

Электронные зоологические коллекции Electronic zoological collections

И.С. Смирнов, А.Л. Лобанов, А.А. Голиков, М.Б. Дианов
I.S. Smirnov, A.L. Lobanov, A.A. Golikov, M.B. Dianov
Зоологический институт РАН (ЗИН), Россия, С.-Петербург
Zoological Institute RAS (ZIN), Russia, St.-Petersburg
E-mail: smiris@aster.zin.ras.spb.ru

Под зоологической коллекцией понимается определенным образом упорядоченный набор образцов животных, который представляет научный или образовательный интерес. Научные коллекции главным образом хранятся в специализированных хранилищах (институтах, университетах или музеях), где осуществляется комплектование, консервация и изучение собранных материалов.

Музеи и коллекции подразделяются обычно на научно-просветительские, исследовательские и учебные. По профилю музеи делятся на исторические, технические, сельскохозяйственные, литературные, искусствоведческие, краеведческие, мемориальные, комплексные и естественнонаучные. Научные коллекции, в свою очередь, подразделяют на обзорные и исследовательские. Зоологические коллекции могут содержать законсервированные образцы или живые объекты (культуры).

Выделяют также особый тип коллекций - мониторинговые, т.е. повторные сборы в определенных местах через определенные периоды времени, с целью выявления изменений, которые могут происходить в природных сообществах и в комплексах составляющих их животных, в том числе и под влиянием антропогенного воздействия.

Роль коллекций в изучении биоразнообразия и процессов, происходящих в экосистемах, очень существенна и ее трудно переоценить [1].

Интенсивная компьютеризация, происшедшая с начала 80-х годов, не обошла стороной и зоологические учреждения и не могла не затронуть очень трудоемкие и кропотливые работы по сбору, инвентаризации и хранению коллекций - основы основ для изучения биоразнообразия [2,3,4,5,6,7,8].

В соответствии с вышеприведенной классификацией музеев и коллекций, базы данных (БД) и информационно-поисковые системы (ИПС), создаваемые в биологических учреждениях, можно также подразделить на БД (или ИПС) по исследовательским коллекциям зафиксированных образцов и БД по коллекциям живых организмов.

Типовой набор блоков (с обычным перечнем реквизитов или полей) для коллекционных БД состоит из номенклатурного (таксономического) блока; блока происхождения материала (кем, когда, как и где собран, чис-

ло экземпляров); блока коллекционных атрибутов (коллекционный номер, место и условия хранения, типовые экземпляры); блока движения материала в коллекции (идентификация, переопределения, передача на исследование, дарение и т.п.). Для живых коллекций добавляется блок изменений образцов в процессе содержания и наблюдений (размножение, деление и т.п.). По мере развития БД и ИПС могут добавляться блоки изображений образцов, картографические и библиографические блоки. Строго говоря, номенклатурный блок не является обязательным для коллекционных БД, но для биологических коллекций его отсутствие (при частой смене названий) приводит к большой потере информации или даже к невозможности работать с БД.

Появление БД для зоологических коллекций можно отнести на конец 60-х годов, особенно интенсивно этот процесс развивался в 80-е годы. В 1992 г. в США прошло рабочее совещание по стандартизации данных в биологических коллекциях, организованное Комитетом по компьютеризации и сетям Ассоциации систематических коллекций (ASC). В марте 1993 г. был обнародован проект информационной модели данных для биологических коллекций, который стал фактическим стандартом для многих разрабатываемых за рубежом коллекционных БД [9]. В СНГ коллекционные БД и ИПС стали развиваться с некоторым запозданием, но интерес к ним с каждым годом возрастает [10,11,12,13,14].

Диапазон объектов, которые служат единицей хранения в различных коллекциях очень широк: от микроскопических паразитологических препаратов с экземплярами видов разных родов и банок с большим числом экземпляров одного вида из пробы у морских беспозвоночных до части скелета у позвоночных или препарата для мелких животных [15].

