

**Отзыв**  
**официального оппонента к.б.н. Патовой Елены Николаевны на**  
**диссертационную работу Вишнякова Василия Сергеевича «Вошериевые**  
**водоросли (Xanthophyceae) России: таксономический состав, морфология,**  
**распространение», представленную на соискание ученой степени кандидата**  
**биологических наук по специальности 03.02.01 – «Ботаника»**

Работа В.С. Вишнякова посвящена анализу видового состава, морфологических особенностей и распространения на территории России малоисследованных и нуждающихся в таксономической ревизии двух родов желто-зеленых водорослей *Vaucheria* de Candolle и *Asterosiphon* Dangeard с ничатосифональной структурой таллома.

**Актуальность исследований**, проведенных В.С. Вишняковым, не вызывает сомнений в связи с тем, что вошериевые водоросли в России относятся к одной из слабо изученных групп класса Xanthophyceae. Для большинства регионов России до настоящего времени сведения о разнообразии этой группы споровых организмов во флористических сводках либо отсутствуют, либо приводятся на уровне родов. Связано это с тем, что для таксономической идентификации представителей вошериевых водорослей необходимо подробное изучение признаков репродуктивной сферы, что требует особого подхода к отбору проб в природных условиях и систематического детального наблюдения за природными популяциями. Для большей части территории России в связи с малодоступностью и удаленностью районов исследований проведение таких наблюдений затруднено. Малочисленны также сведения о географическом и биотопическом распространении желто-зеленых водорослей в целом и вошериевых водорослей в частности. В условиях роста антропогенной нагрузки на природные экосистемы и изменения климата к важным направлениям альгологических исследований относят выявление инвазивных и редких видов водорослей. Проведение таких наблюдений необходимо для понимания условий способствующих распространению видов-вселенцев, разработке мер по охране редких видов и мест их обитания. Флористические, систематические и биогеографические исследования вошериевых, проведенные В.С. Вишняковым, являются важной составной частью инвентаризации разнообразия водорослей водоемов и почв различных регионов России, постановка проблем в рассматриваемой работе представляется достаточно интересной и, несомненно, актуальной.

**Целью диссертационной работы** В.С. Вишнякова было изучение состава, морфологии, общих и особенных черт распространения вошериевых водорослей в разных регионах России.

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина Российской академии наук.

**Объем и структура диссертации.** Диссертация состоит из введения, 8 глав, выводов, списка цитируемой литературы, включающего 560 источников, из которых 400 зарубежных. Работа изложена на 384 страницах, содержит 15 таблиц, 18 рисунков. В приложениях дан подробный анализ изученного материала и 75 фототаблиц с микрофотографиями генеративных ветвей.

Три первые главы диссертационной работы представляют литературный обзор. В первой главе диссертации дан подробный обзор состояния

таксономических исследований вошериевых водорослей, включающих морфологические и молекулярные методы. Для анализа и обсуждения полученных данных В.С. Вишняковым привлечены многочисленные литературные источники. На основе проведенного анализа показано, что использование молекулярных маркеров не оказало ожидаемого революционного влияния на таксономию вошериевых водорослей, однако вызвало необходимость как можно более тщательного анализа различных состояний традиционно используемых морфологических признаков.

Вторая глава диссертации посвящена анализу состояния изученности вошериевых водорослей в России начиная с конца XVIII века и до наших дней. Всего для территории России ранее было отмечено 19 видов рода *Vaucheria* из 7 секций. На основе сравнения выявленного разнообразия в других регионах мира, автор сделал вывод, что с учетом обширной площади нашей страны и значительного числа разных вариантов биотопов можно прогнозировать более высокое разнообразие представителей этого рода для России.

В третьей главе дано общее представление о морфологии и жизненных циклах вошериевых, пояснены термины, используемые для обозначения репродуктивных структур и значение последних для таксономии.

В четвертой главе содержится подробная информация об использованных автором материалах и методах исследования. Для подготовки диссертационной работы привлечен обширный фактический материал, охватывающий различные природно-климатические зоны европейской и азиатской частей России. Проанализировано 1230 фертильных популяций водорослей в сборах автора и материалах ряда российских альгологических коллекций из 33 регионов России (Европейская часть, Кавказ, Сибирь и Дальний Восток). Создана гербарная коллекция вошериевых водорослей, включающая 843 образца.

Исследования проведены с использованием сравнительно-морфологических методов, широко применяемых в альгологии при изучении таксономического разнообразия. Автором проанализирована морфологическая изменчивость инситу популяций, проверено соответствие изученного материала диагнозам и эталонным образцам. Определение вошериевых водорослей проведено с привлечением крупных зарубежных и отечественных таксономических сводок, а также статей по данной группе водорослей. Вопросы номенклатуры рассмотрены в соответствии с положениями Международного кодекса номенклатуры водорослей, грибов и растений.

