

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Ивченко Татьяны Георгиевны «Растительность болот Южно-Уральского региона (в пределах Челябинской области)» на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 03.02.08 – «Экология в (биологии)».

Болотные экосистемы, являясь неотъемлемым компонентом большинства ландшафтов Голарктики, выполняют в них ряд специфических биосферных функций от регулирования круговорота парниковых газов и гидрологического режима территории до предоставления местообитаний многим stenотопным видам растений и их сообществам. Отсюда разноплановые и комплексные исследования болот ведутся во всем мире и являются актуальными, в том числе и в связи с изменениями климата и ожидаемыми изменениями функционирования болот и их буферной роли в балансе углерода.

Степень изученности болотных экосистем России до сих пор остается очень неравномерной (Sirin et al., 2017), до сих пор болота Южно-Уральского региона оставались мало исследованными. При этом этот регион представляет собой уникальную территорию, где проходит ряд физико-географических и биогеографических рубежей, границы ареалов многих видов растений, а также представлены несколько природных зон и вертикальная поясность растительности Уральских гор. Все это создает широкий спектр условий для развития разных типов болотообразования и разнообразия болотных экосистем региона. Поэтому комплексное изучение растительности на разных структурных уровнях и динамики болот Южно-Уральского региона, которое представлено в диссертационной работе Т.Г. Ивченко является актуальным, имеющим как большое научное, так и практическое значение, направленное в первую очередь природоохранную ценность болот региона.

Диссертационная работа базируется на результатах 20-летних комплексных исследований автора, выполненных во всех природных зонах Челябинской области с использованием ряда классических и современных экологических методов. Это хорошо отражают цель и задачи работы. Геоботаническими и флористическими методами было исследовано 208 болот, на которых выполнено 1650 геоботанических описаний, собран и обработан большой гербарий сосудистых растений и мохообразных. На многих болотах выполнены крупномасштабные картирования структуры растительного покрова, при их выполнении использовались современные космоснимки высокого разрешения и ГИС технологии. При маршрутных исследованиях с использованием портативных приборов измерялись показатели кислотности и минерализации болотной воды в местообитаниях всех сообществ, которые широко использованы при характеристике экологии выделенных синтаксонов. Динамика растительности большинства выделенных Т.Г. Ивченко типов болотных массивов реконструирована по большому числу стратиграфических колонок (84) с детальным ботаническим анализом торфов и выделенных на их основе палеосообществ.

Очень большой объем геоботанических материалов обработан автором путем как использования классического эколого-фитоценологического подхода к классификации растительности, так и с использованием компьютерных программ MS Excel, а также кластеризации методом гибкой беты. Все описания и выделенные синтаксоны были обработаны по экошкалам Элленберга с соавторами

(1991), Ландольта (1977), Раменского с соавторами (1956) и Цыганова (1983). Это позволило Т.Г. Ивченко получить широкий спектр экологических характеристик синтаксонов и оценить значимость основных факторов для их состава и структуры. На основе анализа горизонтальной структуры растительного покрова исследованных болотных массивов разработана их региональная ботанико-географическая классификация.

Диссертационная работа Т.Г. Ивченко состоит из введения, 8 глав, выводов, списка литературы, включающего 832 источника, из них 147 на иностранных языках. Работа изложена на 401 странице основного текста, включает 26 таблиц и 84 рисунка, а также приложения, содержащие полные списки флоры, дифференцирующие описания выделенных синтаксонов и др.

В главе 1 представлен обзор изученности болот Челябинской области начиная с XVIII века. Из него следует, что они исследованы слабо только в отдельных точках и не являются разносторонними. Глава 2 посвящена природным условиям района исследования, в которой Т.Г. Ивченко на основе анализа обширных литературных и фондовых источников дана детальная характеристика природных комплексов Челябинской области (геологии, рельефа, климата, гидрографической сети, почв и растительности), а также положения области в ряде ботанико-географических районирований. Материал изложен с учетом значимости природных характеристик на болотообразовательные процессы в регионе, что успешно использовалось автором в последующих главах при интерпретации полученных результатов. В главе 3 представлены материалы и методы исследований. Она включает краткую характеристику заболоченности области, а также анализ основных терминологических и методологических подходов при изучении структуры болотных экосистем. В разделе 3.2 дается описание всего набора методов, использовавшихся автором при сборе материалов и их обработке. Представлена карта с местоположением исследованных болот, свидетельствующая с равномерным и полным охватом исследованиями всей территории области за исключением степных районов, где болот практически нет.

