

**ОТЗЫВ официального
оппонента о диссертации на
соискание ученой степени
кандидата биологических наук
Су Цзяхуэя на тему: «Структурные
и функциональные характеристики
сообществ раковинных амёб в
наземных местообитаниях Северной
Евразии» по специальности 1.5.15.
Экология (биологические науки)**

Диссертация Су Цзяхуэя посвящена изучению механизмов формирования сообществ минеральных почв и болотных биотопов и представляет собой тщательное, продуманное и фундаментальное исследование зависимости структурно-функциональных характеристик сообществ раковинных амёб от типа биотопа и средовых переменных. Работа выполнена с использованием комплексного подхода к анализу сообществ раковинных амёб с применением показателей таксономического и функционального разнообразия и функциональных признаков различных видов

**REVIEW from the official
opponent on the dissertation for the
academic degree of candidate
of biological sciences Su Jiahui
on the topic: "Structural and
functional characteristics of testate
amoebae communities in terrestrial
habitats of Northern Eurasia"
in specialty 1.5.15. Ecology
(biological sciences)**

Su Jiahui's dissertation is dedicated to the study of mechanisms underlying the formation of mineral soil communities and wetland biotopes. It represents a thorough, well-considered, and fundamental study of the relationship between the structural and functional characteristics of testate amoebae communities and the type of biotope and basic environmental variables. The work utilizes a comprehensive approach to analyzing testate amoebae communities, employing indicators of taxonomic and functional diversity and functional traits of various testate amoebae species, analyzed using a variety of modern statistical methods.

раковинных амеб, которые анализировались различными современными методами статистического анализа.

Актуальность темы работы и новизна научного исследования несомненна. Формирование и функционирование сообществ одноклеточных эукариот, особенности географического и регионального распространения видов амеб, проблемы связанные с адаптациями видов к конкретным микроусловиям, определяющим структуру сообщества — все это современные научные тематики, активно изучаемые в самых разных своих аспектах. Автор выносит на защиту ряд положений, связанных со структурно-функциональной организацией и механизмами формирования сообществ раковинных амеб. Все выносимые на защиту положения обоснованы, новы и оригинальны и никаких формальных вопросов не вызывают. Автором предложены новые подходы, интегрирующие таксономическую классификацию и функциональные

The relevance of the topic and the novelty of this research are evident. The formation and functioning of communities of unicellular eukaryotes, the geographic and regional distribution of amoebae species, and the problems associated with species adaptation to specific microenvironments that determine community structure are among modern scientific topics, actively studied in a variety of aspects. The author presents a number of theses related to the structural and functional organization and mechanisms of community formation in testate amoebae. All these theses are well-founded, novel, and original, and raise no formal questions. The author proposes new approaches integrating taxonomic classification and functional traits in testate amoebae, developing a new system of functional traits focused on the study of their ecological roles

признаки у раковинных амёб, разработана новая система функциональных признаков, ориентированная на изучение их экологических ролей и разнообразия. Функциональная классификация позволяет выйти за рамки традиционных морфологических систем и обеспечивает более глубокое понимание экологических стратегий этих организмов. Впервые проведен сравнительный анализ механизмов формирования сообществ почвообитающих и сфагнобионтных раковинных амёб с учётом региональных и широтных различий. Выявлены широтные градиенты разнообразия и региональная специфика сообществ раковинных амёб. Исследование вносит вклад в разработку новых методологических подходов и расширяет возможности изучения сообществ раковинных амёб в наземных экосистемах.

Диссертация изложена на 157 страницах, проиллюстрирована 11 таблицами и 29 рисунками. Список литературы включает 196 источников

and diversity. This functional classification allows us to go beyond traditional morphological systems and provides a deeper understanding of the ecological strategies of these organisms. For the first time, a comparative analysis of the mechanisms underlying the formation of soil-dwelling and sphagnobiotic testate amoebae communities was conducted, taking into account regional and latitudinal differences. Latitudinal diversity gradients and regional specificities of testate amoebae communities were identified. This study contributes to the development of new methodological approaches and expands the possibilities for studying testate amoebae communities in terrestrial ecosystems.

The dissertation is 157 pages long and illustrated with 11 tables and 29 figures. The bibliography includes 196 sources in foreign languages. The

на иностранных языках. По результатам работ автором опубликовано 5 статей в журналах, индексируемых Web of Science, Scopus, RSCI и рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ.015.3 по специальности 1.5.15. Экология (биологические науки). Во всех опубликованных работах вклад автора значителен или является определяющим.

