

Развитие информационно-поисковой системы ЭКОАНТ на основе электронной коллекции беспозвоночных Антарктики

© И.С. Смирнов, © А.Л. Лобанов, © А.В. Неелов, © А.Г. Кирейчук

Зоологический институт РАН
Санкт-Петербург
smiris@zin.ru

Аннотация

Начиная с первой советской Комплексной антарктической экспедиции в 1955-1956 гг. Зоологический институт РАН активно участвует в изучении южнополярной биоты. Он одним из первых учреждений зоологического профиля начал компьютеризацию исследований в России, с конца семидесятых годов прошлого столетия. Для информационно-поисковой системы «ЭКОАНТ» при поддержке проекта подпрограммы "Изучение и исследование Антарктики" ФЦП «Мировой океан» разработаны структуры баз данных и создана модель информационно-поисковой системы по экологии бентоса Антарктики. Информацию о ходе развития ИПС «ЭКОАНТ» можно посмотреть на сайте о проектах, выполняемых в Зоологическом институте РАН:

<http://www.zin.ru/projects/ecoant/rus/index.html>.

Работа по теме осуществляется частично при поддержке грантов РФФИ N 09-04-00789a и 12-04-00663-P, проекта N11 «Проведение комплексного изучения антарктической биоты» и N4 «Определение состояния антарктических экосистем, оценка окружающей среды в районе работ Российской Антарктической Экспедиции» Подпрограммы «Изучение и исследование Антарктики», Федеральной Целевой Программы «Мировой Океан» и программы «Биоразнообразие».

1 Введение

Начиная с первой советской Комплексной антарктической экспедиции в 1955-1956 гг. Зоологический институт РАН активно участвует в изучении южнополярной биоты [1 - 4]. С появлением компьютера БЭСМ-6 в 1987 г. были начаты работы по проектированию и разработке

электронных зоологических баз данных (БД).

Биологи всегда отставали по вопросам внедрения передовых информационных технологий, но компьютеризация постепенно охватила и биологические учреждения.

Зоологический институт РАН одним из первых учреждений зоологического профиля начал компьютеризацию исследований в России, с конца семидесятых годов прошлого столетия. В 1988 г. была создана Межлабораторная группа, которой было поручено «выяснение объема и состава отдельных таксонов животных СССР, учет их изученности и обеспеченности специалистами, поддержание этих сведений в соответствии с новейшими данными и формирование на основе этих сведений головных разделов машинных банков данных и кадастров» [5, 6].

К настоящему времени завершено несколько проектов по компьютеризации изучения биологического разнообразия («ЗООИНТ», «БИОДИВ», «ЗООДИВ») [7-10]. Создан достаточно оснащенный информационный центр Института. Локальная компьютерная сеть состоит из трех сегментов, соединённых оптоволоконным кабелем. В ней насчитывается более 200 персональных компьютеров и 10 серверов.

Зарубежный опыт в создании БД довольно обширен и насчитывает уже много лет, к тому же внедрение ЭВМ за границей шло интенсивнее, чем у нас. К сожалению, использование зарубежными авторами БД различных модификаций компьютеров, методик и систем управления базами данных не позволяло применять уже созданные за рубежом модели банков данных и информационно-поисковых систем (ИПС). Относительно недавно, на сайте Американской антарктической программы появился электронный каталог беспозвоночных животных, которые хранятся в стенах Национального Музея Естественной Истории в Вашингтоне (округ Колумбия, США) [11].

Это, пожалуй, пока единственный пример реально работающей интерактивной информационно-поисковой системы по

антарктическим коллекциям беспозвоночных животных за границей.

Последние годы получили развитие международные проекты по унификации и сбору данных по флоре и фауне (GBIF, Systema Naturae 2000, Species 2000, The Tree of Life, All Species Foundation, FishBase, Fauna Europea и др.), в том числе и по морским организмам (CoML, ArcOD, CAML, WoRMS, ERMS и др.) [12, 13]. Но при всем разнообразии существующих проектов и подходов к их реализации из-за отсутствия квалифицированных специалистов по многим группам животных, появляющиеся в Интернете списки видов часто изобилуют многочисленными ошибками в латинских названиях и другими таксономическими погрешностями и разночтениями: различным пониманием систематического положения таксона, его объема и иерархического уровня. В проекте WoRMS (the World Register of Marine Species) сейчас предпринимается попытка создания сети общения специалистов по систематике морских животных для более эффективного использования опыта ведущих ученых по различным вопросам описания структуры фауны Мирового океана.