Четвертая глава «Флора болот района исследования» содержит результаты детального анализа флоры сосудистых растений, мхов и печеночников болот Челябинской области. Автором выполнен общепринятый в сравнительной флористике анализ структуры региональных и парциальных флор, при этом показаны четкие различия богатства и структуры флор горно-таежного пояса и лесостепной зоны области. Охват исследованиями большого числа болот и территорий позволил Т.Г. Ивченко полно выявить состав болотной флоры региона, которая на сегодняшний день по ее данным включает 398 видов сосудистых растений, 138 видов мхов и 50 печеночников. Она является самой богатой по числу сосудистых растений среди исследованных болотных флор северной Евразии, а по мхам уступает только флоре юго-востока Западной Сибири. В результате выполненных исследований было уточнено и дополнено распространение и встречаемость в области большого числа видов, в том числе включенных в региональные и федеральную Красные книги, выявлен ряд видов, новых для флоры области. Значительным вкладом автора является выявление флоры печеночников на болотах области, сведений по которым до настоящего времени вообще не было. Автором составлен список редких и нуждающихся в охране и мониторинге растений, включающий 66 видов сосудистых растений и 40 видов мхов, большинство которых являются «верными» болотам, их сохранение в регионе невозможно без охраны болотных биотопов. Эти материалы в дальнейшем будут использованы при новом издании Красной книги области, а также развитии сети

ООПТ. Наряду с анализом общей парциальной флоры болот региона Т.Г. Ивченко выполнен анализ 7 парциальных флор основных болотных местообитаний, что очень важно для оценки их роли в разнообразии флоры региона и задач его охраны.

Глава 5 «Характеристика и классификация болотной растительности» является важнейшей в диссертации, на ее основе базируется дальнейший анализ результатов, в том числе типология болотных массивов. Проблемы классификации растительности, в том числе болотной, являются актуальными и продолжают дискутироваться уже с начала XX века. Сложившиеся подходы к классификации и научные школы в настоящее время сближаются, при этом в решении практических задач использования, картирования растительности и ее охраны широко используется эколого-фитоценотический подход. Диссертантом использован именно этот подход, который давно и широко применяется в классификациях болотной растительности, как в России, так и ряде скандинавских стран. Доминирующие виды основных ярусов с учетом общего состава и структуры сообществ лежат в основе выделения большинства ассоциаций в эколого-фитоценотических классификациях, наряду с этим используются как диагностические виды, так и эколого-ценотические группы видов в многовидовых сообществах при отсутствии явных доминантов. В настоящее время при разработке классификаций растительности наряду с традиционной табличной обработкой широко используется обработка описаний с использованием компьютерных программ MS Excel, а также кластеризация материала, что и использовано автором в работе. Полученные в результате такой обработки кластеры описаний демонстрируют степень их сходства, взаимное расположение в пространстве на основных осях экологических факторов, но решение о синтаксономическом статусе выделенных кластеров принимается исследователем.

Разработанная Т.Г. Ивченко эколого-фитоценотическая классификация растительности болотных сообществ является пятиступенчатой и включает типы растительности, классы и группы формаций, формации и ассоциации. В ряде ассоциаций выделены субассоциации и варианты. Принципы выделения высших синтаксонов базируются на основополагающих работах Т.К. Юрковской (1993, 1995), Ю.Д. Цинзерлинга (1938) и ряда других исследователей. При выделении ассоциаций четко проявляется авторский подход в связи со спецификой растительности болот региона исследований и наличие большого числа сообществ, заслуживающих выделения в синтаксоны, не встречающиеся в других регионах. Представленная классификация, включающая 56 ассоциаций, объединенных в 26 формаций и отнесенных к 8 классам формаций и трем типам растительности, свидетельствует о высоком фитоценотическом разнообразии и значительной специфике растительности болот Южно-Уральского региона. В диссертации с разной степенью детальности дается экологическая характеристика местообитаний и особенностей структуры и состава всех выделенных синтаксонов. Наиболее полно охарактеризованы ассоциации, для каждой из них определено видовое богатство, включающее отдельно число сосудистых растений и мхов, видовую насыщенность сообществ, диагностические виды. Полный состав ассоциаций приведен в дифференцирующих таблицах синтаксонов (приложения 2.1-2.8). Дается также характеристика структуры сообществ, мощности торфяной залежи в них, кислотности и минерализации болотных вод. Приводится сравнение особенностей видового состава данной ассоциации в регионе по сравнению с подобными сообществами в других регионах, указываются синонимы или близкие синтаксоны, выделенные и описанные в других регионах, в том числе и эколого-