Диссертация состоит из введения, 8 глав (5 из них пронумерованы), выводов и списка литературы. Работа содержит адекватный обзор существующих литературных данных (глава 1), к которому у меня вопросов практически не возникло, раздел Материал и методики (глава 2), некоторые замечания по которому приведены ниже, три главы посвященные результатам работ - трем направлениям выполненных автором исследования, далее уже без нумерации идут заключительные замечания и комментарии автора, выводы и список литературы. Текст

author has published five articles in journals indexed by Web of Science, Scopus, and RSCI, and recommended for defense by the Moscow State University Dissertation Council. 015.3 in the specialty 1.5.15. Ecology (biological sciences). In all published works, the author's contribution is significant or decisive.

The dissertation consists of an introduction, eight chapters (five of which are numbered), conclusions, and a bibliography. The work contains an adequate review of existing literature (Chapter 1), which I found to be largely unquestionable. A section on Materials and Methods (Chapter 2), requires some comments, are provided below. Three chapters are devoted to the results of the work— and each of them is dedicated to three directions of the research. Following this are three unnumbered chapters - the author's concluding remarks and comments, conclusions, and a bibliography. The text is quite well written, although I

достаточно хорошо написан, хотя отдельные комментарии по нему у меня возникли. Выводы в целом обоснованы, соответствуют задачам работы и хорошо отражают полученные результаты. Их достоверность и новизна сомнений не вызывают. Список литературы адекватен и содержит практически все актуальные работы в рассматриваемой области исследований.

Общее впечатление от работы положительное, хотя при прочтении некоторые замечания и комментарии у меня возникли. В первую очередь они касаются изложения материала в раздел «Материал и методики» (Глава 2).

В таблице 2 в качестве категорий при разделении материала раковины использованы как отдельные категории раковины, состоящие из органического материала (1), из ксеносом (т.е. частиц, захваченных амёбой в окружающей среде) (2), раковины из идиосом (т.е. частиц, синтезированных самой клеткой) (3) и раковины из клептосом

have some comments about it. The conclusions are generally well-founded, correspond to the aims of the work, and reflect the obtained results well. Their reliability and originality of the text are beyond doubt. The bibliography is adequate and includes virtually all relevant works in the research area under consideration.

My overall impression of the work is positive, although I did have some concerns and comments while reading it. These primarily concern the presentation of the material in the "Materials and Methods" section (Chapter 2).

In Table 2, the shell material is divided into categories. As a separate categories author consider shells composed of organic material (1), shells composed of xenosomes (i.e., particles captured by the amoeba from the environment) (2), shells composed of idiosomes (i.e., particles synthesized by the cell itself) (3), and shells

(частиц, «позаимствованных» амёбой у съеденных раковинных амёб иных видов или своего вида) (4). Подобное разделение мне представляется не вполне корректным, так как амёбы, имеющие «раковину из органического материала» синтезируют белковые альвеолы для ее формирования самостоятельно, внутри клетки, и таким образом по своей сути эти субъединицы являются идиосомами (частицами, синтезированными самой клеткой). Помимо этого, многие виды амёб имеющие агглютинированную раковину и способные синтезировать идиосомы охотно включают в состав раковины и частицы из внешней среды, тем самым формируя раковину смешанной природы. Некоторые виды, имеющие в норме раковину смешанной природы или состоящую в основном из ксеносом при отсутствии подходящего материала формируют чисто органическую раковину. Мне кажется, что выбор этого признака для анализа является не самым удачным, так как во многих случаях его точная категоризация невозможна.

composed of kleptosomes (particles "borrowed" by the amoeba from consumed testate amoebae of other species or from its own species) (4). I believe this division is not entirely correct, since amoebas with "shells composed of organic material" synthesize the proteinaceous alveoli for their formation themselves, within the cell, and thus these subunits are essentially idiosomes (particles synthesized by the cell itself). Furthermore, many amoebae species with agglutinated shells and the ability to synthesize idiosomes readily incorporate particles from the environment into their shells, thereby forming a mixed shell. Some species, which normally have a mixed shell or one composed primarily of xenosomes, form a purely organic shell in the absence of suitable material. It seems to me that this characteristic is not the best choice for analysis, as in many cases its precise categorization is impossible.

