

**КОЛЛЕКЦИИ АНТАРКТИЧЕСКИХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ И РЫБ
ЗООЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА РАН КАК ИНФОРМАЦИОННАЯ ОСНОВА
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**И.С. Смирнов, Н.Б. Ананьева, А.Л. Лобанов, А.В. Неелов, Б.И. Сиренко, А.А. Голиков,
Р.Г. Халиков, Е.П. Воронина**

*Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург, Российская Федерация
e-mail: smiris@zin.ru*



Смирнов Игорь Сергеевич, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Лаборатории морских исследований Зоологического института Российской академии наук, smiris@zin.ru

Научные интересы связаны с изучением змеехвосток, в основном Арктики и Антарктики, их систематики и экологии, и созданием баз данных по коллекциям морских донных беспозвоночных Лаборатории.



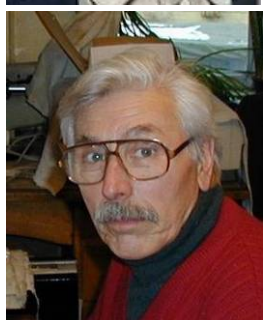
Ананьева Наталия Борисовна, доктор биологических наук, профессор, зам. директора Зоологического института Российской академии наук, зав. Лабораторией орнитологии и герпетологии, admin@zin.ru

Области научных интересов и тематика исследований: зоология, экология, морфология, филогения, охрана фауны, биогеография амфибий и рептилий Палеарктики и Юго-Восточной Азии.



Лобанов Андрей Львович, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник Лаборатории систематики насекомых Зоологического института РАН, веб-редактор сайта «Жуки и колеоптерологи», all@zin.ru

Научные интересы: компьютерные базы данных и мультимедийные средства в систематике, фаунистике, морфологии и экологии различных групп животных; разработка новых форм определителей животных и зоологических электронных публикаций (CD-ROM и Интернет).



Неелов Алексей Вадимович, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Лаборатории ихтиологии Зоологического института Российской академии наук, smiris@zin.ru

Научные интересы связаны с изучением систематики, морфологии рыб, биоты Антарктики и вопросов изменения полярных фаун.



Сиренко Борис Иванович, доктор биологических наук, главный научный сотрудник Лаборатории морских исследований Зоологического института Российской академии наук, marine@zin.ru.

Научная деятельность связана с изучением морских моллюсков, в основном хитонов и гастропод, донных сообществ в Арктике, Антарктике и Тихом океане.



Голиков Алексей Александрович, инженер Технического отдела системной поддержки таксономических исследований Зоологического института Российской академии наук, agolikhov@zin.ru

Научные интересы: компьютеризация зоологических исследований, создание информационно-поисковых систем по биологическому разнообразию.



Халиков Роман Григорьевич, ведущий инженер Технического отдела системной поддержки таксономических исследований Зоологического института Российской академии наук, digitalherp@zin.ru

Научные интересы: информационные технологии в зоологических исследованиях.



Воронина Елена Петровна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Лаборатории ихтиологии Зоологического института Российской академии наук, voron@zin.ru

Научные интересы связаны с изучением камбал Мирового океана, их систематики, морфологии и созданием баз данных по коллекциям морских рыб.

Введение

Изучение биологического разнообразия животных — это фундаментальная научная проблема, которая разрабатывается комплексно на основе систематических, зоогеографических, экологических, молекулярно-генетических подходов, с применением информационных технологий, доля которых возрастает с каждым годом. Важнейшим инструментом и информационной основой такого рода исследований служат зоологические коллекции. Зоологическая коллекция — это упорядоченное, научно документированное собрание (или набор объектов), представляющее научный или образовательный интерес. Коллекции подразделяются на обзорные и исследовательские. Исследовательские коллекции представлены систематическими и мониторинговыми коллекциями (периодически повторяющиеся сборы с целью выявления изменений в природных сообществах) [10, 29]. Они хранятся в ведущих научных центрах мира — таких, как Музей Естественной истории в Лондоне (Великобритания), Национальный Музей Естественной Истории в Париже (Франция), Национальный Музей Естественной Истории в Вашингтоне (Смитсоновский институт) и Американский институт естественной истории в Нью-Йорке (США), Зенкенбергский музей во Франкфурте-на-Майне (ФРГ), Музей естественной истории в Лейдене (Нидерланды) и во многих других институтах и музеях разных стран.