флористическим методом. Анализ ценотического разнообразия болот региона свидетельствует о высоком разнообразии евтрофных ассоциаций на всей территории, меньшей роли мезотрофных и низком разнообразии олиготрофных. Участие олиготрофных синтаксонов четко снижается при продвижении на восток и юго-восток региона, где они становятся крайне редкими и нуждаются в охране. Ценотическое разнообразие болотной растительности значительно выше в горной части области, целый ряд синтаксонов встречается только там, что объясняется автором спецификой условий гор, а также находждением целого ряда видов, в том числе ценозообразователей, на восточных границах ареалов и отсутствующих на равнинных территориях области.

По содержанию данной главы следует высказать ряд частных замечаний и предложений. В характеристике всех ассоциаций используются диагностические виды, однако принцип их выделения в работе нигде не приведен, никак не выделены они и в дифференцирующих таблицах синтаксонов, а они в принципе являются «ядром и лицом» ассоциации. Их можно было выделить символами D_1 , D_2 и т.д. на краю таблицы или заливкой, чтобы они отличались от дифференцирующих видов, выделенных рамками. Дифференцирующие виды используются при характеристике далеко не всех синтаксонов. При этом часть диагностических видов включена и в состав дифференцирующих.

Группу формаций Гипновая мягководного минерального питания лучше было назвать травяно-гипновой и разделить на две подгруппы: гипновую с формациями *Drepanocladeta* и *Scorpidieta scorpidioidii* и травяную с формацией *Menyantho-Herbeta*. В сообществах последней гипновые мхи часто имеют высокое постоянство, но низкое обилие и не выступают ценозообразователями. При этом отнесение этих травяных сообществ именно в эту группу формаций обоснованно и подтвердилось кластерным анализом. На ординационной диаграмме (рис. 6.1) они далеко отстоят от гелофитно-травяного класса формаций, при этом при ординации синтаксонов использовались классы встречаемости, а не обилие видов в ассоциациях.

Объем и статус некоторых выделенных ассоциаций и субассоциаций, а также и ряда формаций по мере накопления дополнительных материалов в дальнейшем потребует уточнения.

Шестая глава «Экологическая структура и закономерности распространения растительных сообществ болот» посвящена установлению основных экологических факторов, обуславливающих структуру сообществ и их приуроченность к определенным местообитаниям, а также распространение в регионе с учетом биогеографических и климатических параметров. Раздел 6.1 включает результаты NMS ординации и кластерного анализа синтаксонов, выделенных по эколого-фитоценотическим критериям и детально описанных в главе 5. По результатам ординации всего набора ассоциаций выделилось 9 хорошо очерченных на ординационной диаграмме кластеров, большинство которых не перекрываются. Только часть кластера VII, включающего наряду с открытыми и облесенные мезотрофные сообщества, частично перекрывается с кластером IX, в который вошли все сообщества лесных болот. Это свидетельствует о естественности и экологичности разработанной классификации. Приведен анализ каждого кластера и показаны причины и факторы, по которым в некоторых кластерах соединились синтаксоны из разных групп формаций, однако они имеют значительную схожесть свойств местообитаний (таблица 6.1), видового состава сообществ, а также связаны сукцессионными процессами. При этом для большинства кластеров выявлены собственные индикаторные группы видов. При

