

УДК 593.12:574.58

doi: 10.21685/2307-9150-2025-3-3

## Структура сообществ раковинных амёб в болотных комплексах лесной зоны некоторых районов полуострова Камчатка

К. С. Жмылева<sup>1</sup>, В. А. Чернышов<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

<sup>1</sup>kszhm@mail.ru, <sup>2</sup>aldan-viktor@mail.ru

**Аннотация.** *Актуальность и цели.* Понимание закономерностей распределения организмов в разных типах биотопов является одной из основных задач экологии. Особенно актуальна данная задача в приложении к одноклеточным организмам, которые остаются недостаточно изученными. В качестве модельного объекта для подобных исследований используются пресноводные раковинные амёбы. Целью данного исследования было изучение видового состава и структуры сообществ раковинных амёб в пределах весьма макроскопически однородной сфагновой сплавины болотных комплексов лесной зоны полуострова Камчатка. *Материалы и методы.* Материалом для работы послужили результаты исследования поверхностных образцов сфагновых мхов, которые были отобраны на территории трех болотных экосистем полуострова Камчатка. В лаборатории обрабатывали пробы согласно методике, основанной на фильтровании и отстаивании водных вытяжек, для изучения видового состава и структуры сообществ раковинных амёб. Анализ всех найденных особей раковинных амёб осуществляли в водных суспензиях с применением инвертированного микроскопа модели Биомед при увеличении  $\times 250$ . Для выявления характера различий между локальными сообществами проводили ординацию видов методом анализа главных компонент на основе величин относительных обилий видов. *Результаты.* В результате проведенного исследования было обнаружено 102 вида и внутривидовых таксона раковинных амёб. В исследованных сообществах доминантными являются типичные сфагнобионтные и эврибионтные представители раковинных амёб, для которых характерно широкое географическое распространение. Основные отличия в видовом составе сообществ раковинных амёб определяются влажностью биотопов. В болоте № 2 и болоте № 3 отмечены переходные варианты сообществ, а для болота № 1 характерно наиболее гидрофильное сообщество. *Выводы.* Проведенное исследование показало, что на полуострове Камчатка раковинные амёбы являются довольно разнообразным и достаточно встречаемым компонентом болотных экосистем. Особенности гидрологического режима играют основную роль в дифференциации сообществ в исследованных экосистемах. В болотных экосистемах полуострова Камчатка видовой состав сообществ раковинных амёб сформирован типичными видами, которые характерны для большинства подобных биотопов.

**Ключевые слова:** протисты, сфагнобионты, сфагновые мхи, болотная экосистема, полуостров Камчатка

**Для цитирования:** Жмылева К. С., Чернышов В. А. Структура сообществ раковинных амёб в болотных комплексах лесной зоны некоторых районов полуострова Камчатка // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. 2025. № 3. С. 57–67. doi: 10.21685/2307-9150-2025-3-3

## **The structure of testate amoebae communities in swamp complexes of the forest zone of some areas of the Kamchatka peninsula**

**K.S. Zhmyleva<sup>1</sup>, V.A. Chernyshov<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Penza State University, Penza, Russia

<sup>1</sup>kszhm@mail.ru, <sup>2</sup>aldan-viktor@mail.ru

**Abstract.** *Background.* Understanding the patterns of distribution of organisms in different types of biotopes is one of the main tasks of ecology. This task is especially relevant in relation to single-celled organisms, which remain insufficiently studied. Freshwater testate amoebae are used as a model object for such studies. The purpose of this study was to investigate the species composition and structure of testate amoebae communities within the highly macroscopically homogeneous sphagnum raft of bog complexes in the forest zone of the Kamchatka peninsula. *Materials and methods.* The material for the work was the results of a study of surface samples of sphagnum mosses, which were collected in the territory of three bog ecosystems of the Kamchatka peninsula. In the laboratory, the samples were processed according to a method based on filtering and settling of aqueous extracts, to study the species composition and structure of testate amoebae communities. All found specimens of testate amoebae were analyzed in aqueous suspensions using an inverted microscope of the Biomed-6PR model at a magnification of  $\times 250$ . To identify the nature of the differences between local communities, species ordination was performed using the principal component analysis method based on the values of relative abundances of species. *Results.* As a result of the conducted research, 103 species and intraspecific taxa of testate amoebae were found. In the studied communities, the dominant ones are typical sphagnobiont and eurybiont representatives of testate amoebae, which are characterized by a wide geographical distribution. The main differences in the species composition of testate amoebae communities are determined by the humidity of the biotopes. In Swamp No. 2 and Swamp No. 3, transitional variants of communities are noted, and Swamp No. 1 is characterized by the most hydrophilic community. *Conclusions.* The conducted research showed that on the Kamchatka Peninsula, testate amoebae are a rather diverse and quite common component of swamp ecosystems. Features of the hydrological regime play a major role in the differentiation of communities in the studied ecosystems. In the swamp ecosystems of the Kamchatka Peninsula, the species composition of testate amoebae communities is formed by typical species that are characteristic of most similar biotopes.