Уникальная фондовая коллекция Зоологического института Российской академии наук (ЗИН РАН) входит в мировую сеть зоологических коллекций как неотъемлемая часть фактической научной основы для работы зоологов всего мира. Ежегодно для работы с ней институт посещают специалисты из десятков стран. ЗИН РАН по числу хранящихся экземпляров, широте фаунистического разнообразия и уникальности сборов занимает одно из первых мест среди мировых хранилищ коллекций животных и является крупнейшим в России и СНГ. Зоологический институт РАН — одно из старейших научных учреждений

России, обладающее научными коллекциями с редчайшими экземплярами. Их история связана с созданием в 1714 г. первого российского музея — Кунсткамеры Петра I. Обзорная коллекция различных типов животных ЗИНа, оформленная как Зоологический музей и представленная в экспозиции для широкой публики, насчитывает примерно 30 000 экземпляров и является одной из крупнейших в мире [10].

Фондовые коллекции Зоологического института собраны многими поколениями отечественных и иностранных зоологов. Большую роль в этом сыграли морские путешествия, среди них знаменитые кругосветные путешествия И.Ф. Крузенштерна и Ю.Ф. Лисянского, Ф.А. Головина, О.Е. Коцебу, экспедиции Ф.П. Литке, Ф.Ф. Беллинсгаузена и М.П. Лазарева, в которых принимали участие и натуралисты [10].

К сожалению, морские беспозвоночные и рыбы из первой русской экспедиции в Антарктику не сохранились. Но начиная с 1955 г., с первой Комплексной антарктической экспедиции РАН, Зоологический институт активно участвует в изучении южнополярной биоты [3].

Благодаря сборам участников экспедиций РАН, ААНИИ, Роскомрыболовства из труднодоступных районов Южного полушария (более 2000 станций), проводимым уже более 60 лет, в ЗИНе хранится одна из крупнейших в мире зоологических коллекций антарктических беспозвоночных и рыб [3, 9, 19, 20].

В настоящее время эта коллекция превышает цифру в 60000 единиц хранения, которые зарегистрированы в книгах поступлений и бумажных каталогах. Все части этой коллекции: единицы хранения или лоты, научные материалы, полевые дневники, книги поступлений, каталоги и коллекционные карточки — представляют собой основу для создания информационно-поисковой системы (ИПС) по этим уникальным сборам животных [9].

В целом, в коллекциях Зоологического института представлено около 260 тысяч видов животных, что составляет около четверти известной мировой фауны. В коллекции имеются практически все виды животных, обитающие в России, многие из них представлены большими сериями [10]. Достаточно полно представлена коллекция морских беспозвоночных и рыб из Антарктики и Субантарктики, включая типовые (эталонные) экземпляры [8, 9, 13].

Научные исследования сотрудников ЗИН РАН, отечественных и иностранных коллег, включая и сбор коллекций, позволили существенно пересмотреть взгляд на биоразнообразие многих регионов планеты, например — на один из мировых центров биологического разнообразия — Антарктику [3, 9, 25–28].

Исключительную ценность представляют хранящиеся в коллекции несколько десятков тысяч типовых экземпляров видов животных, которые имеют статус международных эталонов и составляют объективную основу зоологической номенклатуры. Эти типовые экземпляры (эталонные) животных по своей значимости могут быть сравнимы только с эталонами мер и весов. Типовые экземпляры по определению уникальны, т.е. не имеют аналогов и не могут быть произвольно заменены.

Важно отметить, что расширение технических возможностей методов выделения ДНК (в том числе работа с так называемой «древней» ДНК) уже позволяет и в ближайшее время значительно увеличит способность анализировать исторически значимые коллекционные экземпляры, в том числе типовые и субфоссильные, что будет иметь определяющее значение для решения многих вопросов исследований биоразнообразия.

В наши дни бурного прогресса информационных технологий и успехов молекулярно-генетических исследований содержание понятия «Зоологическая коллекция» стремительно наполняется новым смыслом, и научная коллекция по праву рассматривается как банк научной информации и основной инструмент для проведения фундаментальных и прикладных биологических исследований. Она доступна для изучения в соответствии с правилами хранения образцов (экспонатов), защиты и использования информации. Этот доступ определяется международными нормами, нормативными актами РФ и правилами внутреннего распорядка, установленными для коллекций. Каждый образец научной

коллекции бесценны с точки зрения наращиваемой сопутствующей информации и не имеет коммерческой стоимости [10].