При ведении обычных коллекционных каталогов и множества персональных картотек исследователями, вопросы проверки записей и исправления ошибок находятся в ведении каждого специалиста и редакторов публикаций материалов, основанных на этих данных. Формализация и стандартизация записей в коллекционных базах данных ставит перед зоологами особые задачи унификации записей таксономического, географического, логического и даже этического характера. Особенно эта проблема обострилась с появлением локальных сетей и систем с удаленным доступом. Типичные вопросы встающие перед теми, кто заполняет и корректирует коллекционные БД по морским беспозвоночным, рассматриваются в работе А.Б. Васильевой и А.А. Голикова, которая так и называется: "Проблемы, возникающие при работе несколь-

Первая Всероссийская научная конференция
ЭЛЕКТРОННЫЕ БИБЛИОТЕКИ:
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ,
ЭЛЕКТРОННЫЕ КОЛЛЕКЦИИ
19 - 21 октября 1999 г., Санкт-Петербург

ких пользователей с одной базой данных ИПС "ОКЕАН" [16].

Если брать шире проблематику соответствия коллекционных материалов и содержимого БД, их достоверности и верифицируемости, обязательно возникает вопрос таксономической правильности определений заносимого материала и вопросы поиска информации при частых изменениях названий в отдельных группах. Оригинальное решение проблемы предлагается в работах А.Л.Лобанова по представлению зоологических иерархических классификаций в реляционных базах данных [17].

Сеть Интернет, послужив некоторое время в роли рекламного агента для музеев и хранилищ коллекций, дала возможность, постепенно развиваясь, имитировать доступ к коллекционным собраниям, первоначально в виде каталогов, а затем и в виде изображений реальных экземпляров и их частей. Появились сайты с виртуальными коллекциями [18].

Этапом предшествующим созданию виртуальных коллекций служит этап накопления изображений и создание каталогов с изображениями коллекционных экземпляров [19].

Появляются попытки создания интегрированных пакетов, которые позволяли бы работать с различными группами живых существ и разнообразными типами музейных коллекций. Задача эта достаточно сложна и представляет интерес в основном на этапе обобщения всех данных, которыми обладает то или иное хранилище. Например, при попытке ответить на вопрос: "Насколько полно представлены в коллекциях все виды животных известных на сегодняшний день науке (учитывая, что в отдельных случаях от представителя вида имеется только препарат или часть скелета, последнее особенно характерно для палеонтологического материала)?".

Сейчас уже имеется довольно много программных (в том числе и коммерческих) продуктов, в которых предусмотрено управление коллекционными БД (BIOTA, MUSE, Ке ЕМу и др.).

В России первая попытка создать универсальную коллекционную компьютерную систему для зоологических объектов была предпринята в Зоологическом институте в 1993 г. [3,15,20].

Всеобъемлющей программой, которая вобрала бы в себя все данные по биоразнообразию и коллекциям, должна была стать программа Species 2000 [21].

По мере развития проекта, усложнения задачи, и, параллельно с разворачиванием Интернета и ростом его возможностей, разработчики пришли к идее объединения баз данных живых существ не в виде величайшей мировой супербазы данных, а в виде некоего программного продукта, который на запрос по определенному таксону разыскивал бы в мировой паутине базу данных с необходимой информацией и передадресовывал бы пользователя к этой БД или ИПС.

Некоторые проекты с самого начала сопровождаются разработкой блоков, позволяющих анализировать введенную в коллекционные БД информацию (BIOTA, ЗОО-ИНТ и др.). На основе коллекционных баз данных строятся различные поисковые и аналитические системы, которые дают возможность более полно использовать запасы информации в музейных образцах [22,23 и др.].

Особый интерес представляют БД и ИПС основанные на мониторинговых коллекциях и направленные на изучение изменений в распространении животных в наше время и в геологическом прошлом [24].

Появляются информационные системы, базирующие-

ся на литературных источниках, и они также представляют значительный интерес [25]. Но БД и ИПС, основанные на мониторинговых коллекциях, позволяют исследователю верифицировать (перепроверять) определения и их качество, обращаясь к реальным экземплярам, а не полагаясь только на публикации, повышая тем самым значимость компьютерных данных.

Имеются уже программы и проекты напрямую не связанные с коллекциями, но с помощью которых можно извлекать полезную информацию и о музеях, и о коллекциях [26,27].

Очень ценными для компьютерного поиска данных о коллекциях и типовых материалах могут быть электронные публикации, библиотеки на лазерных дисках [28].

