

Свириденко Б. Ф., Свириденко Т. В., Мурашко Ю. А.  
Sviridenko B. F., Sviridenko T. V., Murashko Yu. A.

**ЭКОЛОГИЯ И ЦЕНОТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ  
ZYGOGONIUM ERICETORUM (ZYGNEMATACEAE, ZYGNEMATALES)  
В ХАНТЫ-МАНСИЙСКОМ АВТОНОМНОМ ОКРУГЕ – ЮГРЕ**

**ECOLOGY AND COENOTIC VALUE OF ZYGOGONIUM ERICETORUM  
(ZYGNEMATACEAE, ZYGNEMATALES)  
IN THE KHANTY-MANSI AUTONOMOUS OKRUG – UGRA**

В Ханты-Мансийском автономном округе отмечено 6 местонахождений *Zygogonium ericetorum* Kützing (Zygnemataceae, Zygnematales, Chlorophyta). В экотопах вида диапазон pH составил 4,8–6,2, содержание гидрокарбонатов было ниже 2,61 мг/дм<sup>3</sup>, цветность варьировала от 13 до 218 градусов по хром-кобальтовой шкале. Общая минерализация воды не превышала 0,01 г/дм<sup>3</sup>, общая жесткость равнялась 0,04–0,17 мг-экв/дм<sup>3</sup>. Концентрация растворимых форм тяжелых металлов находилась в следующих пределах: Fe – 7,9–669,5 мкг/дм<sup>3</sup>, Pb – 0,03–0,61 мкг/дм<sup>3</sup>, Ni – 0,09–2,86 мкг/дм<sup>3</sup>, Zn – 10,99–42,45 мкг/дм<sup>3</sup>, Cd – 0,02–0,41 мкг/дм<sup>3</sup>, Cr – 0,00–0,35 мкг/дм<sup>3</sup>, Cu – 0,13–0,74 мкг/дм<sup>3</sup>, Mn – 1,08–8,07 мкг/дм<sup>3</sup>. Концентрация нефтяных углеводородов достигала 0,02–0,07 мг/дм<sup>3</sup>. Вид отмечен в составе группировок, относящихся к 4 формациям (*Cariceta rostratae*, *Cariceta rhynchophysae*, *Menyantheta trifoliatae*, *Zygonieta ericetori*) из типа континентальноводной макрофитной растительности. В целом *Z. ericetorum* характеризуется как ацидофильный, ультрапресноводный, олиготрофный, олигосапробный вид, связанный с гидроэкотопами, относительно бедными растворимыми формами железа и свинца. Предложено включить *Z. ericetorum* в Красную книгу Ханты-Мансийского автономного округа.

6 occurrences of *Zygogonium ericetorum* Kützing (Zygnemataceae, Zygnematales, Chlorophyta) have been found in the Khanty-Mansi Autonomous Okrug. In this ecotope species the range of pH was between 4.8 to 6.2, the level of bicarbonates was below 2.61 mg/dm<sup>3</sup>, the color varied between 13 to 218 degrees of the chrome-cobalt scale. The total dissolved solids content in water was within 0.01 g/dm<sup>3</sup>, the total hardness was between 0.04 to 0.17 meq/dm<sup>3</sup>. The concentration of the dissolved forms of heavy metals was in the following ranges: Fe between 7.9 to 669.5 µg/dm<sup>3</sup>, Pb between 0.03 to 0.61 µg/dm<sup>3</sup>, Ni between 0.09 to 2.86 µg/dm<sup>3</sup>, Zn between 10.99 to 42.45 µg/dm<sup>3</sup>, Cd between 0.02 to 0.41 µg/dm<sup>3</sup>, Cr between 0.00 to 0.35 µg/dm<sup>3</sup>, Cu between 0.13 to 0.74 µg/dm<sup>3</sup>, Mn between 1.08 to 8.07 µg/dm<sup>3</sup>. The concentration of petroleum hydrocarbons was between 0.02 to 0.07 mg/dm<sup>3</sup>. The species was observed in groupings belonging to 4 formations (*Cariceta rostratae*, *Cariceta rhynchophysae*, *Menyantheta trifoliatae*, *Zygonieta ericetori*) of the inland-water macrophyte type of vegetation. In general, *Z. ericetorum* can be characterized as an acidophilic, ultra-freshwater, oligotrophic, oligosaprobic species associated with relatively bare ecotopes in dissolved forms of Fe and Pb. *Z. ericetorum* is proposed to be included in the Red Data Book of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug.