**Keywords:** protists, sphagnobionts, sphagnum mosses, swamp ecosystem, Kamchatka Peninsula

**For citation:** Zhmyleva K.S., Chernyshov V.A. The structure of testate amoebae communities in swamp complexes of the forest zone of some areas of the Kamchatka peninsula. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Estestvennye nauki* = *University proceedings. Volga region. Natural sciences*. 2025;(3):57–67. (In Russ.). doi: 10.21685/2307-9150-2025-3-3

В настоящее время пресноводные раковинные амёбы являются наиболее популярным модельным объектом для изучения закономерностей распределения организмов в разных типах биотопов [1–5]. Наиболее благоприятные условия для существования тестацей формируются во мхах, поэтому наибольшее

их видовое разнообразие будет характерно именно для сфагновых болот [6, 7]. Эти простейшие представляют собой доминирующий компонент микрофауны в сфагновых болотах, поскольку составляют почти половину общей биомассы одноклеточных организмов [8, 9].

Наибольшее влияние на формирование структуры сообществ раковинных амёб во мхах играет степень влажности субстрата, которая выражается в глубине залегания грунтовых вод или в содержании влаги в образце [10–18].

Целью данного исследования было изучение видового состава и структуры сообществ раковинных амёб в болотных экосистемах, расположенных на территории Камчатского края.

### Материал и методы

Материал для данной работы был собран на территории Камчатского края в период с 18 по 19 августа 2023 г. в трех болотных экосистемах (табл. 1):

1) болото № 1 – расположено в направлении 5 км восточнее села Апача, на территории Усть-Большерецкого муниципального округа;

2) болото № 2 – расположено в направлении 300 м северо-восточнее села Усть-Большерецк, на территории Усть-Большерецкого муниципального округа;

3) болото № 3 – расположено в направлении 7 км западнее села Усть-Большерецк, на территории Усть-Большерецкого муниципального округа.

Таблица 1

Краткая характеристика исследованных  
болотных экосистем полуострова Камчатка

Название болотной экосистемы	Дата отбора проб	Координаты мест отбора проб	Номер пробы	Описание микробиотопа	Уровень залегания болотных вод, см
Болото № 1	18.08.2023	52°93'641"/с.ш.; 157°13'313"/в.д.	1	Возвышенная лужайка с красным мхом	20
			2	Ровная лужайка с красным мхом	10
			3	Мочажина с зеленым сфагнумом	5
Болото № 2	19.08.2023	52°83'389"/с.ш.; 156°28'625"/в.д.	1	Межкочье со сфагнумом и плеуроциумом	10
			2	Зеленый сфагнум на кочке	12
			3	Бурый сфагнум на лужайке	21
Болото № 3	19.08.2023	52°79'210"/с.ш.; 156°18'069"/в.д.	1	Кочка сфагнума фускум	17
			2	Сфагнум дивинум на кочке	26
			3	Мочажина со сфагнумом	3

Описание растительных сообществ исследованных болотных экосистем:

1) болото № 1 – болото травяно-кустарничково-сфагновое олиготрофное, с выраженной мелкобугристой мочажинной поверхностью. Кустарничковый ярус сформирован следующими видами: Водяника черная (*Empetrum nigrum*), Береза тощая (*Betula exilis*), Восковник войлочный (*Myrica tomentosa*), Клюква обыкновенная (*Vaccinium oxycoccos*), Ива (*Salix sp.*). В травяно-моховом ярусе преобладают следующие виды: Осока (*Carex sp.*), Кровохлебка лекарственная (*Sanguisorba officinalis*), Марьянник (*Melampyrum sp.*), Линнея северная (*Linnaea borealis*), Сфагнум (*Sphagnum sp.*). Средний показатель глубины залегания уровня болотных вод оставляет 11,7 см;