По мере разрастания компьютерного биологического сообщества и развития работ по созданию БД и ИПС стали появляться так называемые метаданные: БД о БД, в том числе и о коллекционных [29,30]. Создание метабаз данных будет способствовать не только процессу интеграции БД по биоразнообразию (а значит и по коллекциям), но и возникновению "виртуальных научных коллективов" [29,31], которые, по нашему мнению, будут включать и музейных работников - кураторов коллекций, препараторов, коллекторов, и, конечно, систематиков, которых, как и видов на планете, становится все меньше и меньше.

Существуют БД, в которых используются данные специалистов, и которые не являются в чистом виде коллекционными. Но зачастую эти данные получены на основе сборов и экспертных оценок.

В идеале сначала должна вводиться информация о коллекционном материале в БД (там, где это возможно) и уже на фундаменте этой информации должна строиться ИПС более высокого уровня с подключением ГИС, статистики и др. аналитических программ. Но низкие темпы и уровень компьютеризации в биологии не дают возможности быстро реализовать идеальный подход, извлекая эффективно вторичные данные из коллекционных БД, и заставляют разработчиков использовать промежуточные варианты, основанные в значительной степени на экспертных оценках [32].

В некоторых случаях у специалистов при утере коллекционных материалов остаются только карточки с данными этикеток и определений, что также заставляет использовать с некоторыми оговорками подобную информацию для анализа в БД [14,16].

Некоторые БД и проекты в настоящий момент не содержат коллекционных блоков, но он или подразумевается, или над его разработкой трудятся авторы ИПС [33,34].

Организация доступа к каталогам музеев и коллекционным собраниям в сети Интернет и на компакт-дисках послужила началом создания электронных, или виртуальных, коллекций.

В настоящее время имеются различные степени приближения к электронным коллекциям. Например, в проекте виртуального гербария Всероссийского НИИ растениеводства им. Н.И.Вавилова уже имеется доступ по сети в режиме on-line, но блок изображений еще в стадии разработки [35]; компьютерная программа "Виртуальный Гербарий Ботанического института" активно использует блок изображений, но пока отсутствует выход в Интернет [36].

Можно рассматривать представление реальной коллекции в электронном виде с наиболее полным (насколько это возможно) доступом к коллекционным образцам

(виртуально-объективные системы); можно проектировать виртуальные собрания из представителей разных коллекций (виртуально-реальные системы) и, наконец, пополняя виртуальные коллекции, можно конструировать несуществующие образцы или даже объекты, например, "сборных" фантастических существ для образовательных целей (виртуально-нереальные системы).

Основным фактором, преобразующим коллекционные базы данных в электронные коллекции, служит развитие мультимедийных технологий с привлечением высококачественных изображений (рисунков, фото, видео) и звуков [37,38].

Кроме устройств позволяющих хранить и быстро активизировать, извлекать, огромную мультимедийную информацию (диски оптические, CD-ROM и др.), стали появляться и доступные средства быстрого качественного ввода такой информации (например, сканеры, цифровые фото- и видеокамеры).

Использование современных компьютерных технологий в музейной практике приведет к созданию электронных коллекций с быстрым доступом к любому хранимому образцу, в какой точке планеты он бы не находился реально, с возможностью достаточно детально и всесторонне его исследовать.

Число специалистов, которые могут определить и назвать биологический объект (материал), катастрофически уменьшается по разным причинам, даже в благополучных в экономическом отношении странах. Этот процесс частично может быть вызван не только большой сложностью зоологических объектов и нежеланием финансировать "малоперспективные" работы зоологов, но и значительным отставанием зоологии по степени компьютеризации, а значит и отсутствием быстрого доступа к уже полученной наукой ценной информации (некий замкнутый круг). Определители, которые являются основным трудом работающего долгие годы в поте лица зоолога, по ряду объективных и субъективных причин мало доступны широкому кругу интересующихся зоологическими объектами лиц. Поэтому мнимая "непредставимость" или "медленная представимость" результатов служит причиной непонимания значения зоологических исследований, в том числе и государственными чиновниками, которые занимаются распределением средств на развитие науки. Создание электронных коллекций, компьютерных определителей и пособий, зоологических БД и ИПС, должно в корне изменить ситуацию. С одной стороны это приведет к удешевлению самого процесса идентификации животных и облегчения других рутинных зоологических процедур (что значительно удешевит расходы на зоологическую науку, которые и так не очень велики), с другой стороны, создание пособий разного профиля с легкодоступной информацией (на лазерных дисках или web-сайтах), более дружественные компьютерные системы позволят использовать накопленную в зоологии информацию не только специально подготовленным людям, но и широкому кругу пользователей, и, таким образом, покажут реальную значимость и важность зоологических работ.