*Ключевые слова:* *Zygogonium ericetorum*, Zygnematales, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Западно-Сибирская равнина, параметры водной среды, флористический состав фитоценозов.

*Keywords:* *Zygogonium ericetorum*, Zygnematales, Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Ugra, West Siberian Plain, aquatic environment characteristics, floristic composition of phytocoenoses.

**Введение.** Вид зеленых макроскопических водорослей *Zygogonium ericetorum* Kützing является типовым для рода *Zygogonium* Kützing. Этот вид считают космополитным, так как известны его находки в Евразии, Северной и Южной Америке, Австралии и Новой Зеландии, где он встречается в кислых водах болот и озер, на кислых (рН = 3,1–6,0) влажных торфяных и минеральных субстратах естественного и техногенного происхождения [26–28, 32, 36, 40]. В России *Z. ericetorum* отмечен спорадически по всей европейской части, в азиатской части – на островах Северной Земли [12]. На Западно-Сибирской равнине вид был отмечен впервые [18–19].

В текущем десятилетии *Z. ericetorum* привлек интерес исследователей из-за заметной окраски пурпурным пигментом [31]. Изучение пурпурно-розового (сине-фиолетового) пигмента, накапливающегося в вакуолях клеток *Z. ericetorum* показало, что он представляет собой комплекс железа и галловой кислоты. Считают, что этот пигмент благодаря своим спектральным свойствам обеспечивает толерантность вида, особенно его наземных форм (штаммов), к ультрафиолетовому излучению [24, 29–30, 39]. Скрининг методом высокоэффективной жидкостной хроматографии выявил, что пурпурный пигмент *Z. ericetorum* имеет несколько больших фенольных пиков с максимумами поглощения в области 280 нм и иногда с меньшими максимумами в области 380 нм. Такие соединения нехарактерны для пресноводных зеленых водорослей [24].

Отмеченную связь *Z. ericetorum* с водами, имеющими кислую реакцию, объясняют свойствами растворимости соединений некоторых токсичных тяжелых металлов, в частности железа, растворимость которого в кислой среде становится более высокой. При изменении рН в щелочную сторону происходит выпадение гидроксида трехвалентного железа в виде нерастворимого осадка на поверхность талломов, в связи с чем скорость роста *Z. ericetorum* значительно замедляется [33–34]. Недавно было отмечено также, что *Z. ericetorum* эффективно удаляет из загрязненной воды некоторые тяжелые металлы (кадмий, никель, хром, свинец), накапливая их в своих клетках [25].

**Материал и методика исследования.** В 2014–2016 гг. в ходе экспедиционных работ на территории Ханты-Мансийского автономного округа были получены данные об экологических и ценотических условиях обитания *Z. ericetorum* в этом регионе. Всего было обследовано 67 водных объектов из Советского, Кондинского, Сургутского, Нефтеюганского, Нижневартовского районов. Образцы *Z. ericetorum* были собраны в 6 озерах из 3 районов округа (табл. 1).

Таблица 1

**Местонахождения *Zygogonium ericetorum*  
 в Ханты-Мансийском автономном округе**

Местонахождение водного объекта, глубина и грунты	Состав гидромacroфитов в водном объекте
Кондинский р-н, 60°42'31" с. ш., 64°40'28" в. д., озеро без названия, глубина 0,2–1,0 м, грунты: песок, бурый детритный ил	<i>Carex lasiocarpa</i> , <i>Carex rostrata</i> , <i>Nuphar pumila</i> , <i>Nuphar lutea</i> , <i>Sphagnum angustifolium</i> , <i>Sphagnum platyphyllum</i> , <i>Sphagnum cuspidatum</i> , <i>Zygogonium ericetorum</i>
Кондинский р-н, 60°34'35" с. ш., 64°31'15" в. д., озеро без названия, глубина 0,2–1,0 м, грунты: песок, бурый детритный ил	<i>Carex lasiocarpa</i> , <i>Carex rostrata</i> , <i>Scheuchzeria palustris</i> , <i>Nuphar pumila</i> , <i>Menyanthes trifoliata</i> , <i>Sphagnum cuspidatum</i> , <i>Batrachospermum vagum</i> , <i>Zygogonium ericetorum</i>