В той же самой таблице 2 – строка “trophic features” – логично предложено разделить амеб на хищных, миксотрофных и бактериоядных. Однако последняя категория является очень спорной, так как не учитывает питание клеток одноклеточными грибами (дрожжами, например). В целом литературные указания на рацион питания амеб (как раковинных, так и голых) обычно достаточно скудны и зачастую основаны на недостаточном количестве наблюдений. Не уверен, что для этой строки можно собрать действительно качественные данные.

Не совсем понятно, насколько сравнимы между собой все отобранные пробы (по методике, объему проб, методам выделения и идентификации раковинных амеб). «adequately sized samples were taken in one to three replicates» — это (даже со ссылкой) не вполне корректное описание использованного материала для работы экологической направленности, в особенности – работы, посвященной какому-либо сравнению.

In the same Table 2, the line "trophic features" logically suggests dividing amoebae into predatory, mixotrophic, and bacterivorous. However, the last category is highly controversial, as it does not account for the nutrition of cells by unicellular fungi (yeast, for example). In general, literature on the diet of amoebae (both testate and naked) is usually quite sparse and often based on an insufficient number of observations. I'm not sure that truly high-quality data can be collected for this line.

It's not entirely clear how comparable all the collected samples are (in terms of methodology, sample size, and methods for isolating and identifying testate amoebae). "Adequately sized samples were taken in one to three replicates" (even with a reference) is not an entirely accurate description of the material used for an ecologically focused study, especially a study devoted to any kind of comparison.

Мне представляется, что в целом раздел, посвящённый материалу работы написан не очень удачно, составить полное представление о характере проб, сравнимости проб (а тут возможны очень разные тонкости и проблемы). Из текста раздела практически до самого его конца не совсем понятно, были ли какие-то пробы были обработаны диссертантом самостоятельно, и лишь заключительная фраза раздела позволяет понять, что автор пользовался готовыми фаунистическими данными. Мне было бы гораздо легче увидеть данные этого раздела, изложенные в табличной или (возможно) графической форме — какие данные и точки сбора материала взяты из какой работы, какие были объёмы проб, как отбирали пробы, насколько они сравнимы между собой. Это важно, так как в работе присутствует раздел посвященный анализу распространения раковинных амёб.

I believe that, overall, the section devoted to the study's material is poorly written to provide a full understanding of the nature of the samples and their comparability (which can present a wide range of subtleties and challenges). It's unclear until almost the very end whether any of the samples were processed independently by the candidate, and only the final sentence suggests that the author used existing faunal data. It would have been much easier for me to see the data in this section presented in tabular or (possibly) graphical form—which data and collection points were taken from which study, what the sample volumes were, how the samples were collected, and how comparable they are. This is important, as the study includes a section devoted to analyzing the distribution of testate amoebae.

Автором приведена карта, на которой отмечено расположение проб, использованных в датасетах для различных типов анализа, однако отмеченные точки во многих случаях перекрываются. Возможно, не помешали бы «врезки» для районов наиболее массового сбора материала, дающие более детальное представление о пробоотборе.

Раздел 2.1.3. (Climate data) скорее соответствует «Обзору литературы», а не разделу «материал и методики», и вероятно бы смотрелся уместнее в виде отдельной главы литобзора. Отмечу, однако, что всю необходимую информацию он дает.

Работа содержит некоторые следы невычитанности и досадные опечатки (возможно, связанные с автозаменой), например стр. 66 вторая строка и далее по всему тексту – “cleptostome coverings” вместо “cleptosome” (радикально меняет смысл). Впрочем, это – обычная ситуация для объемных работ и в

The author provided a map showing the locations of the samples used in the datasets for various types of analysis, but the marked points overlap in many cases. Perhaps some "inserts" for the areas where the most extensive material collection occurred, providing a more detailed understanding of the sampling process, would be helpful.

Section 2.1.3. (Climate data) is more appropriate for a "Literature Review" than a "Materials and Methods" section, and would probably be more appropriate as a separate chapter of the literature review. However, I note that it provides all the necessary information.

The work contains some traces of unproofreading and annoying typos (possibly related to autocorrect), for example, on page 66, second line, and throughout the text, "cleptostome coverings" instead of "cleptosome" (radically changes the meaning). However, this is common in lengthy works and does not affect the overall

целом на понимание текста не влияет. Мне попала ссылка, процитированная в тексте (стр. 5), но отсутствующая в списке литературы (Todorov, Golemansky 1975).