Тем не менее процесс уменьшения числа систематиков в мире (а срок обучения и становления каждого составляет не менее 15 лет) в настоящее время заставляет музеи и организации, ответственные за охрану природной среды, увеличивать рассылку имеющегося коллекционного материала по специалистам даже в другие страны, приглашать этих специалистов для идентификации таксонов.

С помощью же компьютерных виртуальных коллек-

ций появляется возможность (пока теоретическая) "выставлять" коллекции для определения через Internet. Очевидно, что для некоторых групп животных и растений такой способ обработки материалов может быть реализован в ближайшее время.

Перспектива расширения сетевого доступа к удаленным виртуальным коллекциям позволяет предполагать развитие компьютерных определительных систем, которые будут в качестве приложения предлагаться на музейных сайтах. И в недалеком уже будущем любой "виртуальный посетитель" сможет не только просмотреть коллекцию, но и определить или даже переопределить материал.

Ключи, использующие возможности Internet, уже появились в разных странах [38]. В С.-Петербурге А.В.Смирновым и А.В.Гудковым проектируется "Интерактивный определитель голых амёб" [39].

Интенсивное развитие технологии мультимедиа очень сильно продвинуло представление о том, как должны выглядеть виртуальные коллекции на компакт-дисках или в сети Internet. Удачно построенные ИПС и БД превращают ознакомление с виртуальными коллекциями в приятное и полезное занятие. Средства мультимедиа начинают широко применяться в электронных зоологических публикациях, в том числе и по коллекциям [37].

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант N 99-07-90315) и программы "Биоразнообразие".

Библиография

- [1] L.J. Merhoff. Museums, Research Collections, and the Biodiversity Challenge. In: Biodiversity II. Understanding and Protecting Our Biological Resources. Washington, D.C., Joseph Henry Press, 1997: 447-465.
- [2] О.А. Скарлато, Я.И. Старобогатов, А.Л. Лобанов, И.С. Смирнов. Биоразнообразие и возможности его анализа с применением компьютерных банков данных // Биоразнообразие. Степень таксономической изученности, М., Наука, 1994: 20-41.
- [3] И.С. Смирнов, А.Л. Лобанов, Е.П. Соколов, М.Б. Дианов. Информационно-поисковая система ЗООИНТ для зоологии // Вестник РФФИ, N 2. 1995: 34-36
- [4] А.Ф. Алимов. Компьютеризация биологического учреждения на примере Зоологического Института РАН // Информационно-поисковые системы в зоологии и ботанике, Труды Зоологического института, т. 278, Санкт-Петербург, 1999: 7,8.
- [5] А.Л. Лобанов, М.Б. Дианов, И.С. Смирнов. Результаты разработок и использования зоологических информационно-поисковых систем // Информационно-поисковые системы в зоологии и ботанике, Труды Зоологического института, т. 278, Санкт-Петербург, 1999: 54,55.
- [6] М.Г. Пименов. Базы данных в таксономии: современное состояние // Информационно-поисковые системы в зоологии и ботанике, Труды Зоологического института, т. 278, Санкт-Петербург, 1999: 9-15.
- [7] И.С. Смирнов, А.Л. Лобанов, А.Ф. Алимов, М.Б. Дианов. Итоги развития зоологической интегрированной информационной системы ЗООИНТ // Информационно-поисковые системы в зоологии и ботанике, Труды Зоологического