В настоящее время требуется активное вовлечение в научный оборот этих уникальных материалов через создание интегрированных ИПС по биоразнообразию, разрабатываемых зоологами в процессе научного курирования и изучения коллекций в тесном контакте со специалистами по информационным технологиям.

Зарубежный опыт создания баз данных (БД) по биологическому разнообразию довольно обширен и насчитывает уже много лет, поскольку внедрение электронно-вычислительных машин (ЭВМ) в биологии началось за границей раньше и шло интенсивнее, чем в бывшем СССР. К сожалению, использование зарубежными авторами баз данных различных модификаций компьютеров, методик и систем управления БД не позволило применить уже созданные за рубежом модели банков данных и информационно-поисковых систем (ИПС) в отечественных условиях. Но сейчас, благодаря современным технологиям и интеграционным процессам в развивающихся международных информационных проектах, становится возможным объединять данные из различных источников [1, 11, 30].

Из зарубежных разработок онлайн-коллекций рыб можно привести успешные проекты, представленные в таких крупнейших музеях мира как Музей Естественной истории в Лондоне (BMNH, <http://data.nhm.ac.uk/>), Национальный Музей Естественной Истории в Париже (MNHN, <http://www.mnhn.fr/fr/collections/ensembles-collections/vertebres>) и Национальный Музей Естественной Истории в Вашингтоне (USNM, <http://collections.nmnh.si.edu/search/fishes/>).

С беспозвоночными животными дела обстоят не так оптимистично.

Относительно недавно, на портале Национального Музея Естественной Истории (Вашингтон, округ Колумбия, США) появился электронный каталог Американской антарктической программы (USAP) по беспозвоночным животным, которые хранятся в стенах этого прославленного музея [14, 15]. Это пока единственный пример реально работающей интерактивной информационно-поисковой системы по антарктическим коллекциям, которая имеет значительное наполнение по некоторым группам, например, офиурам, или змеехвосткам.

Вторым по объему и значимости можно авансом считать Международный проект по биоразнообразию антарктической биоты SCAR-MarBin [16], который начал развиваться уже после появления американского сайта и создается усилиями большого коллектива программистов и зоологов, в основном на некоммерческой основе.

Открыта страница о коллекциях в австралийском Музее Виктории в Мельбурне [17]. Но наполнение страницы изображениями образцов только начинается.

Появилась веб-страница о коллекционных материалах на сайте новозеландского института NIWA в Веллингтоне [18]. На странице представлена база данных типовых материалов, которые хранятся в коллекции.

Одна из актуальнейших научных проблем, а также необходимое условие модернизации зоологических коллекций и алгоритмов их исследования — развитие информационных систем по биоразнообразию и разработка основ создания структуры этих систем с последующим интегрированием в международные распределенные информационно-поисковые системы [1].

Настоящая статья посвящена описанию разработок баз данных и информационно-поисковых систем по биоразнообразию антарктических животных (морских беспозвоночных и рыб) в Зоологическом институте РАН.

Методы исследования

Собранные в ходе многочисленных экспедиций материалы, хранящиеся в Зоологическом институте РАН, являются непреходящим источником сведений о структуре и распределении фаунистического разнообразия в пространстве и во времени (рисунок 1). Единицей хранения считается любой объект, имеющий этикетку со сведениями о месте и

времени сбора, фамилией сборщика и, в идеале, — с научным определением. Единицами хранения являются чучела, тушки, шкурки, скелеты позвоночных животных и их части, птичьи яйца и гнезда, сухие и влажные (в спирте или формалине) рыбы, земноводные, пресмыкающиеся и беспозвоночные животные, специальные препараты животных микроскопических размеров или их частей, современные и ископаемые останки животных, образцы ДНК или отдельные сиквенсы. Понятие «единица хранения» имеет много эквивалентов, некоторые из них (образцы зоологических коллекций, научные материалы, экземпляры, лоты и пр.) используются в правовой и нормативной лексике [10].



Рисунок 1 – Коллекция морских ракообразных Лаборатории морских исследований.

Создание баз данных по морским беспозвоночным в Зоологическом институте началось в 1987 г. с помощью терминала БЭСМ-6, но только появление в институте в 1989 г. персональных компьютеров позволило более гибко решать многие задачи по внедрению ЭВМ в рутинные операции по созданию, ведению и пополнению зоологических БД и ИПС [2, 6, 7, 11, 12]. С 1991 г. были начаты работы по созданию БД по рыбам [31]. В дальнейшем, институтские ихтиологи приняли участие в проекте FishBase (<http://www.fishbase.org/home.htm>).