Сургутский р-н, 60°52'43" с. ш., 73°39'20" в. д., оз. Светлое на верховом болоте, глубина 0,2 м, грунты: торф, древесные остатки	<i>Bulbochaete intermedia</i> , <i>Zygonium ericetorum</i>
Сургутский р-н, 60°53'43" с. ш., 73°20'20" в. д., оз. Белое на верховом болоте, глубина 0,6–1,5 м, грунт – торф	<i>Nuphar pumila</i> , <i>Batrachospermum vagum</i> , <i>Bulbochaete intermedia</i> , <i>Zygonium ericetorum</i>
Белоярский р-н, 63°31'32" с. ш., 70°36'16" в. д., озеро без названия на коренном берегу правобережья р. Казым, глубина 0,5–3,2 м, грунты: песок, бурый детритный ил	<i>Carex rhynchophysa</i> , <i>Carex lasiocarpa</i> , <i>Eriophorum polystachion</i> , <i>Sparganium minimum</i> , <i>Persicaria amphibia</i> , <i>Utricularia vulgaris</i> , <i>Isoetes setacea</i> , <i>Cladopodiella fluitans</i> , <i>Scapania paludicola</i> , <i>Pohlia wahlenbergii</i> , <i>Sphagnum subfulvum</i> , <i>Zygonium ericetorum</i>
Белоярский р-н, 63°29'16" с. ш., 70°41'47" в. д., озеро без названия на коренном берегу левобережья р. Казым, глубина 0,5–3,5 м, грунты: песок, песок с детритом	<i>Carex rostrata</i> , <i>Menyanthes trifoliata</i> , <i>Sphagnum obtusum</i> , <i>Zygonium ericetorum</i>

Изучение таксономической принадлежности всех собранных образцов растений в лабораторных условиях выполнялось с использованием микроскопов Альтами СПМ 0880, Levenhuk, Альтами Био-1 с 80–1000-кратным увеличением. Фотографии талломов *Z. ericetorum* получены с помощью цифровых видеоокуляров DCM и UCMOS 5100 КРА. Измерения клеток выполнены с применением программы ScopePhoto. Виды высших гидрофитов и макроскопических водорослей определены по соответствующим руководствам [1, 3, 7–8, 12–14, 17, 20–21, 32, 38].

Латинские названия видов макроскопических водорослей приведены в статье по определителям [3, 12, 32, 38], видов гидрофильных мхов – по работе М. С. Игнатова и О. М. Афонинной [6], сосудистых гидрофитов – согласно работе С. К. Черепанова [23].

В местообитаниях *Z. ericetorum* были взяты пробы воды для гидрохимического анализа. Цветность воды определяли в градусах цветности относительно хром-кобальтовой шкалы (ХКШ) фотометрическим методом с использованием светофильтра с длиной волны 413 нм в кварцевых кюветах [22]. Измерение водородного показателя проводили методом потенциометрии с использованием анализатора воды «Анион 7000» из переносной комплект-лаборатории «Обь» с электрохимической ячейкой, состоящей из стеклянного и хлорсеребряного электродов [9].

Исследование ионного состава растворенных солей в воде проводили методом высокоэффективной жидкостной ионной хроматографии на хроматографе «Стайер» с кондуктометрическим детектором. Для разделения ионов использовали хроматографические колонки: при определении катионов – Shodex IC YS-50, при определении анионов – TRANSGENOMIC IC Sep AN2 [15]. Для определения массовой концентрации карбонат- и гидрокарбонат-ионов использовали значения свободной щелочности и общей щелочности, применяя соотношения и расчетные формулы [4].

Определение тяжелых металлов в пробах воды выполняли методом атомной абсорбции на спектрометре МГА-915 [11]. Суммарное содержание нефтепродуктов в пробах воды определяли на анализаторе жидкости «Флюорат 02-3М» флуориметрическим методом в гексановом экстракте [10].

**Результаты и их обсуждение.** Талломы *Z. ericetorum* в водных местообитаниях региона равноразветвленные, неразветвленные, прикрепленные или свободноплавающие, до 10–40 см длины. Вегетативные клетки цилиндрические, 16–20 мкм ширины, 11–40 мкм длины. Клеточный сок имеет цвет от розового до пурпурового или фиолетового, что определяет общую окраску всего таллома и в целом группировок с доминированием этого вида. Хлоропласты в прижизненном состоянии зеленые, расположены по 2 в каждой клетке, с широкой стороны дисковидные, округлые, 10–15 мкм в диаметре, с неправильно очерченными краями, сбоку удлинненные, дуговидно изогнутые, с заостренными концами, каждый с центральным пиреноидом (рис. 1).