Очень не помешало бы привести в работе список видов амёб, относящихся к каждой их выделенных функциональных групп. Он позволил бы независимо соотнести функциональную классификацию с таксономической и (для специалистов) с морфологией и иными известными характеристиками клеток. В текущем варианте работы мы вынуждены доверять полученному результату «вслепую», что, разумеется, не очень хорошо. Отсутствие подобного списка до какой-то степени противоречит утверждению автора о том, что «впервые разработана система функциональных признаков и классификация раковинных амёб, ориентированная на изучение их экологических ролей и разнообразия» (фраза из атореферата, стр. 5). Система функциональных признаков разработана и приведена, но где

comprehension of the text. I came across a reference cited in the text (p. 5) but not included in the bibliography (Todorov, Golemansky 1975).

It would be very helpful to include a list of amoebae species belonging to each of the identified functional groups. This would allow us to independently correlate the functional classification with the taxonomic classification and (for specialists) with morphology and other known cell characteristics. In the current version of the paper, we are forced to rely on the obtained results "blindly," which is, of course, not very good. The absence of such a list somewhat contradicts the author's assertion that "a system of functional traits and a classification of testate amoebae has been developed for the first time, oriented toward the study of their ecological roles and diversity" (phrase from the abstract, p. 5). The system of functional traits has been developed and provided, but where is the corresponding classification, at least similar to

соответствующая ей классификация, хотя бы подобная работе Bonnet 1975 года? Хотелось бы полагать, что эта часть работы оставлена для будущих публикаций.

При прочтении работы мне явно очень не хватает иллюстрации, на которой были бы приведены рисунки раковинных амёб, сгруппированные соответственно выделенным автором функциональным группам (и, желательно, еще и в одном масштабе). Мне представляется, что это позволило бы гораздо лучше оценить характер разбиения и гомогенность (или наоборот гетерогенность) выделенных групп и очень существенно помогло бы в понимании работы, особенно для читателей, не являющихся узкими специалистами в области изучения раковинных амёб. Последние, несомненно, которые представляют себе морфологию видов достаточно хорошо. Но это может быть не так для специалистов в иных областях.

Мне представляется, что широтный градиент – на самом деле не

Bonnet's 1975 work? I would like to believe that this part of the paper is reserved for future publications.

While reading the text, I clearly missed an illustration showing drawings of testate amoebae grouped according to the functional groups identified by the author (and, preferably, at the same scale). I believe this would allow for a much better assessment of the nature of the partitioning and the homogeneity (or, conversely, heterogeneity) of the identified groups and would greatly aid in understanding the paper, especially for readers who are not specialists in the study of testate amoebae. The latter, of course, have a fairly good understanding of species morphology. But this may not be the case for specialists in other fields.

It seems to me that "latitudinal gradient" is not the most appropriate

самое удачное название, так как и макро- и микроусловия в изученных местообитаниях, распределённых на такой огромной площади, определяются далеко не только географической широтой. Авторы сами отмечают, что «результаты подчеркивают роль климатических переменных, таких как среднегодовая температура и сезонность осадков, в формировании крупномасштабных закономерностей α - и β -разнообразия раковинных амёб». Однако эти климатические переменные определяются множеством факторов. Недаром же карта основных биогеографических зон отнюдь не привязана к широте, да и само выраженное широтное распределение в глобальном масштабе – штука очень редкая. Привязка состава сообщества в том числе и к широте несомненна и в работе достаточно убедительно показана, но, возможно, не стоило именно широту выносить как титульный фактор. Во вводных главах работы и в автореферате говорится о «широтном и региональном градиенте, возможно именно акцент на

term, since both macro- and micro-conditions in the studied habitats, distributed over such a vast area, are determined by much more than just latitude. The authors themselves note that "the results highlight the role of climatic variables, such as mean annual temperature and precipitation seasonality, in shaping large-scale patterns of α - and β -diversity in testate amoebae." However, these climate variables are determined by far more than just latitude. It's no wonder that the map of the main biogeographic zones is not tied to latitude, and a clearly defined latitudinal distribution on a global scale is very rare. Linking the distribution The division, including by latitude, is undeniable and convincingly demonstrated in the paper, but perhaps latitude should not have been the title factor. The introductory chapters of the paper and the abstract mention "latitudinal and regional gradients," but perhaps an emphasis on the regional gradient would have been more appropriate.