2) болото № 2 – болото покровное олиготрофное травяно-кустарничково-сфагновое с кедровым стлаником (*Pinus pumila*), преобладает выпуклый рельеф. Кустарничковый ярус сформирован следующими видами: Водяника черная (*Empetrum nigrum*), Багульник болотный (*Ledum palustre*), Голубика обыкновенная (*Vaccinium uliginosum*), Береза тощая (*Betula exilis*), Клюква обыкновенная (*Vaccinium oxycoccos*), Брусника (*Vaccinium vitis-idaea*). В мохово-травяном ярусе преобладают следующие виды: Сфагнум (*Sphagnum sp.*) и Осока (*Carex sp.*). Средний показатель глубины залегания уровня болотных вод оставляет 14,3 см;

3) болото № 3 – болото плащевое кустарничково-лишайниково-сфагновое, расположено на побережье Охотского моря. Кустарничковый ярус сформирован следующими видами: Водяника черная (*Empetrum nigrum*), Багульник болотный (*Ledum palustre*), Голубика обыкновенная (*Vaccinium uliginosum*), Княженика обыкновенная (*Rubus arcticus*), Дерен шведский (*Chamaepericlymenum suecicum*). В мохово-травяном ярусе преобладают следующие виды: Сфагнум (*Sphagnum sp.*), Осока (*Carex sp.*) и кустистые лишайники (*Cladoniaceae*). Средний показатель глубины залегания уровня болотных вод оставляет 15,3 см.

Для данного исследования всего было отобрано девять образцов сфагнума, поскольку в пределах каждого болота были взяты по три поверхностных пробы. Среднее значение влажности образцов, взятых из болотных экосистем, представляет собой следующие показатели: болото № 1 – 93,3 %, болото № 2 – 91,7 %, болото № 3 – 90 %.

Лабораторную обработку проб проводили согласно методике, основанной на фильтровании и отстаивании водных вытяжек [19]. Для осуществления дальнейшего анализа специальным образом обрабатывали каждую пробу. Из каждой пробы готовили навеску образца, сырая масса которого составляла 3 г, путем взвешивания на электронных весах модели Ohaus (с точностью до 0,01 г). Затем образец помещали в колбу, где разбавляли его водой объемом до 200 мл. После этого водную суспензию пробы в колбе ставили на магнитную мешалку, где ее интенсивно встряхивали в течение 10 мин. Далее водную суспензию пробы профильтровывали через специальное мелкоячеистое сито (диаметр ячейки 300 мкм) в мерный стакан, доводя объем образца до 500 мл, и оставляли его для отстаивания на 12 ч. Затем отфильтрованный субстрат перемещали в чашки Петри и отправляли в сушильный шкаф, оставляя там на 5 ч при температуре +100 °С. После высушивания пробу снова взвешивали на электронных весах для определения объема влажности данного субстрата. По истечении 12 ч из мерного стакана с помощью пипетки убирали верхнюю, надосадочную часть воды (400 мл) и переливали оставшуюся нижнюю

часть суспензии образца (100 мл) в мерный цилиндр, в котором отстаивали на протяжении 12 ч. После этого из цилиндра убирали верхнюю часть воды – 91 мл, а оставшиеся 9 мл концентрированного образца помещали в пенициллинку, куда также добавляли 1 мл 40 % раствора формалина для фиксации пробы. Таким образом, полный объем каждого образца, готового для микроскопического анализа, составлял 10 мл.

Анализ всех найденных особей раковинных амёб осуществляли в водных суспензиях с применением инвертированного микроскопа модели Биомед при увеличении  $\times 250$ . Затем в каждой пробе просчитывали 150 экземпляров раковинных амёб и определяли их видовой состав. Для определения видовой принадлежности раковинных амёб руководствовались следующими источниками: «Пресноводные раковинные амёбы» [6], «Определитель родов раковинных амёб» [20], а также использовали веб-сайт «*Microworld, world of amoeboid organisms*» [21]. Статистическую обработку данных производили с помощью пакетов программ Microsoft Office Excel 2010 и PAST 4.10.

### Результаты и обсуждение

В результате проведенного исследования было обнаружено 102 вида и внутривидовых таксона раковинных амёб (табл. 2).