2 Информационно-поисковая система «ЭКОАНТ»

Несмотря на бурный рост информационных технологий, биологические и, в частности, зоологические исследования медленно поддаются стандартизации и компьютеризации в силу большой сложности систематических и номенклатурных отношений. Разработчики ИПС «ЭКОАНТ» (ЭКОлогия АНТарктики) в Зоологическом институте предложили оригинальный метод по представлению иерархической классификации таксонов в реляционной БД [14-17]. Источником данных для ИПС служат обширнейшие уникальные коллекции морских беспозвоночных и рыб, собранные в стенах Зоологического института за 55 лет исследований стараниями нескольких поколений сборщиков.

Для ИПС «ЭКОАНТ» при поддержке проекта 4 подпрограммы "Изучение и исследование Антарктики" ФЦП «Мировой океан» разработаны структуры баз данных и создана модель информационно-поисковой системы по экологии бентоса Антарктики. При организации фаунистических и экологических банков данных и ИПС встают две серьезные проблемы: а) ведение записей по систематике организмов, особенно с учетом синонимии, и б) представление географических данных. Первая решается путем использования компьютерного классификатора названий животных [18, 14, 16]. Вторая – путем использования координат и географических информационных систем [19]. Базы данных включают информацию по гидробиологическим станциям, на которых были проведены ловы морских донных животных и содержат данные о

координатах, параметрах среды: глубине, грунту и другим. В сочетании с систематической БД, содержащей сведения о составе фауны (классификатором) и коллекционной БД (сведения о месте и способе хранения собранного материала) ИПС позволяет проводить поиск информации по многочисленным запросам. ИПС по экологии антарктического бентоса способствует решению следующих задач: 1) выявлению фаунистического состава и особенностей отдельных акваторий и на этой основе получению данных о составе биоценозов и сообществ; 2) изучению биоценологических отношений; 3) исследованию изменений, происходящих в фауне регионов под воздействием глобальных климатических изменений и/или антропогенного воздействия. Все это возможно на основе сравнения современных сборов животных и информации о видах из уникальной коллекции сборов всех прошлых экспедиций, хранящейся в Институте, что является, в свою очередь, одной из задач глобального экологического мониторинга, а также помогает решению других проблем. Информацию о ходе развития ИПС «ЭКОАНТ» можно посмотреть на сайте о проектах, выполняемых в Зоологическом институте РАН [20].

3 Международный полярный год и Российский центр биологических данных

В 2007/08 годах проходил Международный полярный год (МПГ), в рамках которого проводились разнообразные научные исследования полярных регионов, в том числе и по интеграции разрозненных информационных ресурсов Арктики и Антарктики.

Зоологический институт РАН был назначен головной организацией по сбору биологической информации различных российских проектов, которые разрабатывались под эгидой МПГ.

Цель проекта по организации Центра сбора биологических данных состояла в создании технологии сбора, накопления и обмена биологическими данными, полученными по программе МПГ 2007/08, и их интеграции в информационную систему МПГ-Инфо.

Основными задачами работы являлась разработка технологии по управлению биологическими данными в Зоологическом институте РАН - организации-центре сбора этих данных по МПГ 2007/08, формирование Каталога данных по тематике проекта, доступных пользователям, формирование базы данных экспедиционных наблюдений и научных проектов национальной программы МПГ 2007/08 по биологии, регистрация этих данных в базе метаданных и включение их в информационные ресурсы системы МПГ-Инфо.

Основные конструктивные и технологические показатели – осуществление полного цикла сбора,

систематизации, хранения, обработки, анализа и интерпретации информации, совместное использование больших массивов данных разных типов, решение широкого круга прикладных задач, разнообразные возможности представления информационной продукции пользователю, интеграция информационных ресурсов в систему МПГ-Инфо.