- института, т. 278, Санкт-Петербург, 1999: 113, 114. [<http://www.zin.ru>]
- [8] И.С. Смирнов, А.Ю. Рысс. Биологические коллекции и базы данных // Информационно-поисковые системы в зоологии и ботанике, Труды Зоологического института, т. 278, Санкт-Петербург, 1999: 30-38.
- [9] Anonymous. Стандарт для коллекционных БД. [<http://www.ascoll.org>]
- [10] И.А. Жирков. База данных по полихетам Северного Ледовитого океана // Информационно-поисковые системы в зоологии и ботанике, Труды Зоологического института, т. 278, Санкт-Петербург, 1999: 103, 104.
- [11] Т.А. Савилова, Т.Н. Молодцова. База данных по составу и распространению донной фауны на основе коллекционного фонда Лаборатории донной фауны океана Института океанологии РАН (MS Access 97) // Информационно-поисковые системы в зоологии и ботанике, Труды Зоологического института, т. 278, Санкт-Петербург, 1999: 113.
- [12] А. Писаненко. Компьютерная база данных коллекционного фонда Зоологического музея Белорусского государственного университета // Информационно-поисковые системы в зоологии и ботанике, Труды Зоологического института, т. 278, Санкт-Петербург, 1999: 110, 111.
- [13] Е.П. Воронина, И.С. Смирнов, А.А. Голиков. Компьютерные методы в ихтиологических исследованиях Зоологического института // Информационно-поисковые системы в зоологии и ботанике, Труды Зоологического института, т. 278, Санкт-Петербург, 1999: 116, 117.
- [14] А.А. Голиков, И.С. Смирнов, А.Л. Лобанов, М.Б.Дианов. Итоги развития ИПС "ОКЕАН" и банка данных по коллекциям морских беспозвоночных Зоологического института РАН // Информационно-поисковые системы в зоологии и ботанике, Труды Зоологического института, т. 278, Санкт-Петербург, 1999: 102, 103.
- [15] Е.П. Соколов, И.С. Смирнов, А.Л. Лобанов. Интегрированная система ZOOINT для ведения и использования зоологических баз данных // Базы данных и компьютерная графика в зоологических исследованиях, Труды Зоологического института, т. 269, Санкт-Петербург, 1997: 136-144.
- [16] А.Б. Васильева, А.А. Голиков. "Проблемы, возникающие при работе нескольких пользователей с одной базой данных ИПС "ОКЕАН"" // Информационно-поисковые системы в зоологии и ботанике, Труды Зоологического института, т. 278, Санкт-Петербург, 1999: 115, 116.
- [17] А.Л.Лобанов, И.С.Смирнов, М.Б.Дианов. ZOOCOD - концепция представления зоологических иерархических классификаций в реляционных базах данных // Информационно-поисковые системы в зоологии и ботанике, Труды Зоологического института, т. 278, Санкт-Петербург, 1999: 65, 66.
- [18] И.С. Смирнов, А.Ю. Рысс. Биологические коллекции и базы данных // Информационно-поисковые системы в зоологии и ботанике, Труды Зоологического института, т. 278, Санкт-Петербург, 1999: 30-38.
- [19] В.В. Гальцова, Л.В. Кулангиева. Система анализа изображений "ZOOARM - Nematologist" и ее использование в идентификации нематод // Информационно-поисковые системы в зоологии и ботанике, Труды Зоологического института, т. 278, Санкт-Петербург, 1999: 118.
- [20] И.С. Смирнов, А.Л. Лобанов, А.Ф. Алимов, М.Б. Дианов. Итоги развития зоологической интегрированной информационной системы ЗООИНТ // Информационно-поисковые системы в зоологии и ботанике, Труды Зоологического института, т. 278, Санкт-Петербург, 1999: 113, 114.
- [21] Anonymous. Программа Species 2000. [<http://www.sp2000.org>]
- [22] С. Буга, В. Яриго. Компьютерные базы данных в исследованиях биологического разнообразия дендрофильных тлей Белоруссии // Информационно-поисковые системы в зоологии и ботанике, Труды Зоологического института, т. 278, Санкт-Петербург, 1999: 60, 61.
- [23] О. Бородин. База данных "Цикадовые охраняемых территорий Центральной Белоруссии" (MS Access 2.0) // Информационно-поисковые системы в зоологии и ботанике, Труды Зоологического института, т. 278, Санкт-Петербург, 1999: 60.
- [24] И.С. Смирнов, А.А. Голиков, Н.А. Анисимова. Влияние климатических изменений на распределение змеехвосток (ECHINODERMATA, ORPHUROIDEA) Баренцева моря // Современное состояние планктона и бентоса, проблемы сохранения биоразнообразия арктических морей. Тезисы докладов международной конференции г. Мурманск, 27-30 апреля 1998 г. Мурманск. 1998: 97,98.
- [25] С.А. Турубанова. Использование геоинформационных систем для анализа изменения ареалов ключевых видов животных и растений Северной Евразии в голоцене // Информационно-поисковые системы в зоологии и ботанике, Труды Зоологического института, т. 278, Санкт-Петербург, 1999: 95, 96.
- [26] И.С. Батулин. Информационно-поисковая система для Интернет // Информационно-поисковые системы в зоологии и ботанике, Труды Зоологического института, т. 278, Санкт-Петербург, 1999: 97, 98.
- [27] М.И. Нестеренко, А.А. Прохоров. Программа для ведения ботанических коллекций Калипсо (www.ptz.karelia.ru/hortus/pbg/soft_st.htm) // Информационно-поисковые системы в зоологии и ботанике, Труды Зоологического института, т. 278, Санкт-Петербург, 1999: 107.
- [28] А.Г. Татаринев. Электронные репринтные издания книг и библиотеки статей по чешуекрылым Lepidoptera // Информационно-поисковые системы в зоологии и ботанике, Труды Зоологического института, т. 278, Санкт-Петербург, 1999: 101.