Таблица 2

Видовой состав раковинных амёб в болотных экосистемах полуострова Камчатка

№	Таксон
1	2
1	<i>Alabasta militaris</i> (Penard, 1890) Duckert, Blandenier, Kosakyan and Singer, 2018
2	<i>Archerella flavum</i> (Archer, 1877) Loeblich and Tappan, 1961
3	<i>Argygnia dentistoma</i> (Penard, 1890)
4	<i>Argygnia dentistoma laevis</i> Cash and Hopkinson, 1909
5	<i>Assulina discoides</i> Bobrov, Shimano and Mazei, 2012
6	<i>Assulina muscorum</i> Greeff, 1888
7	<i>Assulina seminulum</i> Ehrenberg, 1848
8	<i>Centropyxis aculeata</i> Эренберг, 1838
9	<i>Centropyxis aculeata oblonga</i> Deflandre, 1929
10	<i>Centropyxis aerophila</i> Deflandre, 1929
11	<i>Centropyxis aerophila sylvatica</i> Deflandre, 1929
12	<i>Centropyxis cassis</i> (Wallich, 1864) Deflandre, 1929
13	<i>Centropyxis constricta</i> (Ehrenberg, 1841) Penard, 1902
14	<i>Centropyxis elongata</i> (Penard, 1890) Thomas, 1959
15	<i>Centropyxis orbicularis</i> Deflandre, 1929
16	<i>Centropyxis platystoma</i> (Penard, 1890) Deflandre, 1929
17	<i>Centropyxis platystoma armata</i> Deflandre, 1929
18	<i>Centropyxis sylvatica</i> (Deflandre, 1929 var.) Bonnet and Thomas, 1955
19	<i>Corythion dubium</i> Taranek, 1871
20	<i>Corythion orbicularis</i> Iudina, 1996
21	<i>Cryptodiffugia angusta</i> Schönborn, 1965) Page, 1966
22	<i>Cryptodiffugia compressa</i> Penard, 1902
23	<i>Cryptodiffugia crenulata</i> Playfair, 1917

Продолжение табл. 2

1	2
24	<i>Cryptodiffugia minuta</i> Playfair, 1917
25	<i>Cryptodiffugia oviformis</i> Penard, 1902
26	<i>Cryptodiffugia oviformis fusca</i> (Penard, 1890) Bonnet et Thomas, 1956
27	<i>Cryptodiffugia voigti</i> (Golemansky, 1970) Bobrov et Mazei, 2017
28	<i>Cyclopyxis arcelloides</i> (Penard, 1902) Deflandre, 1929
29	<i>Cyclopyxis eurystoma</i> Deflandre, 1929
30	<i>Cyclopyxis kahli</i> (Deflandre, 1929)
31	<i>Cyphoderia ampulla</i> (Ehrenberg, 1840) Leidy, 1879
32	<i>Cyphoderia truncata</i> Schulze, 1875
33	<i>Diffugia bacillifera</i> Penard, 1890
34	<i>Diffugia capreolata</i> Penard, 1902
35	<i>Diffugia globularis</i> (Wallich, 1864) Chardez, 1956
36	<i>Diffugia globulosa</i> (Dujardin, 1837) Penard, 1902
37	<i>Diffugia oblonga</i> Ehrenberg, 1831
38	<i>Diffugia pristis</i> Penard, 1902
39	<i>Diffugia pulex</i> Penard, 1890
40	<i>Euglypha bryophila</i> Brown, 1911
41	<i>Euglypha ciliata</i> Ehrenberg, 1848
42	<i>Euglypha ciliata glabra</i> (Wailes, 1915)
43	<i>Euglypha compressa</i> Carter, 1864
44	<i>Euglypha cristata</i> Leidy, 1874
45	<i>Euglypha cristata decora</i> (Jung, 1942)
46	<i>Euglypha denticulata</i> Geltzer, 1995
47	<i>Euglypha filifera</i> Penard, 1890
48	<i>Euglypha hyalina</i> Coûteaux, 1978
49	<i>Euglypha laevis</i> (Ehrenberg, 1845) Perty, 1849
50	<i>Euglypha rotunda</i> Ehrenberg, 1845
51	<i>Euglypha simplex</i> Decloitre, 1965
52	<i>Euglypha strigosa</i> (Ehrenberg, 1848) Leidy, 1878
53	<i>Euglypha strigosa glabra</i> Wailes, 1912
54	<i>Euglypha strigosa heterospina</i> Wailes, 1912
55	<i>Euglypha tuberculata</i> Dujardin, 1841
56	<i>Euglypha tuberculata minor</i> Taranek, 1882
57	<i>Galeripora arenaria</i> Greeff, 1866
58	<i>Galeripora arenaria compressa</i> Decloitre, 1976
59	<i>Galeripora artocrea</i> Leidy, 1879
60	<i>Galeripora catinus</i> Penard, 1890
61	<i>Gibbocarina galeata</i> (Penard, 1890) Kosakyan et al., 2016
62	<i>Gibbocarina gracilis</i> (Penard, 1910)
63	<i>Heleopera petricola</i> Leidy, 1879
64	<i>Heleopera rosea</i> Penard, 1890
65	<i>Heleopera sphagni</i> Leidy, 1874
66	<i>Heleopera sylvatica</i> Penard, 1890
67	<i>Hyalosphenia elegans</i> Leidy, 1874
68	<i>Hyalosphenia insecta</i> Harnisch, 1938
69	<i>Hyalosphenia ovalis</i> Wailes, 1912
70	<i>Hyalosphenia papilio</i> Leidy, 1874
71	<i>Lagenodiffugia montana</i> (Ogden & Zivkovic, 1983)
72	<i>Longinebela speciosa</i> (Deflandre, 1936) Kosakyan et al., 2016