В разрабатываемую информационную систему были включены, в основном, материалы предыдущих исследований биоты Арктики и Антарктики, которые должны были быть дополнены материалами работ 2007-2009 гг.

В процессе работ по подпрограмме ЕСИМО ФЦП «Мировой океан» базы исходных данных и базы метаданных наполнялись путем вовлечения новых источников – неохваченных проектов программы МПГ и других информационных ресурсов. Были развиты и усовершенствованы совместно с коллегами из Института гидрометеорологической информации (ВНИИГМИ-МЦД) методы контроля, обработки, и управления данными.

Во время формирования полного и высококачественного информационного фонда, аккумулирующего результаты научных исследований МПГ 2007/08, и информационного обеспечения участников программы МПГ и других пользователей, заинтересованных в информации по полярным районам Земли, возникли определенные проблемы, связанные в основном с человеческим фактором. Система для сбора данных была подготовлена, а участники процесса с данными, полученными в ходе выполнения своих проектов, расставаться не спешили [21].

На портале Зоологического института РАН был создан сайт по проектам «Разработка технологии сбора, накопления и обмена данными по биологии и зоологии для применения в крупных научно-исследовательских программах» и «Развить технологию сбора, накопления и обмена данными по биологии и зоологии, обеспечить формирование тематического раздела информационного фонда МПГ»: Российский центр биологических данных - РЦБД-ЗИН [22].

4 Электронные коллекции и определители в изучении биологического разнообразия Антарктики

Важным моментом развития коллекционных баз данных и ИПС является создание на их основе полноценных справочных пособий и компьютерных определителей [23].

С появлением и широким распространением Интернета появилась идея написания программы, которая бы давала возможность дистанционного определения таксонов различных животных [24].

В 2005 г. была получена поддержка РФФИ специально на разработку программного

обеспечения к многоходовым политомическим определителям с использованием сети Интернет. Работа над этим проектом стала возможной благодаря участию специалистов СПбГУ в области сетевых компьютерных систем на основе баз данных - О.Н.Граничина и А.Т.Вахитова. Так родился проект WebKey-X: <http://www.zin.ru/projects/webkey-x/index.html>, в котором участвовали специалисты по разным группам насекомых и офиурам (грант РФФИ N 05-07-90179а, руководитель А.Г. Кирейчук). Связь определителей с атласами, а также необходимыми ссылками на литературные источники по каждому таксону позволяет достичь высокой эффективности на всех этапах определения и проверки (уточнения) его надежности. В настоящее время совершенствуются методы диагностики по медузообразным (С.Д. Степаньянц), иглокожим (А.В. Смирнов, И.С. Смирнов) (грант РФФИ N 09-04-00789а). Создан первый интерактивный определитель по антарктическим офиурам. Продолжаются поисковые работы по созданию Интернет-определителей, так как ни одна из существующих систем пока не обладает полным набором свойств идеального компьютерного ключа [24-28].

5 Значение электронных коллекций и определителей в изучении биологического разнообразия

В вышедшей в 1998 г. книге Н.Н. Михайлова с коллегами («Морские экспедиционные исследования России» [29]) основное внимание уделено океанографическим (гидрологическим) экспедициям. И это понятно, поскольку большинство рейсов осуществлены с целью проведения гидрологической съемки судами различных ведомств; поскольку комплексных экспедиций, включающих биологические съемки, было не так много и, наконец, биологический материал, часто собирающийся энтузиастами (даже не биологами), не попадал в официальные отчеты и, таким образом, практически не фиксировался документально [3]. Но эти материалы, поступившие на хранение в Зоологический институт РАН и другие учреждения зоологического профиля, позволяют судить о подобных сборах и составить более полный список экспедиций, в которых проводились биологические исследования.

Кроме чисто исторического и познавательного аспекта подобная работа получает важное экологическое звучание. По мере накопления сборов за достаточно большие промежутки времени, так называемые мониторинговые коллекции, появляется возможность проследивать изменения в морских экосистемах, которые происходят под влиянием глобальных климатических, локальных гидрологических и антропогенных воздействий [30-35].