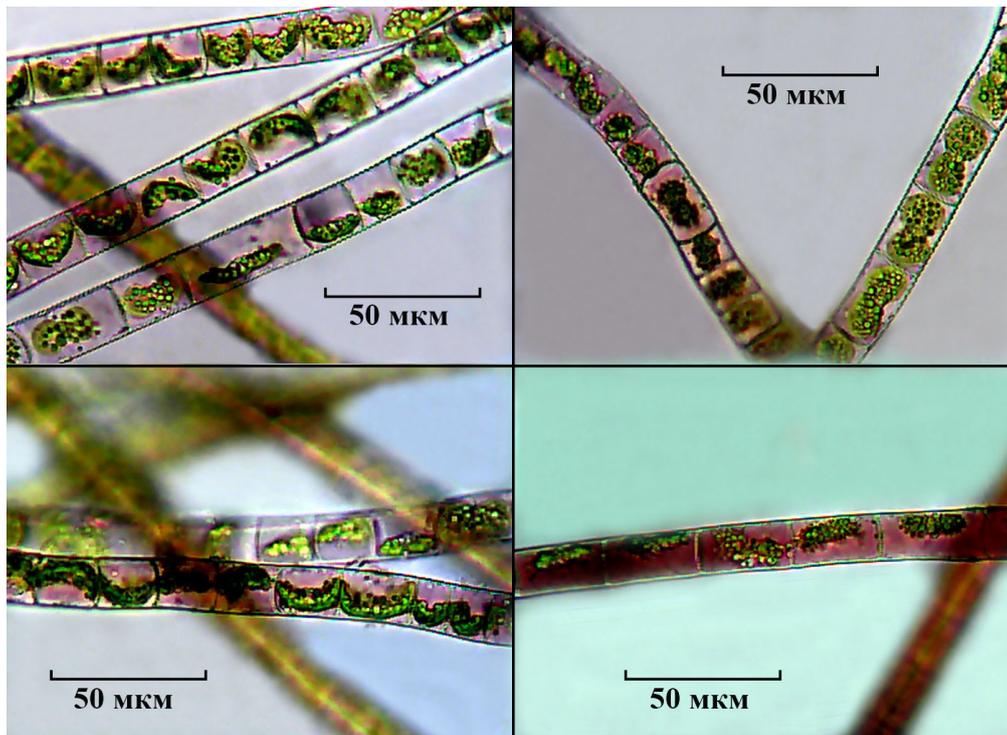


Рис. 1. Фрагменты талломов *Zygodonium ericetorum* из экотопов в оз. Светлом (Сургутский р-н)

На территории Ханты-Мансийского автономного округа в изученных водных экотопах *Z. ericetorum* диапазон значений водородного показателя рН составил 4,8–6,2, содержание гидрокарбонатов – 0,00–2,61 мг/дм<sup>3</sup> (рис. 2), цветность была равна 13–218 градусов по ХКШ.

Общая минерализация воды во всех озерах с популяциями вида не превышала 0,01 г/дм<sup>3</sup>, общая жесткость варьировала в пределах 0,04–0,17 мг-экв/дм<sup>3</sup>. Концентрация растворимых форм тяжелых металлов находилась в следующих пределах: Fe – 7,9–669,5 мкг/дм<sup>3</sup>, Pb – 0,03–0,61 мкг/дм<sup>3</sup> (рис. 3), Ni – 0,09–2,86 мкг/дм<sup>3</sup>, Zn – 10,99–42,45 мкг/дм<sup>3</sup>, Cd – 0,02–0,41 мкг/дм<sup>3</sup>, Cr – 0,00–0,35 мкг/дм<sup>3</sup>, Cu – 0,13–0,74 мкг/дм<sup>3</sup>, Mn – 1,08–8,07 мкг/дм<sup>3</sup>, концентрация нефтяных углеводородов достигала 0,02–0,07 мг/дм<sup>3</sup>. Содержание форм фосфора и азота в пробах воды в основном находилось ниже предела определения метода жидкостной ионной хроматографии, только в воде озер Кондинского р-на концентрация ионов аммония достигала 0,25–0,35 мг/дм<sup>3</sup>.

Максимальное развитие *Z. ericetorum* было отмечено в одном водораздельном озере (природный парк «Нумто», Белоярский р-н), где вид был распространен на значительной части акватории в диапазоне глубин 0,5–1,8 м. Проективное покрытие вида было равно 70–100 %. Вода озера имела рН = 5,5, цветность 36 градусов по ХКШ, общую минерализацию 0,01 г/дм<sup>3</sup>, общую жесткость 0,04 мг-экв/дм<sup>3</sup>, а также низкие для поверхностных вод региона значения концентрации растворимых форм железа (25,2 мкг/дм<sup>3</sup>) и свинца (0,14 мкг/дм<sup>3</sup>).