## Окончание табл. 2

1	2
73	<i>Meisterfeldia chibisovi</i> Bobrov, 2016
74	<i>Meisterfeldia polygonia</i> Bobrov, 2016
75	<i>Meisterfeldia vanhoornei</i> (Beyens et Chardez, 1986) Бробов, 2016
76	<i>Meisterfeldia wegneri</i> Bobrov, 2016
77	<i>Nebela bohémica</i> Taranek, 1882
78	<i>Nebela tincta</i> (Leidy, 1879) sensu Kosakyan & Lara, 2013
79	<i>Padaungiella lageniformis</i> Penard, 1890
80	<i>Phryganella acropodia</i> (Hertwig & Lesser, 1874) Hopkinson, 1909
81	<i>Physochila griseola</i> Penard, 1911
82	<i>Physochila tenella</i> Penard, 1893
83	<i>Placocista spinosa</i> Penard, 1899
84	<i>Plagiopyxis labiata</i> Penard, 1911
85	<i>Planocarina marginata</i> (Penard, 1902)
86	<i>Planocarina carinata</i> (Archer 1867) Kosakyan et al., 2016
87	<i>Pseudodiffugia gracilis</i> Schlumberger, 1845
88	<i>Quadrullella symmetrica</i> (Wallich, 1863) Cockerell, 1909
89	<i>Scutiglypha scutigera</i> Penard, 1912
90	<i>Sphenoderia fissirostris</i> Penard, 1890
91	<i>Sphenoderia lenta</i> Schlumberger, 1845
92	<i>Sphenoderia splendida</i> Playfair, 1917
93	<i>Tracheleuglypha dentata</i> Luftenegger, Foissner, 1991
94	<i>Trigonopyxis arcula</i> Penard, 1912
95	<i>Trinema complanatum</i> Penard, 1890
96	<i>Trinema enchelys</i> Ehrenberg, 1838
97	<i>Trinema enchelys bonneti</i> Decloitre, 1970
98	<i>Trinema lineare</i> Penard, 1890
99	<i>Trinema lineare truncatum</i> Penard, 1890
100	<i>Trinema penardi</i> Thomas & Chardez, 1958
101	<i>Valkanovia delicatula</i> Valkanov, 1962
102	<i>Wailesella eboracensis</i> Deflandre, 1928

В исследованных болотных экосистемах значительно изменялось общее число видов раковинных амёб (табл. 3).

Таблица 3

Распределение числа видов раковинных амёб  
в пробах в исследованных болотных комплексах

Название	Med значение	Min значение	Max значение
Болото № 1	50,7	42	63
Болото № 2	40	37	42
Болото № 3	41,7	36	45

Наибольшее число видов было отмечено в болоте № 1, а наименьшее число видов было обнаружено в болоте № 2. В болоте № 1 максимальное число видов в пробе составляло 63, а минимальное – 42. В болоте № 2 максимальное число видов в пробе составляло 42, а минимальное – 37. В болоте № 3 максимальное число видов в пробе составляло 45, а минимальное – 36. Максимальное число видов в пробе было обнаружено в болоте № 1, а минимальное число видов в пробе было обнаружено в болоте № 3.

Также между болотами существенно различалось среднее число видов в пробе, значения которого располагались в пределах от 40 до 50,7. Самый высокий показатель среднего числа видов в пробе был отмечен в болоте № 1, а самый низкий показатель среднего числа видов в пробе был отмечен в болоте № 2. Среднее число видов раковинных амёб в пробе составляло 44,1.

Самыми обильными видами, которые встречались в 80 % проб, оказались: *Archerella flavum*, *Assulina muscorum*, *Corythion dubium*, *Cryptodiffugia crenulata*, *Cryptodiffugia oviformis*, *Cryptodiffugia oviformis fusca*, *Euglyphla laevis*, *Euglyphla rotunda*, *Hyalosphenia papilio*, *Meisterfeldia chibisovi*, *Trinema enchelys*, *Trinema lineare*.