Выполнен анализ ареалогических групп, биотопического распределения и сравнение региональных флористических комплексов. Ценным в работе является то, что на основе характеристики распространения таксонов выделено 5 типов ареалов характерных для вошериевых водорослей (мультирегиональный, голарктический, палеарктический, европейский, азиатский). Проанализирована биотопическая приуроченность видов, включая водные биотопы, гидроморфные (полуводные и полуназемные) и почвенные биотопы (у эфемерных водоёмов, собственно почвенные биотопы). Для оценки сходства биотопов по видовому составу была использована программа PAST, позволяющая кластеризовать матричные данные методом одиночного присоединения с использованием коэффициента Сёренсена (Дайса).

Результаты исследований обобщены В.С. Вишняковым в трех последующих главах диссертации. В пятой главе для выявленных автором 30 видов и

разновидностей из родов *Vaucheria* (29) и *Asterosiphon* (1) приведен подробный аннотированный список. Особую ценность в таксономическом плане представляет расположенный в начале главы новый дихотомический ключ для определения секций и видов рода *Vaucheria*, которые отмечены на территории России. Для каждого из 30 выявленных видов автор подробно обсуждает вопросы морфологии, таксономии, номенклатуры, точности ранних определений, общего географического распространения и экологии, а также распространения в пределах России. Для каждого из таксонов приведена полная номенклатурная цитата, включающая принятое название, его базиним и основные синонимы. Научный интерес представляют выполненные автором микрофотографии генеративных нитей (представлено 75 фототаблиц) которые существенно дополняют описание морфологических особенностей исследованных видов, а также цветные макрофотографии их сообществ в природных условиях.

В шестой главе автор обсуждает распространение вошериевых водорослей на территории России. Приведена структура ареалогических групп. Установлено преобладание видов с мультирегиональным ареалами (более 65 %), для остальных видов характерны компактные ареалы, расположенные в Голарктике. Впервые на территории России были обнаружены 16 видов и разновидностей вошериевых водорослей и уточнены представления о распространении ряда видов. На основе ареалогического анализа В.С. Вишняковым выдвинуто оригинальное предположение об аллохтонном формировании флоры вошериевых водорослей России. Несомненным достоинством диссертационной работы В.С. Вишняка является собранный и обработанный большой массив данных по биотопической приуроченности вошериевых водорослей. Выделены две группы биотопов, различающихся по степени и периодичности обводнения, оценена приуроченность к ним исследованных видов вошериевых.

На примере двух, наиболее хорошо исследованных лично автором регионов (Прибайкалье и Верхневолжье) проанализированы региональные различия состава и биотопического распределения вошериевых водорослей обусловленные факторами среды. К основным факторам, влияющим на распределение водорослей по биотопам, автором отнесены влажность и теплообеспеченность климата. Выполнено ранжирование видов по числу находок с целью сравнения условий формирования региональных флор. Для трех основных типов биотопов проведено сравнение флористического сходства по регионам исследования и по типам биотопов с использованием коэффициента Сёренсена. Как и следовало ожидать, для вошериевых водорослей очень чувствительных к высыханию субстрата, снижение сходства видового состава было выявлено в первую очередь при уменьшении влажности биотопа.

В седьмой главе рассмотрено расширение ареала под влиянием антропогенного фактора североатлантического вида *V. compacta* var. *dulcis* распространённого преимущественно в эстуариях. Проведены детальные наблюдения за распространением вида в каскаде Волжских водохранилищ и проанализированы факторы, благоприятствующие этому процессу. В диссертации представлена оригинальная модель инвазии эвригалинного вида в пресные водохранилища.

В заключительной, восьмой главе В.С. Вишняковым обсуждаются проблемы охраны редких видов вошериевых водорослей. Проанализировано состояние этой группы спорных в красных книгах и красных списках Германии, Австрии,

Венгрии, Словакии, Украины, Норвегии, Бангладеш, Австралии, Ленинградской и Омской областей России. Рассмотрены общие проблемы охраны эфемерно появляющихся водорослей и приведены конкретные примеры на оригинальном материале автора по наблюдениям за распространением вошериевых водорослей в Прибайкалье и Верхневолжье. Проведенные исследования позволили сделать вывод, что защита биотопов от антропогенного влияния для эфемерных видов не может считаться эффективным методом охраны, более действенна в случае вошериевых разработка мер по комплексной охране водоемов и почв в местах произрастания водорослей.