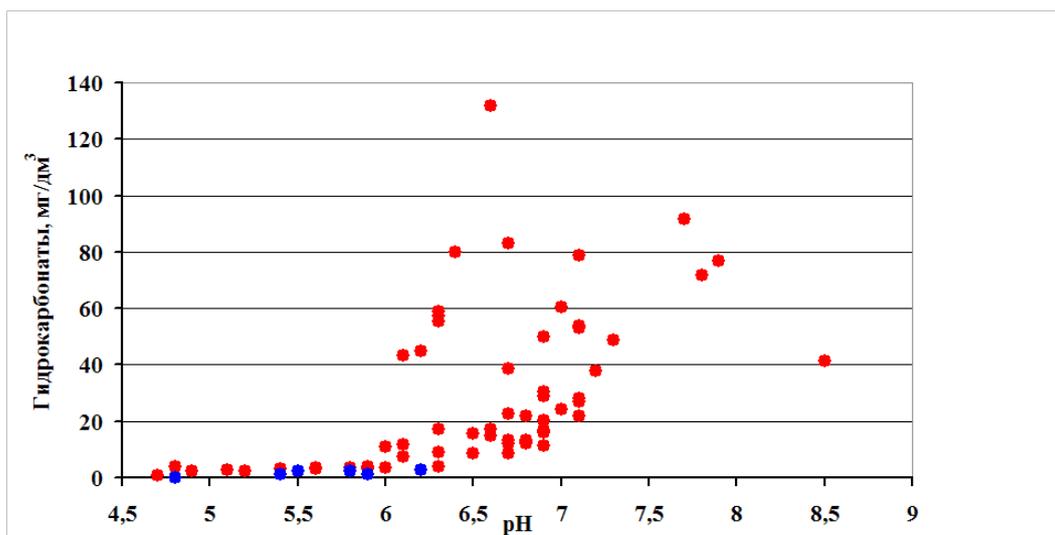


Рис. 2. Значения pH и концентрации гидрокарбонатов в воде экотопов гидромакрофитов Ханты-Мансийского автономного округа. Синим цветом выделены значения показателей в экотопах *Zygonium ericetorum*

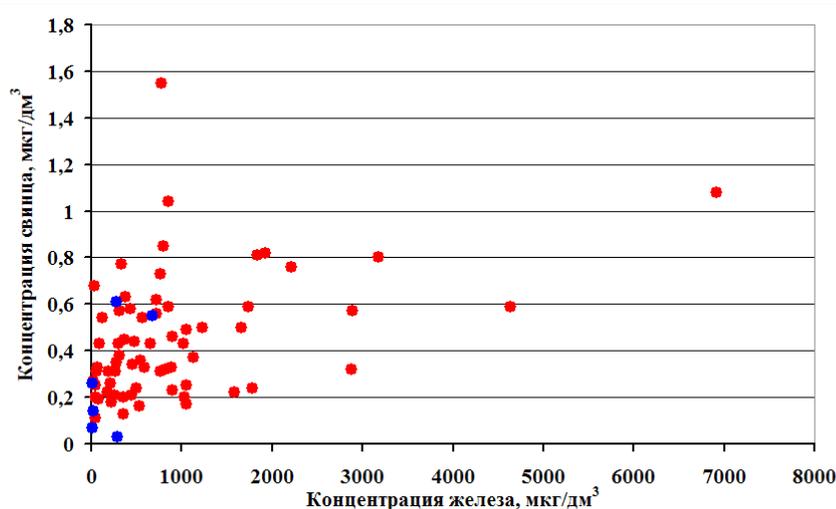


Рис. 3. Концентрация растворимых форм железа и свинца в воде экотопов гидромакрофитов Ханты-Мансийского автономного округа. Синим цветом выделены значения показателей в экотопах *Zygonium ericetorum*

Известна повышенная адаптивность *Z. ericetorum* к дефициту влажности среды, в связи с чем его называют полуназемным видом [29]. Способность развиваться как на наземных субстратах с малой влажностью, так и в водной среде определяет широкие ценоотические связи вида. В подзоне южной тайги европейской части России *Z. ericetorum* был в массе отмечен на техногенных наносах шахтных вод при pH = 2,8 в полосе влияния отвалов сульфидсодержащих пород угледобывающих шахт, где этот ацидофильный вид являлся основным продуцентом наземных пионерных водорослевых группировок [5]. В болотоведческих работах *Z. ericetorum* приведен как представитель болотной флоры [2]. В классификации центральноевропейских олиго-мезотрофных и мезотрофных болот *Z. ericetorum* включен наряду с *Rhynchospora alba*, *Scheuchzeria palustris*, *Drosera intermedia*, *Lycopodium inundatum*, *Hammarbia paludosa* в диагностическую группу видов синтаксона *Rhynchosporion albae*, имеющего ранг союза [37]. В гидрботанических работах *Z. ericetorum* исследован в составе группировок водной рас-