Самыми малочисленными видами, обнаруженными только в одной пробе, оказались: *Assulina discoides*, *Diffugia capreolata*, *Diffugia pulex*, *Euglyphla bryophila*, *Euglyphla hyalina*, *Lagenodiffugia montana*, *Longinebela speciosa*, *Meisterfeldia polygonia*, *Meisterfeldia vanhoornei*, *Padaungiella lageniformis*, *Physochila griseola*, *Physochila tenella*, *Plagiopyxis labiata*, *Quadrullella symmetrica*.

В изученных болотных экосистемах основные отличия в видовом составе тестаей определяются влажностью биотопов. Это показали результаты ординации сообществ сфагнобионтных раковинных амёб методом главных компонент (рис. 1).

В болоте № 1 формируется гидрофильное сообщество раковинных корненожек, поскольку именно здесь отмечен наиболее высокий уровень залегания грунтовых вод, что обеспечивает достаточную влажность данного биотопа.

В болоте № 2 и болоте № 3 формируются переходные варианты сообществ раковинных корненожек, поскольку именно в данных биотопах отмечен более низкий уровень залегания грунтовых вод, чем в болоте № 1.

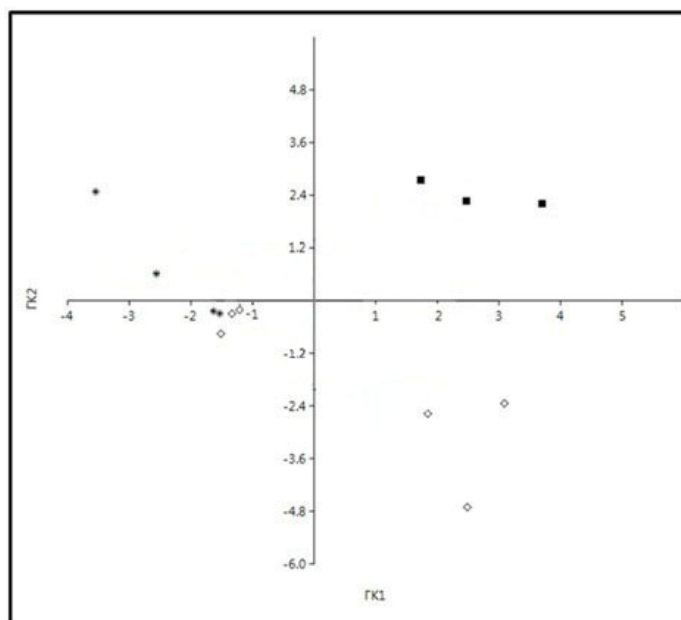


Рис. 1. Ординация сообществ раковинных амёб методом главных компонент:  
■ – болото № 1; \* – болото № 2; ◇ – болото № 3



В результате проведенного исследования было установлено, что для болота № 1 характерно гидрофильное сообщество, а в болоте № 2 и 3 сформирован переходный тип сообществ раковинных амёб.

В исследованных болотных комплексах основную роль в дифференциации сообществ тестацей, которые сформированы типичными эврибионтными и сфагнобионтными видами раковинных амёб, играют особенности гидрологического режима.

Раковинные корненожки на территории Камчатского края являются довольно разнообразным компонентом болотных экосистем, как показывают полученные данные.