Базы данных информационно-поисковой системы, получившей название «ОКЕАН», включают информацию по гидробиологическим станциям, на которых были проведены сборы морских беспозвоночных и рыб, и содержат данные об экспедиции, судне, номере станции, орудии лова, о координатах, глубине лова, грунту и другим параметрам среды. В сочетании с таксономической БД (классификатором), содержащей сведения о составе фауны определенного региона и коллекционной БД (сведения о месте и способе хранения собранного материала), станционная БД позволяет проводить поиск информации по многочисленным запросам [5].

В 1996 г. система была дополнена новым блоком ввода, разработанным А.А. Голиковым, для FoxPro for Windows. Ввод в большинство полей БД осуществляется с использованием словарей, что позволяет минимизировать ошибки.

В 1999 г. началась разработка проекта под названием «Создание информационно-поисковой системы по экологии бентоса Антарктики (ЭКОАНТ)» [8].

В 2006 г. ЗИН подключился к выполнению международной программы «Перепись морского населения Антарктики» (Census of Antarctic marine life; <http://www.zin.ru/projects/ecoant/eng/Index.html>)

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 информационно-поисковых систем «ОКЕАН» и «ЭКОАНТ» предложили оригинальный способ по представлению иерархической классификации таксонов в реляционной БД – систему «ЗООКОД» [21–24].

Первоначально, из-за технических ограничений (объем оперативной памяти компьютеров, возможностей системы управления базами данных или СУБД) ИПС «ОКЕАН» и «ЭКОАНТ» развивались параллельно, но после усовершенствования компьютеров и СУБД все записи находятся в одном массиве данных в ИПС «ОКЕАН» под управлением СУБД MS SQL Server и информация по антарктическому региону выдается по запросу: «Южный океан» или локально, по антарктическим морям (рисунок 2).

#	Бел	Мар	STD	Таксоны	ID	Описание	Институт	Судно	Океан	Море	Залив	Остров	Место	Широта	Долгота	Дата	Дата ск.	Номер станции	Индекс. станции	Глубина	Среднее море	N	Гру	
7891					19324	А43.59	Антарктический	Фебурье	Южный		Пролив		станция Русова	69°22' 51.23S	76°12' 12.52E	03.02.2014		3		29	используемый коллекционный код	2		
7892					19373	А43.59	Антарктический	Фебурье	Южный				станция Русова	74°07' 48.0S	133°09' 02.0W	17.02.2014		11		349	используемый Бел-Юна			станция ил. не указана
7893					19338	А43.59	Антарктический	Фебурье	Южный				станция Русова	74°07' 58.0S	133°09' 02.0W	17.02.2014		11		349	используемый Бел-Юна			станция ил. не указана
7894					19327	А43.59	Антарктический	Фебурье	Южный				станция Русова	74°07' 58.0S	133°09' 00.0W	17.02.2014		12		349	используемый Бел-Юна			станция ил.
7895					19374	А43.59	Антарктический	Фебурье	Южный				станция Русова	74°07' 58.0S	133°09' 00.0W	17.02.2014		12		349	используемый Бел-Юна			станция ил.
7896					19315	А43.59	Антарктический	Фебурье	Южный				станция Русова	74°05' 48.5S	133°02' 30.0W	15.02.2014		13		565	используемый Бел-Юна			станция ил.
7897					19078	А43.59	Антарктический	Фебурье	Южный					74°23' 39.0S	133°07' 49.0W	15.02.2014		14		669	используемый Бел-Юна			станция ил.
7898					19317	А43.59	Антарктический	Фебурье	Южный					74°14' 34.0S	134°20' 30.0W	16.02.2014		15		674	используемый Бел-Юна			станция ил.
7899					19318	А43.59	Антарктический	Фебурье	Южный					74°15' 40.5S	133°16' 13.0W	16.02.2014		16		541	используемый Бел-Юна			станция ил.
7900					19319	А43.59	Антарктический	Фебурье	Южный					74°09' 58.0S	133°14' 33.0W	16.02.2014		17		990	используемый Бел-Юна			станция ил.
7901					19320	А43.59	Антарктический	Фебурье	Южный	Беллинсгаузен				69°24' 00.5S	70°16' 50.0W	22.02.2014		18		233	используемый Бел-Юна			станция ил. не указана
7902					19321	А43.59	Антарктический	Фебурье	Южный		Маккарди	Кинг-Джордж	дроль Беллинсгаузен/используемая станция Беллинсгаузен	62°12' 06.5S	58°55' 51.0W	09.03.2014		19		100	используемый Бел-Юна			станция ил.
7903					19328	А43.59	Антарктический	Фебурье	Южный		Маккарди	Кинг-Джордж	дроль Беллинсгаузен/используемая станция Беллинсгаузен	62°12' 06.5S	58°55' 51.0W	09.03.2014		19		100	используемый Бел-Юна			станция ил.
7904					19333	А43.59	Антарктический	Фебурье	Южный		Маккарди	Кинг-Джордж	дроль Беллинсгаузен/используемая станция Беллинсгаузен	62°12' 06.5S	58°55' 51.0W	10.03.2014		20		79	используемый станция			станция ил.