- [29] О.Н. Красильникова. Базы данных по ботанике и зоологии в системе информационных коммуникаций. Электронный каталог “Базы данных России по биоразнообразию” // Информационно-поисковые системы в зоологии и ботанике, Труды Зоологического института, т. 278, Санкт-Петербург, 1999: 54.
- [30] И. Мерзлякова. Электронная Метабаза данных по биоразнообразию. Методология создания и перспективы использования // Информационно-поисковые системы в зоологии и ботанике, Труды Зоологического института, т. 278, Санкт-Петербург, 1999: 55, 56.
- [31] О.В. Сютюренко. Стратегия РФФИ в области развития информационных вычислительных и телекоммуникационных ресурсов фундаментальной науки // Материалы симпозиума “Библиотеки в меняющемся мире”, Судак, 1998.
- [32] А.В. Марков, Е.Б. Наймарк. База данных по ископаемым морским беспозвоночным (БД ПИН РАН) // Информационно-поисковые системы в зоологии и ботанике, Труды Зоологического института, т. 278, Санкт-Петербург, 1999: 67, 68.
- [33] С.Г. Медведев. Опыт создания базы данных по мировой фауне блох на основе иерархических классификаторов // Информационно-поисковые системы в зоологии и ботанике, Труды Зоологического института, т. 278, Санкт-Петербург, 1999: 68, 69.
- [34] В.И. Ланцов, А.Н. Князев. К созданию базы данных по фауне и библиографии типулоидных двукрылых (Diptera, Tipuloidea) Кавказа (Fox Visual 3.0/5.0. Windows 95/98; Pentium) // Информационно-поисковые системы в зоологии и ботанике, Труды Зоологического института, т. 278, Санкт-Петербург, 1999: 64, 65.
- [35] В.А. Капустин, Е.Г. Лебедева, Н.Н. Лунова, И.Г. Чухина. Виртуальный гербарий Всероссийского НИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова // Информационно-поисковые системы в зоологии и ботанике, Труды Зоологического института, т. 278, Санкт-Петербург, 1999: 104, 105. [www.herbarium.nw.ru]
- [36] Ю.Р. Росков, Е.М. Литвинова, Д.Е. Воронин, С.А. Жезняковский. Компьютерная программа “Виртуальный Гербарий (Windows 95/98/NT)” // Информационно-поисковые системы в зоологии и ботанике, Труды Зоологического института, т. 278, Санкт-Петербург, 1999: 100, 101.
- [37] А.Л. Лобанов, М.Б. Дианов. Средства мультимедиа в электронных зоологических и ботанических публикациях // Информационно-поисковые системы в зоологии и ботанике, Труды Зоологического института, т. 278, Санкт-Петербург, 1999: 99, 100.
- [38] А.Л. Лобанов, А.Ю. Рысс. Компьютерные идентификационные системы в зоологии и ботанике: современное состояние и перспективы // Информационно-поисковые системы в зоологии и ботанике, Труды Зоологического института, т. 278, Санкт-Петербург, 1999: 17-29.
- [39] А.В. Смирнов, А.В. Гудков. WWW-страница “Интерактивный определитель голых амёб” (<http://now.ifmo.ru/amoebae.htm>) // Информационно-поисковые системы в зоологии и ботанике, Труды Зоологического института, т. 278, Санкт-Петербург, 1999: 82, 83.