### Список литературы

1. Mitchell E., Charman D. J., Warner B. Testate amoebae analysis in ecological and paleoecological studies of wetlands: past, present and future // *Biodiversity and Conservation*. 2008. Vol. 17, № 9. P. 2115–2137.
2. Цыганов А. Н., Комаров А. А., Мазей Н. Г. [и др.]. Динамика видовой структуры сообщества раковинных амёб в ходе сукцессии «водоем – болото» в голоцене на примере болота Мочуля (Калужская область, Россия) // *Зоологический журнал*. 2020. Т. 99, № 5. С. 586–598.
3. Мазей Ю. А., Цыганов А. Н. Пресноводные раковинные амёбы. М. : Товарищество научных изданий КМК, 2006. 300 с.
4. Трулова А. С. Сезонные изменения структуры сообществ раковинных амёб : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Пенза, 2013. 174 с.
5. Varol M., Mazei Yu. A., Bekleyen A. First Records of Freshwater Testate Amoebae in Turkey // *Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки*. 2015. № 2. С. 101–108.
6. Lamentowicz M., Mitchell E. The Ecology of Testate Amoebae (Protists) in Sphagnum in North-western Poland in Relation to Peatland Ecology // *Microbial Ecology*. 2005. Vol. 50, № 1. P. 48–63.
7. Комаров А. А. Структура сообществ почвообитающих раковинных амёб Печоро-Ильчского заповедника : дис. ...канд. биол. наук. Пенза, 2017. 124 с.
8. Gilbert D., Amblard C., Bourdier G., Francez A. The microbial loop at the surface of a peatland: structure, function, and impact of nutrient input // *Microb. Ecol.* 1998. Vol. 38. P. 83–93.
9. Алексеев Д. А. Раковинные амёбы почв болотных лесов северной подзоны европейской тайги : автореф. дис. ... канд. биол. наук. М. : МГУ, 1984. 262 с.
10. Лукьянцева Л. В., Иманкулова Е. А. Видовой состав раковинных амёб донных отложений пойменных озёр и участка реки Томи (г. Томск) // *Вестник Томского государственного педагогического университета*. 2015. № 2. С. 138–142.
11. Charman D. J., Hendon D., Woodland W. A. The identification of testate amoebae (Protozoa: Rhizopoda) in peats. London : Quat. Res. Association, 2000. Vol. 9. P. 147.
12. Булатова У. А. Фауна и экология раковинных амёб (Rhizopoda, Testacea) сосновых лесов Томской и Кемеровской областей // *Вестник Томского государственного университета. Биология*. 2010. № 2. С. 58–67.
13. Чернышов В. А. Эколого-географические закономерности организации сообществ почвообитающих раковинных амёб Западной Сибири : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Саратов : СГУ, 2010. 154 с.
14. Booth R. K. Ecology of testate amoebae (Protozoa) in two lake superior coastal wetlands: implications for paleoecology and environmental monitoring // *The Society of Wetland Scientists*. 2001. Vol. 21, № 4. P. 564–576.
15. Курьина И. В. Экология раковинных амёб олиготрофных болот южной тайги Западной Сибири как индикаторов водного режима // *Известия ПГПУ им. В. Г. Беллинского*. 2011. № 25. С. 368–375.

16. Курьина И. В., Веретенникова Е. Э., Залиш Л. В. [и др.]. Применение зооиндикаторов для реконструкции условий природной среды голоцена в торфяной залежи низинного болота // Зоологический журнал. 2017. Т. 96, № 8. С. 973–986.
17. Heal O. W. Observations on the seasonal and spatial distribution of testaceans (Protozoa: Rhizopoda) in Sphagnum // Journal of Animal Ecology. 1964. Vol. 33, № 3. P. 395–412.
18. Warner B. G., Asada T., Quinn N. P. Seasonal in Xuences on the ecology of testate amoebae (Protozoa) in a small Sphagnum peatlands in southern Ontario, Canada // Microb Ecol. 2007. Vol. 54. P. 91–100.
19. Мазей Ю. А., Ембулаева Е. А. Изменение сообществ почвообитающих раковинных амёб вдоль лесостепного градиента в Среднем Поволжье // Аридные экосистемы. 2009. Т. 15, № 1. С. 13–23.
20. Цыганов А. Н., Бабешко К. В., Мазей Ю. А. Определитель родов раковинных амёб : монография. Пенза: Изд-во ПГУ, 2016. 130 с.
21. Siemensa F. J. Microworld, world of amoeboid organisms. World-wide electronic publication, Kortenhoef, the Netherlands. 2025. URL: <https://arcella.nl> (дата обращения: 13.06.2025).