тительности техногенных озер с кислой реакцией среды (рН = 3), где на глубине 1,6–10,5 м он формировал ценозы с проективным покрытием 80 % и выступал основным продуцентом первичного органического вещества [34–35].

На территории Ханты-Мансийского автономного округа *Z. ericetorum* отмечен в составе растительных группировок, относящихся к 4 формациям, 3 группам формаций и 2 классам формаций подтипа пресноводной макрофитной растительности. Установленный состав ценокомплекса *Z. ericetorum* на уровне формаций представлен в табл. 2.

Таблица 2

**Формационный состав ценокомплекса *Zygonium ericetorum*  
 в Ханты-Мансийском автономном округе**

Тип 1. Континентальноводная макрофитная растительность		
Подтип 1. Пресноводная макрофитная растительность		
Классы формаций	Группы формаций	Формации
1. Гелофитные формации	1. Формации гипогенно-корневищных розеточных (полурозеточных) травянистых цветковых гелофитов	1. <i>Cariceta rostratae</i> 2. <i>Cariceta rhynchophysae</i>
	2. Формации эпигенно-корневищных розеточных травянистых цветковых гелофитов	3. <i>Menyanthes trifoliatae</i>
2. Гидатофитные формации	3. Формации свободноплавающих нитчатых зеленых водорослей	4. <i>Zygonieta ericetori</i>

В изученных озерах вид *Z. ericetorum* входил как ассектатор в состав фитоценозов с доминированием *Carex rhynchophysa*, *C. lasiocarpa*, *C. rostrata*, формируя обрастания с проективным покрытием до 5 % на подводных частях побегов этих крупных осок. Вероятно также, что в других исследованных озерах округа с такими фитоценозами вид присутствовал, но не был отмечен из-за малого обилия. Во внутриболотных озерах Светлое и Белое Сургутского р-на *Z. ericetorum* имел проективное покрытие до 1 % и находился в прикрепленном состоянии на торфе и затопленной древесине.

Свободноплавающая биоморфа *Z. ericetorum* обнаружена только в одном озере (природный парк «Нумто», Белоярский р-н), где вид являлся доминантом одновидовых группировок (моноценозов) с проективным покрытием до 100 % (рис. 4), а также с покрытием 5 % входил в состав группировок *Carex rostrata* и *Menyanthes trifoliata*.



Рис. 4. Моноценоз *Zygonia ericetorum* в водораздельном озере (Белоярский р-н)

Размер группировок с участием *Z. ericetorum* был значительным. Наряду с высшими гидрофитами этот вид участвовал в сложении мезокомбинации – надфитоценотической территориальной единицы растительности второго уровня сложности [16]. Общая площадь всей мезокомбинации достигала 10 000 м<sup>2</sup>, в том числе площадь исследованного моноценоза *Z. ericetorum* в составе этой мезокомбинации была равна 6 000 м<sup>2</sup> (рис. 5).



Рис. 5. Мезокомбинация *Cariceta rostratae* ↔ *Menyanthes trifoliatae* (0,0–0,5 м) → *Zygonieta ericetori* (0,5–1,8 м) в водораздельном озере (Белоярский р-н)

**Выводы.** Полученные материалы позволяют заключить, что *Z. ericetorum* sporadически распространен в Ханты-Мансийском автономном округе, где он входит в состав группировок континентальноводной макрофитной растительности преимущественно как второстепенный компонент (ассектатор). В то же время в оптимальных экологических условиях *Z. ericetorum* способен формировать моновидовые группировки с высоким проективным покрытием на уровне доминанта-эдификатора.

Согласно полученным гидрохимическим материалам *Z. ericetorum* является ацидофильным, ультрапресноводным, олиготрофным, олигосапробным видом, связанным с гидроэкоотопами, относительно бедными растворимыми формами железа и свинца.