Рисунок 2 – Информационно-поисковая система «ОКЕАН» с записями антарктических станций

Ввод информации по основным группам бентоса позволит использовать более эффективно данные о составе фауны, ее биоразнообразию, бентических группировках и их распределении, и в свою очередь, более оперативно проводить мониторинг состояния экосистем антарктического шельфа и разрабатывать меры по их охране и рациональному использованию биоресурсов Антарктики [8, 9].

ИПС «ОКЕАН» должна способствовать решению следующих задач: выявлению фаунистического состава биоты и особенностей отдельных акваторий; исследованию изменений происходящих в фауне регионов под воздействием климата и антропогенного влияния на основе сравнения данных современных сборов животных и информации о видах из старых сборов, хранящихся в Зоологическом институте и занесенных в базу данных, что является одной из задач глобального экологического мониторинга [4].

Дальнейшим шагом в реализации изучения биоразнообразия является вовлечение в исследовательский процесс на основе информационных подходов уникальных коллекций, которыми обладает ряд зоологических учреждений России, с акцентом на сканировании экземпляров наиболее значимых таксонов [1].

Результаты и обсуждение

Источником данных для ИПС по антарктическим животным служат обширнейшие уникальные коллекции морских беспозвоночных и рыб, собранные более чем за 60 лет исследований в стенах Зоологического института стараниями нескольких поколений сборщиков.

К настоящему времени станционная БД для морских беспозвоночных Антарктики содержит около 1900 записей (44 экспедиции), коллекционная БД — около 3000 записей по 270 видам (рисунок 3).

SAMLR: База данных Зоологического института по антарктическим гидробиологическим станциям

ECOANT
CENTRE OF ANTARCTIC MARINE LIFE

Найдено записей: 1737 Запрос: Vessel = Страница 9 из 9 [Новый запрос](#)

№	Число таксонов	№ ст	Доп №	Рейс	Дата	Дата окончания	Широта	Долгота	Глубина, м	Судно	Море	Залив	Остров	Место пробоотбора	Экспедиция
1601	7		г	22	1987.04.09	1987.04.09	53°21.00S	41°57.40W	320	Эврика			скалы Шаг		
1602	0			47	1988.09.24	1988.09.29		156°00.00W	0 - 7	Академик Королев				острова Лайн, южная часть атолла Кэралайн	
1603	4	6			1988.12.10		54°55.60S	35°08.90W	135	Пионер Латвии	Уздеда		Южная Георгия		
1604	1	9			1988.12.11		54°19.00S	36°16.00W	342	Пионер Латвии	Уздеда		Южная Георгия		
1605	3	1 8		2	1988.12.12		62°12.00S	58°57.00W	25	Академик Федоров		бухта Ардли	Кинг-Джорж	Южные Шетландские острова	САЭ 34
1606	4	1 9		2	1988.12.12		62°12.00S	58°57.00W	30	Академик Федоров		бухта Ардли	Кинг-Джорж	Южные Шетландские острова	САЭ 34
1607	3	21			1988.12.13		53°50.40S	36°10.50W	185	Пионер Латвии			Южная Георгия		
1608	3	36			1988.12.17		53°44.00S	37°48.00W	110	Пионер Латвии			Южная Георгия		
1609	18	2 52 5		2	1988.12.20		70°51.50S	11°04.27W	394	Академик Федоров	Уздеда				САЭ 34
1610	3	59			1988.12.21		53°40.30S	41°19.50W	132	Пионер Латвии			Южная Георгия		
1611	3	64			1988.12.23		54°18.30S	38°19.30W	249	Пионер Латвии			Южная Георгия		


Рисунок 3 – База данных антарктических гидробиологических станций на странице проекта «ЭКОАНТ»

В прошлом году Зоологический институт РАН приступил к реализации конкретной фундаментальной задачи, которая состоит в разработке алгоритма дигитализации или оцифровки материалов фондовой коллекции, учитывающего специфику их хранения для отдельных систематических групп [1, 10] (рисунок 4).