Поэтому сбор данных о биологических экспедициях, коллекциях и другая информация (равно как и их публикация) приобретают помимо исторического и значительный практический интерес. Многолетние гидрографические наблюдения, несомненно, важны, доказательством этому служат и большое число подобных исследований, и их хорошая документированность. Но для выявления изменений, происходящих в морях и океанах, необходимы многократные дорогостоящие серии промеров, которые в силу своей множественности создают сложности при обработке и анализе полученных данных. Зачастую животные (так называемые виды-индикаторы) быстрее и более тонко реагируют на гидрологические и климатические изменения или процессы, вызванные загрязнением, нежели сверхточные приборы. Океанографы используют большой арсенал различных приборов, и каждый фактор исследуется чаще всего вне зависимости от другого (если это физически возможно); более того, данное измерение непосредственно никак не зависит от предыдущего и никак не влияет на последующее. Текущее же состояние живого организма, наоборот, зависит от предыдущего и влияет на последующее. Все внешние воздействия воспринимаются организмами комплексно (эффект суммирования реакции на внешние воздействия), и реакция на них может быть совершенно противоположна той, которая последовала бы на изменение любого (но одиночного) фактора такой же интенсивности, а это, в свою очередь, приводит к изменениям в структуре соответствующих биоценозов и трофических цепей в экосистемах.

Таким образом, сбор и хранение биологических материалов на протяжении многих лет и, естественно, сбор и хранение данных о таких материалах, создание электронных коллекций или баз данных и информационно-поисковых систем служат важным звеном в изучении биоразнообразия, экологической ситуации в морских экосистемах и глобальных изменений климата, этой актуальнейшей проблемы XXI века.

Литература

- [1] Атлас Антарктики. САЭ. Л.: Гидрометеорологическое изд-во, 1969. Т. 2. 598 с.
- [2] Атлас океанов. Антарктика. СПб.: Изд-во ГКУ ВМФ РФ, 2005: 299 с.
- [3] Смирнов И.С., Неелов А.В. Изучение антарктической донной фауны в рейсах судов рыбодобывающего флота СССР и России. Тезисы докладов международной научной конференции "История отечественной океанологии", 28 октября - 1 ноября 1996 г., г. Калининград. 1996. Калининград, с. 106-107.
- [4] Неелов А.В., Смирнов И.С., Сиренко Б.И., Усов Н.В., Гаврило М.В. Первые результаты мониторинговых исследований биоты

- Антарктики по программе МПГ (2007-2009 гг.) // Тез. докл. науч. конф "Россия в МПГ – первые результаты" (3-9 октября 2007 г., г. Сочи). – Сочи, 2007. с. 108.
- [5] Скарлато О.А., Старобогатов Я.И., Лобанов А.Л., Смирнов И.С. Базы данных по зоологической систематике и сведения о высших таксонах животных // Зоологический журнал. 1994. Т. 73, N 12. С. 100-116.
 - [6] Скарлато О.А., Старобогатов Я.И., Лобанов А.Л., Смирнов И.С. Биоразнообразия и возможности его анализа с применением компьютерных банков данных // Биоразнообразия. Степень таксономической изученности. 1994. С. 20-41.
 - [7] Смирнов И.С., А.Л.Лобанов, А.Ф.Алимов, С.Г.Медведев, А.А.Голиков. Итоги развития проекта ЗООИНТ и его дальнейшие перспективы // Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции: Труды Четвертой Всероссийской научной конференции RCDL'2002, (Дубна, 15-17 октября 2002 г.): в 2 т. – Дубна: ОИЯИ, 2002. Т. 2: 308-315.
 - [8] Смирнов И.С., А.Л. Лобанов, О.Н. Пугачев, А.Г. Кирейчук, В.А. Кривохатский, М.Б. Дианов, Р.Г. Халиков, А.А. Голиков, Е.П. Воронина. От системы ЗООИНТ к системе ЗООДИВ // Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции: Труды XIV Всероссийской научной конференции RCDL'2012. Переславль-Залесский, Россия, 15 - 18 октября 2012 г.). – г. Переславль-Залесский: изд.-во «Университет города Переславля», 2012: 241-246.
 - [9] Портал Зоологического института. ЗООДИВ. Всероссийская информационная система по биоразнообразию <http://www.zin.ru/ZooDiv/index.html>
 - [10] Портал Зоологического института. Информационная система «Биоразнообразие России» <http://www.zin.ru/BioDiv/index.html>
 - [11] Портал Национального Музея Естественной Истории в Вашингтоне (округ Колумбия, США), антарктические коллекции: <http://invertebrates.si.edu/>
 - [12] Смирнов И.С., А.Ф.Алимов, А.Г.Кирейчук, Е.П.Воронина, А.Л.Лобанов. Международные проекты по созданию электронных коллекций морских животных: первые результаты // Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции: Труды Седьмой Всероссийской научной конференции (RCDL'2005). Ярославль, 4 - 6 октября 2005 г. – Ярославль: Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова, 2005: 134-137.
 - [13] Смирнов И.С., А.Л. Лобанов, А.Ф. Алимов, А.А. Голиков, А.Г. Кирейчук. Международные