помощи метода неметрического шкалирования выявлены основные градиенты, определяющие распределение ассоциаций в экологическом пространстве. Оси ординационной диаграммы проинтегрированы с помощью экологических шкал Ландольта, Элленберга, Раменского и Цыганова. Основная нагрузка – 68,4% ложится на ось 1, интерпретированную автором как фактор трофности местообитаний, что характерно для болот и хорошо подтвердилось данными этого комплексного анализа по целому ряду вышеуказанных шкал. Вторая ординационная ось объясняет 14% дисперсии и интерпретирована как градиент переменности обводнения растительных сообществ и связанную с ним степень их облесения. Влияние ряда климатических и других экологических факторов в той или иной мере проявляется на болотных сообществах, но лучше оно выявлено на примере отдельных кластеров.

В разделах 6.2-6.7 рассмотрена ординация растительных сообществ основных кластеров и их связь с экологическими факторами. Автором установлено, что разных группах сообществ, объединенных в тот или иной кластер, соотношение роли факторов, и даже их набор, несколько меняются, при этом ведущими остаются кислотность и минеральный состав болотных вод, а также переменность режима увлажнения. Климатические факторы сильнее проявляются на составе и распространении олиготрофных и омбротрофных сфагновых сообществ, которые в лесостепной зоне региона уже крайне редки и их набор минимален.

В целом данная глава является большим вкладом Т.Г. Ивченко в познание экологии и особенностей структуры большого спектра болотных синтаксонов в условиях нескольких природных зон и горных поясов, а также на ботанико-географическом и климатическом градиентах.

В главе 7 представлена типология болотных массивов района исследования. Болотные массивы являются центральным уровнем в иерархии структурной организации болотных экосистем и их типологии давно разрабатываются на основе целого ряда критериев и принципов. Широко используемый ботанико-географический принцип классификации болотных массивов, основные подходы которого разработаны Т.К. Юрковской (1968, 1992) для очень обширной территории Европейской части России, включает несколько иерархических уровней, на каждом из которых используется ряд различных критериев, как ботанических, так и биогеографических. Такие классификации широко используются в целях геоботанического картографирования в различных масштабах, организации охраняемых территорий и т.д. Диссертантом использован данный подход при разработке классификации болотных массивов Южно-Уральского региона. Детально разработанных узко региональных классификаций болотных массивов в России практически нет, поэтому Т.Г. Ивченко при разработке своей оригинальной классификации пришлось приложить немало усилий. Классификация является трехступенчатой, она включает классы, группы типов и типы болотных массивов, ряд последних разделен также на подтипы. Классы типов являются общими с таковыми в типологиях Т.К. Юрковской, а уже на уровне групп типов, выделяемых по региональным различиям растительного покрова, автором выделены и описаны новые группы типов в классах сфагновых и травяных и травяно-гипновых болот. При их выделении также учитывалась их орографическая приуроченность. Региональные особенности структуры растительного покрова, их флоры, конечно вызывают необходимость более дробного выделения типов болотных массивов, по сравнению с обобщающими классификациями для обширных территорий, что и сделано Т.Г. Ивченко. Для Южно-Уральского региона автором выделено 14 типов болотных массивов,

объединенных в 8 групп и 3 класса. В классификационной схеме для каждого типа приведены наиболее характерные виды, дифференцирующие их от близких типов данной или других групп, сходных по трофности. В работе дается достаточно полная характеристика каждого из выделенных типов массивов, в которой, наряду с описанием растительного покрова, приводятся многочисленные крупномасштабные картосхемы горизонтальной структуры, отражающей пространственное размещение всех типов сообществ на массиве. Очень важным и ценным в работе является то, что для каждого типа массивов выполнено по несколько реконструкций его динамики на основе стратиграфических колонок с детальным ботаническим анализом торфов и выделенных на их основе палеосообществ. Это позволило автору сделать интересные заключения об особенностях и закономерностях динамики болот в разных частях региона. Глава 7 завершается разделом о закономерностях распределения типов болотных массивов по территории исследованного региона, в котором автор характеризует 5 групп типов болот, приуроченных к территориям, выделенным по орографическим и природно-климатическим параметрам. В границах этих территорий по ботанико-географическим районированиям Челябинской области выделены 10 округов и районов, специфический набор типов болот и их особенности в каждом из них также даются в работе, жаль, что не приводятся данные по степени заболоченности некоторых из них. Подчеркивается узкий ареал и высокая специфичность среднегорных южноуральских болот и их высокая природоохранная значимость.