### References

1. Mitchell E., Charman D.J., Warner B. Testate amoebae analysis in ecological and paleoecological studies of wetlands: past, present and future. *Biodiversity and Conservation*. 2008;17(9):2115–2137.
2. Tsyganov A.N., Komarov A.A., Mazey N.G. et al. Dynamics of the species structure of a testate amoebae community during the pond–swamp succession in a swamp: by the example of the Mochulya swamp (Kaluga Oblast, Russia). *Zoologicheskij zhurnal* = Zoological journal. 2020;99(5):586–598. (In Russ.)
3. Mazey Yu.A., Tsyganov A.N. *Presnovodnyye rakovinnyye ameby* = Freshwater testate amoebae. Moscow: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2006:300. (In Russ.)
4. Trulova A.S. Seasonal changes in the structure of testate amoebae communities: PhD abstract. Penza, 2013:174. (In Russ.)
5. Varol M., Mazei Yu.A., Bekleyen A. First records of freshwater testate amoebae in Turkey. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Yestestvennyye nauki* = University proceedings. Volga region. Natural sciences. 2015;(2):101–108.
6. Lamentowicz M., Mitchell E. The ecology of testate amoebae (Protists) in Sphagnum in North-western Poland in relation to Peatland ecology. *Microbial Ecology*. 2005;50(1):48–63.
7. Komarov A.A. The structure of soil-dwelling testate amoebae communities in the Pechoro-Ilych Nature Reserve: PhD dissertation. Penza, 2017:124. (In Russ.)
8. Gilbert D., Amblard C., Bourdier G., Francez A. The microbial loop at the surface of a peatland: structure, function, and impact of nutrient input. *Microb. Ecol.* 1998;38: 83–93.
9. Alekseyev D.A. Testate amoebae of the soils of swamp forests of the northern subzone of the European taiga. PhD abstract. Moscow: MGU, 1984:262. (In Russ.)
10. Luk'yantseva L.V., Imankulova E.A. Species composition of testate amoebae in bottom sediments of floodplain lakes and a section of the Tom River (Tomsk). *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta* = Bulletin of Tomsk State Pedagogical University. 2015;(2):138–142. (In Russ.)
11. Charman D.J., Hendon D., Woodland W.A. *The identification of testate amoebae (Protozoa: Rhizopoda) in peats*. London: Quat. Res. Association, 2000;9:147.
12. Bulatova U.A. Fauna and ecology of testate amoebae (Rhizopoda, Testacea) of pine forests of Tomsk and Kemerovo regions. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya* = Bulletin of Tomsk State University. Biology. 2010;(2):58–67. (In Russ.)

13. Chernyshov V.A. Ecological and geographical patterns of community organization of soil-dwelling testate amoebae in Western Siberia: PhD abstract. Saratov: SGU, 2010:154. (In Russ.)
14. Booth R.K. Ecology of testate amoebae (Protozoa) in two lake superior coastal wetlands: implications for paleoecology and environmental monitoring. *The Society of Wetland Scientists*. 2001;21(4):564–576.
15. Kur'ina I.V. Ecology of testate amoebae of oligotrophic swamps of the southern taiga of Western Siberia as indicators of water regime. *Izvestiya PGPU im. V. G. Belinskogo* = Proceedings of Penza State Pedagogical University named after V.G. Belinskiy. 2011;(25):368–375. (In Russ.)
16. Kur'ina I.V., Veretennikova E.E., Zalish L.V. et al. Application of zooindicators for reconstruction of Holocene environmental conditions in a lowland peat deposit. *Zoologicheskii zhurnal* = Zoological journal. 2017;96(8):973–986. (In Russ.)
17. Heal O.W. Observations on the seasonal and spatial distribution of testaceans (Protozoa: Rhizopoda) in Sphagnum. *Journal of Animal Ecology*. 1964;33(3):395–412.
18. Warner B.G., Asada T., Quinn N.P. Seasonal in Xuences on the ecology of testate amoebae (Protozoa) in a small Sphagnum peatlands in southern Ontario, Canada. *Microb Ecol*. 2007;54:91–100.
19. Mazey Yu.A., Yembulayeva E.A. Changes in soil-dwelling testate amoebae communities along the forest-steppe gradient in the Middle Volga region. *Aridnyye ekosistemy* = Arid ecosystems. 2009;15(1):13–23. (In Russ.)
20. Tsyganov A.N., Babeshko K.V., Mazey Yu.A. *Opredelitel' rodov rakovinnykh ameb: monografiya* = Key to the genera of testate amoebae: monograph. Penza: Izd-vo PGU, 2016:130. (In Russ.)
21. Siemensma F.J. *Microworld, world of amoeboid organisms. World-wide electronic publication*. Kortenhoef, the Netherlands. 2025. Available at: <https://arcella.nl> (accessed 13.06.2025).

#### Информация об авторах / Information about the authors

**Ксения Сергеевна Жмылева**  
аспирант,  
Пензенский государственный  
университет  
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)  
E-mail: kszhm@mail.ru

**Ksenia S. Zhmyleva**  
Postgraduate student,  
Penza State University  
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

**Виктор Александрович Чернышов**  
доцент кафедры зоологии и экологии,  
Пензенский государственный  
университет  
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)  
E-mail: aldan-viktor@mail.ru

**Viktor A. Chernyshov**  
Associate professor of the sub-department  
of zoology and ecology,  
Penza State University  
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов /**

**The authors declare no conflicts of interests.**

**Поступила в редакцию / Received 10.10.2025**

**Поступила после рецензирования и доработки / Revised 07.11.2025**

**Принята к публикации / Accepted 23.11.2025**