региональном градиенте был бы более уместен.

В заключение отмечу, что в работе есть неиспользованный резерв данных, впрочем — действительно не стоит вероятно пытаться уместить все в одну работу. Результаты работы, по сути, представляют собой три больших блока анализов, каждый из которых имеет свой выход и результат. Однако результаты первого блока исследований — «функциональная классификация» раковинных амёб, не полностью использованы во втором и третьем разделах. Было бы очень интересно посмотреть, как на полученные данные накладывается именно разбиение раковинных амёб по выделенным авторами функциональным группам (не по видам или отдельным функциональным чертам). Пока что получается, что авторы сознательно не используют ими же самими созданный инструмент именно для того типа анализа, для которого они его и создавали. Вероятно это — одно из перспективных направлений развития

In conclusion, may I note that the paper contains untapped data, although it is probably not worth trying to fit everything into a single paper. The results of the paper essentially represent three large sets of analyses, each with its own outcome and result. However, the results of the first set of studies—the "functional classification" of testate amoebae—are not fully utilized in the second and third sections. It would be very interesting to see how the authors' classification of testate amoebae by functional groups (not by species or individual functional traits) fits into the obtained data. So far, it appears that the authors are deliberately not using their own tool for the type of analysis for which they designed it. This is likely one of the promising areas for further development of this research.

этого исследования.

Завершая отзыв, отмечу, что указанные мною замечания ни в коей мере не умаляют значимости выполненного автором диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.5.15. Экология (биологические науки), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова. Диссертационное исследование оформлено согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Су Цзяхуэй заслуживает присуждения ученой степени кандидата

Finally, I would like to note that the comments I have made in no way diminish the significance of the author's dissertation research. The dissertation meets the requirements established by Lomonosov Moscow State University for works of this type. The dissertation content complies with the specialty 1.5.15. Ecology (biological sciences), as well as the criteria defined in paragraphs 2.1-2.5 of the Regulations on Awarding Academic Degrees at Lomonosov Moscow State University. The dissertation research is formatted in accordance with the requirements of the Regulations on the Dissertation Defense Council for Candidate of Sciences and Doctor of Sciences Degrees of Lomonosov Moscow State University.

Thus, applicant Su Jiahui deserves to be awarded the degree of Candidate of Biological Sciences in specialty

биологических наук по специальности
1.5.15. Экология (биологические
науки).

Официальный оппонент:

Кандидат биологических наук,
доцент кафедры зоологии
беспозвоночных Биологического
факультета Санкт-Петербургского
государственного университета
«Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение
высшего образования»

СМИРНОВ Алексей Валерьевич

подпись
16.12.2025

Контактные данные: тел.: +7(921)7473372,
e-mail: alexey.smirnov@spbu.ru
Специальность, по которой официальным
оппонентом защищена диссертация:
03.00.08.— Зоология

Адрес места работы:
199034, (Россия) г. Санкт-Петербург,
Университетская набережная, д. 7-9,
Санкт-Петербургский государственный
университет, Биологический факультет,
каф. зоологии беспозвоночных
Тел.: +7(812)517683; e-mail: spbu@spbu.ru

Подпись сотрудника Санкт-Петербургского
государственного университета
А.В. Смирнова удостоверяю:

руководитель
кадровый работник

дата

1.5.15. Ecology (biological sciences).

Official Opponent:

Candidate of Biological Sciences,
Associate Professor,
Department of Invertebrate Zoology,
Faculty of Biology, Saint Petersburg State
University,
Federal State Budgetary Educational
Institution of Higher Education

SMIRNOV Aleksey Valerievich,

signature
December 16, 2025

Contact information:

Tel.: +7 (921) 7473372, e-mail:
alexey.smirnov@spbu.ru

Specialty in which the official opponent
defended the dissertation:
03.00.08. – Zoology

Work address:

199034, (Russia) Saint Petersburg,
Universitetskaya Embankment, 7-9, Saint
Petersburg State University, Faculty of
Biology, Department of Invertebrate
Zoology Tel.: +7 (812) 517683; email:
spbu@spbu.ru

I certify the signature of A.V. Smirnov, an
employee of St. Petersburg State
University: