 44.

Бобров А.А., Чемерис Е.В. 2012. Растительный покров малой южнотаежной реки и его изменение при регулировании стока (на примере реки Куекша, Костромская область) // Тр. Карельск. науч. центра РАН. № 1. С. 33.

Гагарина О.В. 2012. Оценка и нормирование качества природных вод: критерии, методы, существующие проблемы: Учебно-методическое пособие. Ижевск: Изд-во "Удмуртский университет".

Гальцова В.В., Дмитриев В.В. 2007. Практикум по водной экологии и мониторингу состояния водных экосистем. СПб.: Наука. 364 с.

Голубева М.А., Бобров А.А., Чемерис Е.В. 2009. О находках некоторых видов сосудистых растений, включенных в Красную книгу Костромской области // Регионы в условиях неустойчивого развития: Матер. междунар. науч.-практ. конф. "Вопросы дальнейшего развития регионов России в условиях мирового финансового кризиса" Шарья. Т. 2. С. 46.

Довбня И.В. 1991. Высшая водная растительность оз. Неро // Современное состояние экосистемы озера Неро. Рыбинск: Ин-т биологии внутр. вод РАН. С. 62.

Дюкова А.С., Евграфова А.Б., Третьякова А.А. 2020. Оценка экологического состояния озера Галичское Костромской области по состоянию прибрежно-водной растительности // Природопользование и охрана природы: охрана памятников природы, биологического и ландшафтного разнообразия Томского Приобья и других регионов России, Томск. С. 160.  
<https://doi.org/10.17223/978-5-94621-954-9-2020-38>

Ефимова А.А., Леострин А.В. 2021. Дополнения к флоре Костромской области по материалам 2020 года // Фиторазнообразие Восточной Европы. Т. 15. № 2. С. 26.  
<https://doi.org/10.24412/2072-8816-2021-15-2-26-32>

Ефимова А.А., Леострин А.В. 2023. Дополнения к флоре Костромской области по материалам 2021–2022 гг. // Фиторазнообразие Восточной Европы. Т. 17. № 1. С. 20.  
<https://doi.org/10.24412/2072-8816-2023-17-1-20-27>

Жадовский А.Е. 1914. Ботанические исследования в Костромской губернии летом 1913 года // Тр. Костромск. науч. об-ва по изучению местного края. № 2.

Квасов Д.Д. 1975. Позднечетвертичная история крупных озер и внутренних морей Восточной Европы. Л.: Наука.

Красная книга Костромской области. 2019. Кострома: Костромск. гос. ун-т.

Лебедев А.В., Криницын И.Г., Гостев В.В. 2022. Таксономическая структура флоры сосудистых растений заповедника "Кологривский лес" // Природооустройство. № 3. С. 115.  
<https://doi.org/10.26897/1997-6011-2022-3-115-121>

Леострин А.В., Ефимова А.А. 2020. Материалы для флоры Костромской области // Turczaninowia. Т. 23. Вып. 2. С. 99.  
<https://doi.org/10.14258/turczaninowia.23.2.14.2020>

Леострин А.В., Конечная Г.Ю., Ефимов П.Г. 2016. Новые находки охраняемых видов сосудистых растений в Костромской области // Тр. Карельск. науч. центра РАН. Биогеография. № 7. С. 24.  
<https://doi.org/10.17076/bg289/2016>

Лисицына Л.И. 1990. К флоре водоемов Костромской области // Биология внутренних вод: Информ. бюл. № 88. С. 38.

Логинов В.В., Минин А.Е., Катаев Р.К. 2019. Зависимость вылова рыб от годовой величины первичной продукции в озере Галичском // *Chronos*. № 7. С. 29.

Минин А.Е., Катаев Р.К., Логинов В.В. и др. 2021. Современная гидроморфологическая, гидробиологическая характеристика и состояние рыбного населения озер Галичское и Чухломское Костромской области // Тр. Ин-та биологии внутр. вод им. И.Д. Папанина РАН. Вып. 94(97). С. 105.

Мякишева Н.В. 2009. Многокритериальная классификация озер. СПб.: Изд-во РГГМУ.

Неверова-Дзионак Е., Цветкова Л.И. 2020. Оценка трофического состояния поверхностных вод. СПб.: СПбГАСУ.

Папченков В.Г., Лисицына Л.И., Довбня И.В., Артеменко В.И. 1994. Водная растительность Костромского расширения Горьковского водохранилища // Бот. журн. Т. 79. № 11. С. 35.

Прилепский Н.Г. 1992. К истории ботанического изучения Костромской области (губернии): XVIII век – 20-е годы XX века // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 97. № 5. С. 118.

Прилепский Н.Г., Жмылев П.Ю., Карпухина Е.А. 1991. К флоре Костромской области: Интересные находки сосудистых растений в ее восточной части // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 96. № 1. С. 139.