- Интернет-проекты по созданию биологических электронных коллекций // Научный сервис в сети ИНТЕРНЕТ: Труды Всероссийской научной конференции (18-23 сентября 2006 г., г. Новороссийск). – М.: Изд-во МГУ, 2006. с. 216-218.
- [14] Лобанов А.Л., И.С.Смирнов. Принципы построения и использования классификаторов животных в стандарте ZOOCOD // Базы данных и компьютерная графика в зоологических исследованиях, Труды Зоологического института, т. 269, Санкт-Петербург, 1997: 66-75.
- [15] Лобанов А.Л., 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 РАН, т. 278, Санкт-Петербург, 1999: 65, 66.
- [16] Лобанов А.Л., А.Ю. Рысс, И.С. Смирнов. Современное состояние концепции ZOOCOD // Информационные системы по биоразнообразию видов и экосистем. Научная программа и тезисы 4-го Международного симпозиума. СПб. 2003. с. 8, 9.
- [17] Лобанов А.Л., И.С. Смирнов, М.Б. Дианов, А.А. Голиков, Р.Г. Халиков. Эволюция стандарта ZOOCOD - концепции отражения зоологических иерархических классификаций в плоских таблицах реляционных баз данных // Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции: Труды Десятой Всероссийской научной конференции «RCDL'2008» (Дубна, Россия, 7-11 октября 2008 г.): – Дубна: ОИЯИ, 2008: 326-332.
- [18] Лобанов А.Л., Зайцев М.В. Создание компьютерных баз данных по систематике млекопитающих на основе классификатора названий животных "ZOOCOD" // Труды ЗИН РАН. 1991. Т. 243. С. 180-198.
- [19] Дианов М.Б., Лобанов А.Л. Компьютерная географическая система ZOOMAP для картирования ареалов животных // Базы данных и компьютерная графика в зоологических исследованиях (Труды Зоологического института, т. 269). 1997. С. 31-34.
- [20] Портал Зоологического института. Информационная система «ЭКОАНТ» <http://www.zin.ru/projects/ecoant/index.html>
- [21] Смирнов И.С., Воронина Е.П., Неелов А.В., Лобанов А.Л. Организация Центра сбора биологических данных в рамках проекта МПП // В сб. «Морские исследования полярных областей земли в Международном полярном году 2007.2008», Научная конференция, 21-23 апреля 2010 г., СПб, ААНИИ: 188-189.
- [22] Портал Зоологического института. Информационная система «Российский центр биологических данных МПП – РЦБД-ЗИН» http://www.zin.ru/projects/RCBD_ZIN/index.html
- [23] Лобанов А.Л., Смирнов И.С. Место и роль информационных технологий в исследованиях Зоологического института РАН // Фундаментальные зоологические исследования: Теория и методы. (По материалам Международной конференции «Юбилейные чтения, посвященные 170-летию Зоологического института РАН», 23-25 октября 2002 г.), М.-СПб.: Товарищество научных изданий КМК. 2004: 283-318
- [24] Лобанов А.Л., Кирейчук А.Г., Смирнов И.С., Дианов М.Б., Граничин О.Н.. Интернет и интерактивные определители биологических объектов // Научный сервис в сети ИНТЕРНЕТ: Труды Всероссийской научной конференции (19-24 сентября 2005 г., г. Новороссийск). – М.: Изд-во МГУ, 2005. с. 132-134.
- [25] Лобанов А.Л. Проблемы создания единой системы диагностической информации в биологии // Единая система и информационно-поисковых языков. Тезисы докладов Всесоюзной научной конференции. Юрмала, 6-8 сентября 1977 г. 1977. С. 84-87.
- [26] Лобанов А.Л. Принципы построения определителей насекомых с использованием электронных вычислительных машин. - Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. биол. наук. Л.: ЗИН АН СССР, 1983. С. 1-19
- [27] Лобанов А.Л., Дианов М.Б. Компьютерная диагностическая система VIKEDY и возможности ее использования в защите растений // Защита растений в условиях реформирования агропромышленного комплекса: экономика, эффективность, экологичность. Всеросс. съезд по защите растений. Тезисы докл. 1995. С. 548-549.
- [28] Лобанов А.Л., Рысс А.Ю. Компьютерные идентификационные системы в зоологии и ботанике: современное состояние и перспективы // Информационно-поисковые системы в зоологии и ботанике (Тезисы международного симпозиума, май 1999). Труды Зоологического института РАН. 1999. Vol. 278. P. 17-29.
- [29] Михайлов Н.Н., Вязилов Е.Д., Ламанов В.И., Студенов Н.С. Морские экспедиционные научные исследования России / Под ред. М.З. Шаймарданова. СПб.: Гидрометеиздат, 1998: 212 с.
- [30] Галкин Ю. И. Многолетние изменения фауны Trochidae (Gastropoda, Prosobranchia) Баренцева моря // Гидробиология и биогеография шельфов холодных и умеренных вод Мирового океана. 1974. С. 83–84.