Целесообразно включить *Z. ericetorum* в очередной выпуск региональной Красной книги как редкий вид (категория III), который sporadически распространен на значительных акваториях Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Озеро в природном парке «Нумто» с отмеченной плотной популяцией *Z. ericetorum* совместно с водосборным бассейном может рассматриваться как особо ценный ландшафтный выдел, нуждающийся в мониторинге и охране.

Работа выполнена при поддержке РФФИ и Правительства Ханты-Мансийского автономного округа – Югры в рамках научного проекта p\_урал\_a № 15-44-00014.

### Литература

1. Абрамова А. Л., Савич-Любицкая Л. И., Смирнова З. И. Определитель листостебельных мхов Арктики СССР. М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1961. 714 с.
2. Боч М. С., Мазинг В. В. Экосистемы болот СССР. Л. : Наука, 1979. 188 с.
3. Виноградова К. Л. Красные водоросли // Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 13. Зеленые, красные и бурые водоросли. Л. : Наука, 1980. С. 153–231.
4. Вода. Методы определения щелочности и массовой концентрации карбонатов и гидрокарбонатов // ГОСТ Р 52963-2008. Федер. агентство по тех. регулированию и метрологии. М. : Стандартинформ, 2009. С. 362–392.
5. Дорохова М. Ф. Почвенные водоросли как агенты рекультивации земель, нарушенных при угледобыче // Биологическая рекультивация нарушенных земель. Екатеринбург : УрО РАН, 1997. С. 77–86.
6. Игнатов М. С., Афонина О. М. Список мхов территории бывшего СССР // Arctoa. Бриолог. журн. 1992. Т. 1 (1–2). С. 1–86.
7. Игнатов М. С., Игнатова Е. А. Флора мхов средней части европейской России. Т. 1. *Sphagnaceae – Hedwigiaceae*. М. : Изд-во КМК, 2003. С. 1–608.
8. Игнатов М. С., Игнатова Е. А. Флора мхов средней части европейской России. Т. 2. *Fontinalaceae – Amblystegiaceae*. М. : Изд-во КМК, 2004. С. 609–944.
9. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений рН в водах потенциометрическим методом. ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97. М. : М-во охраны окружающей среды и природных ресурсов Рос. Федерации, 2004. 14 с.
10. Количественный химический анализ вод. ПНД Ф 14.1:2:4.128-98. М. : Люмэкс-маркетинг, 2012. 25 с.
11. Количественный химический анализ вод. ПНД Ф 14.1:2.253-09. М. : Люмэкс-маркетинг, 2013. 36 с.
12. Рундина Л. А. Зигнемовые водоросли России (Chlorophyta: Zygnematomphyceae, Zygnematales). СПб. : Наука, 1998. 351 с.
13. Савич-Любицкая Л. И., Смирнова З. Н. Определитель сфагновых мхов СССР. Л. : Наука, 1968. 112 с.