Прокин А.А., Селезнев Д.Г., Цветков А.И. 2021. Влияние факторов среды на межгодовые изменения макрообентоса пойменных озер // Трансформация экосистем. Т. 4. № 2 (12). С. 65. <https://doi.org/10.23859/estr-210306>

Разумовский Л.В. 2008. Реконструкция температурных циклов и сукцессионных изменений по диатомовым комплексам из донных осадков на примере Галичского озера // Вод. ресурсы. Т. 35. № 5. С. 595.

Румянцев В.А., Драбкова В.Г., Измайлова А.В. 2015. Озера европейской части России. СПб.: ЛЕМА.

Тимофеева Л.А., Юхно А.В. 2019. Гидрологические факторы функционирования экосистем озер Галичское и Чухломское // Озера Евразии: проблемы и пути их решения: Матер. II Междунар. конф. Казань. Т. 1. Ч. 1. С. 337.

Чемерис Е.В., Кутузов А.В., Ефимов Д.Ю., Гришуткин О.Г. 2020. Изменение растительного покрова оз. Плещеево (Ярославская обл.) с 1899 по 2017 гг. // Тр. Ин-та биологии внутр. вод им. И. Д. Папанина РАН. Вып. 90(93). С. 33.

APG. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. // Bot. J. Linn. Soc. V. 181. P. 1.

Bobrov A.A., Chemeris E.V., Filippova V.A., Maltseva S.Yu. 2018. European pondweed in East Siberia: evidence of *Potamogeton rutilus* (Potamogetonaceae) in Yakutia (Asian Russia) with evaluation of current distribution and conservation status // *Phytotaxa*. V. 333. № 1. P. 58. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.333.1.4>

Bobrov A.A., Volkova P.A., Mochalova O.A., Chemeris E.V. 2023. High diversity of aquatic *Sparganium* (*Xanthospermum*, *Typhaceae*) in North Eurasia is mostly explained by recurrent hybridization // *Perspect. Plant Ecol. Evol. Syst.* V. 60. P. 125746. <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2023.125746>

iNaturalist. URL: <https://www.inaturalist.org>. Фотографии 2017, 2020, 2021 гг. Леострина А.В., Ефимовой А.А. (Дата доступа: 26.12.2023).

Holmes N., Newbold C. 1984. River plant communities – reflectors of water and substrate chemistry // *Focus Nat. Conserv.* № 9. P. 535.

Palmer M.A., Newbold C. 1983. Wetland and Riparian Plants in Great Britain // *Focus on Nature Conservation*, Peterborough. N.

## Changes in Aquatic Flora from 1989 to 2022 and Features of Overgrowing of Galichskoe and Chukhlomskoe Lakes (Kostroma Region)

N. K. Konotop<sup>1, 2, \*</sup>, Yu. S. Vinogradova<sup>1, 2</sup>, O. G. Grishutkin<sup>1</sup>,  
E. V. Chemeris<sup>1</sup>, A. A. Bobrov<sup>1, \*\*</sup>

<sup>1</sup>Papanin Institute for Biology of Inland Waters, Russian Academy of Sciences, Borok, Nekouz raion, Yaroslavl oblast, Russia

<sup>2</sup>P. G. Demidov Yaroslavl State University, Yaroslavl, Russia

\*e-mail: nikita.konotop@yandex.ru

\*\*e-mail: bobrov@ibiw.ru

Galichskoe and Chukhlomskoe Lakes are the largest and “oldest” in Kostroma Region and have similar characteristics, in particular floristic composition and overgrowing. Aquatic vascular plants of both lakes were represented by 98 species and 1 hybrid. In Galichskoe Lake in 2022, 81 species were found among them. The comparison with data of the first survey of flora of the lakes in 1989 have shown that over the past more than 30 years 32 new species were found, including a new locality of the rare *Potamogeton praelongus*; but 5 species were not found. In Chukhlomskoe Lake 70 species were found, including 19 species new for the lake compared to the data of 1989, as well as 1 hybrid *Potamogeton acutifolius* × *P. compressus*, new for Kostroma Region; 6 species were not found. The increase in the diversity of flora of both lakes is associated both with their successional changes and with local anthropogenic impact. The area of overgrowing in Galichskoe Lake was 22%, in Chukhlomskoe Lake was 3.5%. Chukhlomskoe Lake is characterized by a higher water level due to regulation by a dam and bog massif, which slows siltation and overgrowing by aquatic plants with less floristic diversity. Species with floating leaves, mainly Nymphaeaceae dominate in overgrowing of both lakes.

**Keywords:** anthropogenic impact, ecology, eutrophication, rare species, succession, Red Data Book, Upper Volga