**Выводы** соответствуют поставленным задачам, обоснованы представленным в диссертационной работе материалом.

**Научная новизна.** Проведена таксономическая ревизия флоры вошериевых водорослей России, обнаружено 30 видов и разновидностей из водных, гидроморфных и наземных биотопов. Для территории России выявлено 16 новых видов, включая вид монотипического рода *Asterosiphon* и 15 видов и разновидностей рода *Vaucheria*. Составлены оригинальные морфологические описания, для всех выявленных видов. Рассмотрены вопросы объёма, номенклатуры, распространения и экологии некоторых таксонов. Два вида предложены к описанию как новые для науки: *V. pseudaversa* sp. nov. и *V. megalaversa* sp. nov. Действительно обнаружена номенклатурная комбинация *A. dichotomus* (Kützinger) Vishnyakov, ещё одна предложена: *V. nuoljae* (Skuja) comb. et stat. nov. Впервые проанализированы ареалогические группы, биотопическая приуроченность и региональные различия таксономического состава вошериевых водорослей. Впервые показана возможность антропогенной натурализации эстуарного вида *V. compacta* var. *dulcis* в изначально замкнутом континентальном бассейне. Приведены новые факты, объясняющие натурализацию этого вида под влиянием условий, формирующихся при эксплуатации гидроэлектростанций с колебаниями уровней воды в нижних бьефах.

**Теоретическая значимость работы.** Результаты работы развивают представления о таксономическом разнообразии вошериевых водорослей России. Подробное описание морфологии, исследование эталонных образцов, критический анализ опубликованных данных, обоснование необходимости применения забытых и новых названий расширяют представления о масштабе изменчивости диагностически значимых признаков и вносят определенный вклад в решение таксономических проблем, связанных с изучением вошериевых водорослей. Особую ценность в таксономическом плане представляет составленный автором дихотомический ключ для определения секций и видов рода *Vaucheria*, которые отмечены на территории России. Охват ранее не исследованных регионов позволил расширить представления о географическом распространении изученной группы, в том числе и для редких в мировом масштабе таксонов. На примере модельного вида *V. compacta* var. *dulcis* показано, что натурализация гидробионта может определяться сходством динамических характеристик донорного и реципиентного водоёмов. Проведенные исследования расширяют представления о факторах, способствующих натурализации инвазивных видов в Волжском бассейне.

**Практическая значимость работы, рекомендации по использованию результатов.** Результаты исследования могут быть использованы специалистами, работающими в области изучения региональных альгофлор, синтаксономии сообществ водных и наземных макроводорослей, биологических инвазий,

эффектов зарегулирования рек. Дихотомический ключ и приведенные в работе сведения о морфологии (с микрофотографиями), таксономии, номенклатуре, географическом распространении, экологии исследованных видов являются ценным материалом для составления современного определителя вошериевых водорослей России. Подробная характеристика изученных материалов с описанием мест сбора по регионам исследований может стать основой для составления конспекта флоры вошериевых водорослей России.

Материалы диссертации могут быть рекомендованы для использования при чтении спецкурсов по альгологии, систематике низших растений, экологии, гидробиологии на биологических факультетах в высших учебных заведениях.

#### **Замечания и вопросы.**

1. При обсуждении актуальности исследований вошериевых (стр. 4-5) приведены сведения об их роли в природных и антропогенных экосистемах, использовании в физиологических исследованиях, отмечено, что данная группа легко культивируется. Как представители желто-зеленых водорослей с особым биохимическим составом данная группа обладает также значительным биотехнологическим потенциалом, перспективным для получения биологически активных веществ и липидов, к сожалению, данный аспект в актуальности изучения этой группы не упоминается.

2. На основе обзора работ молекулярно-генетических исследований вошериевых водорослей автор делает вывод, о приоритете для таксономии вошериевых водорослей традиционных морфологических признаков по сравнению с использованием молекулярных маркеров (стр. 27-30). Однако в современной таксономии эукариотных водорослей активно внедряется полифазный подход с применением молекулярно-генетических методов. На сайте GenBank Национального центра биотехнологической информации выложено 267 последовательностей для рода *Vaucheria*, в том числе для 10 видов, обнаруженных в России, а также 4 последовательности нуклеотидов для *Asterosiphon*. Материалы GenBank можно было бы использовать для филогенетических построений и решения вопросов таксономических отношений оригинального материала. К сожалению, автор не стал привлекать молекулярные методы при описании новых и криптоических видов, что в дальнейшем может вызвать трудности с представлением данных видов международному научному сообществу. Согласно с В.С. Вишняковым, что комплексная ревизия рода еще впереди (стр. 30) в связи с этим, автору можно было предпринять определенные усилия по привлечению молекулярно-генетических исследований. Считаю, что, если для изученной группы не работают широко используемые для гетероконтов генетические маркеры, необходим поиск других более показательных участков ДНК, подходящих для таксономических построений.