14. Савич-Любицкая Л. И., Смирнова З. Н. Определитель листостебельных мхов СССР. Верхоплодные мхи. Л. : Наука, 1970. 824 с.
15. Сборник методик выполнения измерений. 2012. М. : Аквилон, 539 с.
16. Свириденко Б. Ф. Флора и растительность водоемов Северного Казахстана. Омск : Изд-во ОмГПУ, 2000. 196 с.
17. Свириденко Б. Ф., Мамонтов Ю. С. Гидрофильные мхи Западно-Сибирской равнины : учеб. пособие. Сургут : ИЦ СурГУ, 2012. 134 с.
18. Свириденко Б. Ф., Мурашко Ю. А., Кравченко И. В., Свириденко Т. В., Башкатова Ю. В., Булатова Е. В. Изучение экологии гидромакрофитов для целей фитоиндикации состояния водных объектов Ханты-Мансийского автономного округа – Югры // Вестн. Сургут. гос. ун-та. Биолог. и технич. науки. 2014. Вып. 2 (4). С. 55–61.
19. Свириденко Б. Ф., Мурашко Ю. А., Свириденко Т. В., Ефремов А. Н. Толерантность гидромакрофитов к активной реакции, минерализации и жесткости воды в природных и техногенных водных объектах Западно-Сибирской равнины // Вестн. Нижневарт. гос. ун-та. Биолог. науки. 2016. Вып. 2. С. 8–16.
20. Свириденко Б. Ф., Свириденко Т. В. Макроскопические водоросли Западно-Сибирской равнины : учеб. пособие. Сургут : ИЦ СурГУ, 2010. 90 с.
21. Флора Сибири / под ред. И. М. Красноборова, Л. И. Малышева, Г. А. Пешковой и др. Новосибирск : Наука, 1988–2003. Т. 1–14.
22. Цветность поверхностных вод суши. Методика выполнения измерений фотометрическим и визуальным методами. РД 52.24.497-2005 2008 // Эколог. ведомости. 2008. № 7. С. 25–37.
23. Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб. : Мир и семья, 1995. 992 с.
24. Aigner S., Remias D., Karsten U., Holzinger A. Unusual phenolic compounds contribute to ecophysiological performance in the purple-colored green alga *Zygonium ericetorum* (Zygnematophyceae, Streptophyta) from a high-alpine habitat // Journal of Phycology. 2013. № 49. P. 648–660.
25. Arbab A., Zahir S., Altaf H., Izhar S., Nasrullah A., Murtaza A., Aqleem A. Removal of heavy metals (Cr, Cd, Ni and Pb) using fresh water algae (*Ulothrix tenuissima*, *Oscillatoria tenuis* and *Zygonium ericetorum*) from contaminated water // Journal of Biodiversity and Environmental Sciences. 2015. Vol. 6. № 5. P. 358–366.
26. Baykal Ö. T., Azikgös E. I., Udon U. A., Akbulut A., Yuldiz K., Sen B. New records for the freshwater algae of Turkey (Tigris Basin) // Tübitak. Turkish Journal of Botany. 2012. T. 36. P. 747–760.
27. Day S. A., Wickham R. P., Entwisle T. J., Tyler P. A. Bibliographic check-list of non-marine algae in Australia // Flora of Australia. Supplementary Series. 1995. № 4. P. 1–276.
28. Freitas L. C., Loverde-Oliveira S. M. Checklist of green algae (Chlorophyta) for the state of Mato Grosso, Central Brazil // Check List. 2013. № 9. P. 1471–1483.
29. Herburger K., Remias D., Holzinger A. *Zygonium ericetorum* (Zygnematophyceae, Streptophyta) is well adapted to iron and aluminum rich habitats : Photosynthetic performance of strains from Scotland and Austria // 21th Meeting Austrian Society of Plant Biology. 2016. P. 24.
30. Holzinger A., Tschaikner A., Remias D. Cytoarchitecture of the desiccation-tolerant green alga *Zygonium ericetorum* // Protoplasma. 2010. № 243. P. 15–24.
31. Holzinger A., Stancheva R., Hall J. D. Phylogenetic Position and Aplanospore Formation in the Green Alga *Zygonium ericetorum* (Zygnematophyceae) collected in a High Alpine Habitat // 15th Scientific Conference of the Phycology Section of the German Botanical Society 23–26 February 2014. Stralsund. Universität Rostock. 2014. P. 41.
32. Kadlubowska J. Z. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Chlorophyta, VIII. Conjugatophyceae, I : Zygnemales. Stuttgart ; N.Y. : Gustav Fischer Verlag, 1984. Bd. 16. 532 S.

33. Kleeberg A. Zygnematalean Green Algae (Streptophyta, Zygnematales) in Lakes Impacted by Acidic Precipitation, Experimental Acidification, and Acid Mine Drainage // Acidic Pit Lakes, Environmental Science and Engineering. Berlin ; Heidelberg : Springer-Verlag, 2013. P. 159–172.
34. Kleeberg A., Schubert H., Koschorreck M., Nixdorf B. Abundance and primary production of filamentous green algae *Zygogonium ericetorum* in an extremely acid (pH 2.9) mining lake and its impact on alkalinity generation // Freshwater Biology. 2006. Vol. 51. P. 925–937.
35. Koschorreck M. Benthic primary production // Acidic Pit Lakes, Environmental Science and Engineering. Berlin ; Heidelberg : Springer-Verlag, 2013. P. 172–176.
36. Lynn R., Brock T. D. Notes on the ecology of a species of *Zygogonium* (Kütz) in Yellowstone National Park // Journal of Phycology. 1969. № 5. P. 181–185.
37. Matuszkiewicz W. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roslinnych Polski. Warszawa : PWN, 2007. 537 S.
38. Mrozinska T. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Chlorophyta, VI. Oedogoniophyceae : Oedogoniales. Stuttgart ; NY. : Gustav Fischer Verlag, 2009. Bd. 14. 624 S.
39. Pichrtová M. Stress resistance of polar hydro-terrestrial algae *Zygnema* spp. (Zygnematophyceae, Streptophyta). Prague, 2014. 146 p.
40. Transeau E. N. The Genus *Zygogonium* // Ohio Journal of Science. 1933. Vol. 33. Is. 3. P. 156–162.