По данной главе следует высказать некоторые частные замечания и предложения. Распространение отдельных типов массивов, особенно редких, было необходимо проиллюстрировать на картосхемах. Фитоценотические, флористические и морфологические различия болотных массивов сфагнового класса можно было свести в дифференцирующую таблицу, это позволило бы лучше их представлять. На ряде верховых болотных массивов, судя по картосхемам их растительности, омбротрофные сообщества занимают очень небольшую долю от общей площади, а евтрофные доминируют, целесообразно ли такие массивы считать уже верховыми? При характеристике болот округов (с. 322-331) после названия округа в скобках надо было поставить его номер на карте (рис. 7.49), это упрощает понимание текста.

Глава 8 «Природоохранный статус растительных сообществ болот Южно-Уральского региона» включает эволюционную оценку всех ассоциаций, выделенных на болотах региона. Экспертная оценка природоохранной значимости сообществ описанных ассоциаций выполнена по 8 критериям, разработанным В.Б. Мартыненко с соавторами (2015). По экспертным оценкам высшей категории охраны (С4) соответствуют 8 ассоциаций, из них только две представлены на ООПТ. Еще 22 ассоциации получили высокую категорию охраны (С3). Анализ сети ООПТ области показал, что на сегодня она слабо обеспечивает сохранение биоразнообразия растительного покрова болот как на таксономическом (альфа-разнообразии), фитоценотическом (бета-разнообразии) и ландшафтном (типы болотных массивов) уровнях. Материалы данной диссертации позволят в дальнейшем устранить эти пробелы путем разработки с участием Т.Г. Ивченко специальной программы по включению ценных и уникальных болот в существующие ООПТ, а также создание новых ООПТ в регионе.

В целом диссертационная работа Т.Г. Ивченко представляет собой законченное научное исследование, выполненное с использованием комплекса классических и современных методов ботаники и экологии. Автором выполнен целый ряд обобщений по биоразнообразию болотных экосистем Южно-Уральского

региона на различных уровнях их организации, представленных в том числе в оригинальных классификациях растительности и типов болот. Эти результаты имеют большое природоохранное значение. Впервые для широкого спектра болотных сообществ выявлены основные экологические факторы, обуславливающие их дифференциацию, приуроченность к местообитаниям и распространение в регионе на фоне орографических и биоклиматических факторов региона.

Работа написана хорошим научным языком, хорошо структурирована, содержит большое число таблиц исследований и рисунков, которые позволяют понять и оценить полученные результаты. Поставленная цель и задачи работы полностью выполнены. Выводы, приведенные в диссертации, логически следуют из полученных результатов и не вызывают сомнений. Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертации. Результаты исследований опубликованы в широком спектре как российских, так и международных изданий, а также доложены и обсуждены на большом числе научных мероприятий различного уровня.

Высказанные частные замечания и пожелания не влияют на высокую оценку работы.

В целом, диссертационная работа Ивченко Татьяны Георгиевны «Растительность болот Южно-Уральского региона (в пределах Челябинской области)» на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 03.02.08 – «Экология в (биологии)» представляет собой завершённое научное исследование, имеющее как теоретическое, так и практическое значение. Работа соответствует требованиям п.9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №842, а ее автор, несомненно, заслуживает присуждения ученой степени доктора биологических наук по специальности 03.02.08- экология (в биологии).

Доктор биологических наук по специальности «экология», с.н.с.
Главный научный сотрудник лаборатории болотных экосистем
Института биологии - обособленного подразделения
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Федерального исследовательского центра
«Карельский научный центр Российской академии наук» (ИБ КарНЦ РАН)

Кузнецов Олег Леонидович

185910 г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11
Факс 8(8142) 769810, тел. 8 9114020022.
kuznetsov@krc.karelia.ru
9.10.2019 г.

Подпись руки О.Л. Кузнецова заверяю
Заместитель директора ИБ КарНЦ РАН по научной работе,
к.б.н.



О.В. Мещерякова