3. Как указано в работе - вошериевые водоросли легко культивируются (стр. 4, 49), но автор ограничился созданием гербарной коллекции с фиксированными и высушенными образцами. Её научная и практическая значимость была бы еще более существенной, если бы автор нашел возможность пополнить коллекцию живыми штаммами, в первую очередь новыми для науки и редкими видами вошерий.

4. В главе пятой приведен морфотаксономический обзор вошериевых водорослей России (стр. 60-158), перед ключом для определения секций и видов (стр. 60) логично было бы поместить таксономический список выявленных видов и

сравнить его с мировой флорой и с изученными флорами вошериевых водорослей в других странах.

5. Не хватает для сравнения полученных данных таблицы с информацией о распределении выявленного разнообразия по исследованным районам.

6. При анализе распространения вошериевых водорослей России В.С. Вишняков остановился только на анализе ареологических групп (стр. 163-166). Хотя, собранные автором обширные материалы (стр. 51-53, приложение А) от тундровых до субтропических регионов, а также сборы в равнинных и горных условиях, могли бы быть использованы для анализа широтного и высотного распространения вошериевых и существенно дополнить представления об их ландшафтно-зональном распределении.

7. Экологический анализ (стр. 166-169) включает только биотопическую приуроченность вошериевых по отношению к оводненности местообитаний. На основе собранного автором материала, можно было бы рассмотреть отношение вошериевых к таким характеристикам водной среды как температура и реофильность. Также автор неоднократно отмечает, что многие виды этого рода отзывчивы к эвтрофированию, можно было бы выделить группы по предпочтениям вошериевых к наличию биогенных элементов и органических веществ в водах (для видов водных биотопов) и субстратах/почвах (для видов гидроморфных и почвенных биотопов).

8. При анализе региональных различий флор вошериевых (стр. 169-178) рассмотрено только влияние только одного климатического фактора, что привело к выводу по разделу о влиянии водного фактора, трансформированного климатическими условиями, на биотопическое распределение вошериевых (стр. 178). Такой вывод очевиден, вследствие приуроченности видов данной группы к экотопам с периодичным обводнением. Для выявления региональных различий необходим многофакторный анализ с учетом не только более широкого спектра климатических показателей, но и с привлечением геохимических, гидрологических и гидрохимических сведений по исследованным регионам.

**Заключение.** Анализ текста диссертационной работы показывает, что цель и задачи, поставленные автором, выполнены в полном объеме. В.С. Вишняковым методически правильно собран и обработан значительный объем проб исследованной группы водорослей, а также изучены материалы нескольких российских альгологических коллекций. Исследования выполнены с использованием современных таксономических и флористических подходов и осмыслены с привлечением отечественных и зарубежных публикаций. Достоверность выводов не вызывает сомнений. Диссертационная работа является существенным вкладом в развитие альгологических исследований, направленных на изучение разнообразия желто-зеленых водорослей разных регионов России. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, достоверны и обоснованы новым научным материалом. Указанные замечания не уменьшают ценности работы. Результаты исследований, представленные в диссертации, отражены в 12 научных публикациях, из них 7 статей в рецензируемых журналах, в том числе 6 из них опубликованы в журналах, включенных в «Перечень научных изданий и журналов, рекомендуемых ВАК Министерства образования и науки РФ». Количество публикаций достаточно для присуждения искомой ученой степени. Материалы диссертации апробированы на

российских и международных научных конференциях. Автореферат отражает содержание рукописи диссертации.

Диссертационная работа «Вошериевые водоросли (Xanthophyceae) России: таксономический состав, морфология, распространение», по новизне, актуальности, объему выполненных исследований и практической значимости, достоверности полученных результатов является законченным научно-квалификационным исследованием и соответствует требованиям пунктов 9-11,13, 14 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №842, а её автор – Вишняков Василий Сергеевич, заслуживает присуждения искомой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.01 — «Ботаника».

Патова Елена Николаевна, кандидат биологических наук  
(по специальности 03.02.01 «Ботаника»),  
доцент, ведущий научный сотрудник,  
с возложением обязанностей руководителя группы геоботаники и сравнительной флористики Отдела флоры и растительности Севера  
e-mail: [patova@ib.komisc.ru](mailto:patova@ib.komisc.ru)

Институт биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН  
Почтовый адрес организации: 167982, Россия, г. Сыктывкар, ул.  
Коммунистическая, д. 28.  
телефон: 8(8212)216488;  
факс: 8(8212)240163,  
e-mail: [directorat@ib.komisc.ru](mailto:directorat@ib.komisc.ru)

06 мая 2020 г.