- [31] Галкин Ю. И. Многолетние изменения донной фауны Баренцева моря // Жизнь и условия ее существования в бентали Баренцева моря. Апатиты, 1986. С. 43–52.
- [32] Галкин Ю. И. Колебания климата и фауна моллюсков в Баренцевом море. Л., 1987. № 1, Ч. 1. С. 102–104.
- [33] Smirnov I.S., A.V.Lobanov, M.B.Dianov, Doktorova M.M., E.Rachor. Long-term changes of ophiuroid's fauna (Echinodermata, Ophiuroidea) of the Barents Sea during the period 1800-1992. 5th Zonenshine conference on plate tectonics, Moscow, November 22-25, 1995. Program and Abstracts, 1995. P 52.
- [34] Смирнов И.С., А.А. Голиков, Н.А. Анисимова. Влияние климатических изменений на распределение змеехвосток (ECHINODERMATA, OPHIUROIDEA) 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. с. 97,98.
- [35] Смирнов И.С., А.Ю.Рысс. Биологические коллекции и базы данных // Информационно-поисковые системы в зоологии и ботанике, Труды Зоологического института РАН, т. 278, Санкт-Петербург, 1999: 30-32.

Development of the information retrieval system ECOANT on the basis of the digital collection of Antarctic invertebrates

Igor S. Smirnov, Andrey L. Lobanov,
Aleksy V. Neyelov, Aleksandr G. Kirejchuk

Since the first Soviet Comprehensive Antarctic expedition in 1955-1956 the Zoological Institute of the Russian Academy of Science participates actively in studying of South Polar biota. It is one of the first establishments of a zoological structure which has begun a computerization of researches in Russia, with the end of the seventieth years of the last century. For the information retrieval system «ECOANT» supported of the project of the program "Studying and research of Antarctic " of the Federal Program "The World Ocean" structure of databases is developed and the model of an information retrieval system on Antarctic benthos ecology is created. The information on process of the IRS «ECOANT» can be looked on a site about the projects which are carried out in the Zoological Institute: <http://www.zin.ru/projects/ecoant/rus/index.html>.