Оцифрованные коллекции Зоологического института


Русский / English

Работа по оцифровке фондовых коллекций Зоологического института РАН выполняется в рамках проекта РФФИ №15-29-02457 (конкурс ориентированных фундаментальных научных исследований по актуальным междисциплинарным темам 2015 года) «Коллекции Зоологического института РАН как важный инструмент и информационная основа фундаментальных биологических исследований» (руководитель Ананьева Н.Б.).




Коллекция погонофор (Class Pogonophora)

Количество образцов: 69, из них типовых – 69
Количество таксонов: 34
Количество жемчужков: 173
Количество изображений: 175




Коллекция жуков (Class Insecta, Ordo Coleoptera)

Количество образцов: 50, из них типовых – 50
Количество таксонов: 50
Количество жемчужков: 50
Количество изображений: 100



Коллекция бабочек (Class Insecta, Ordo Lepidoptera)

Количество образцов: 50, из них типовых – 50
Количество таксонов: 50
Количество жемчужков: 50
Количество изображений: 106



Коллекция блох (Class Insecta, Ordo Siphonaptera)

Количество образцов: 96, из них типовых – 96
Количество таксонов: 59
Количество жемчужков: 96
Количество изображений: 193

Рисунок 4 – Сайт по типовым материалам фондовых коллекций Зоологического института

Инфологическая структура созданной информационно-поисковой системы по образцам фондовых коллекций ЗИН РАН соответствует уровню существующих электронных ресурсов мировых зоологических центров, а в ряде аспектов его превосходит. Используемые программные алгоритмы основаны на передовых отечественных (стандарт ZOOCOD для иерархических классификаторов) и мировых (стандарты геореференсирования точек находок, прикладные интерфейсы онлайн картирования) разработках, что подразумевает возможность последующей интеграции информационно-поисковой системы в глобальные распределенные онлайн ресурсы по биоразнообразию [1].

С использованием имеющейся серверной инфраструктуры ЗИН РАН и созданной информационной системой коллекционных образцов стало возможным развертывание специализированного сетевого сервиса — точки публикации данных GBIF (Integrated Publishing Toolkit, IPT, <http://www.gbif.org/ipt>) и начата отладка алгоритмов выборочной публикации данных по коллекционным образцам ЗИН РАН на портале консорциума GBIF (Global Biodiversity Information Facility, <http://www.gbif.org>) — ведущей международной организация, стремящейся сделать доступными мировые научные данные по биоразнообразию с помощью Интернета для всеобщей выгоды и научного, и мирового сообщества. В качестве иллюстрации мы приводим пример публикации набора данных по офиурам, или змеехвосткам, посредством IPT на портале GBIF — <http://www.gbif.org/dataset/98333cb6-6c15-4add-aa0e-b322b1500ba> (рисунок 5). Отдельно отметим, что технология публикации наборов данных посредством IPT подразумевает присвоение им DOI (Digital Object Identifier, уникальный цифровой идентификатор объекта), в результате чего каждый размещенный на портале GBIF набор данных автоматически становится полноценной электронной публикацией [30].

The screenshot shows the GBIF Integrated Publishing Toolkit (IPT) interface. At the top, there is a navigation bar with 'Home' and 'About' buttons. Below this is a sidebar menu with various options like Summary, Downloads, Versions, etc. The main content area displays the title 'Ophiuroidea collections of the Zoological Institute Russian Academy of Sciences' and a detailed description of the dataset, including information about the collection's origin, contents, and management. A small circular logo is visible on the right side of the text. At the bottom, there is a 'Literature cited' section with a reference to Galkin YU. I. (1974).

Рисунок 5 – Публикация набора данных по коллекции офиур Лаборатории морских исследований, развернутого на одном из серверов ЗИН РАН на портале международного проекта GBIF посредством сетевого сервиса IPT

Информационная система предусматривает геореференсирование точек находок — выполнение комплекса мероприятий для определения географических координат и дистанций их ошибок при описании точек находок. Подобный подход широко применяется в мировой практике, несмотря на очевидную технологическую сложность при работе со старыми коллекционными образцами. Созданная информационно-поисковая система выполнена с учетом перспективы использования стандартов геореференсирования, разработанных для международных проектов National Science Foundation по созданию распределенных коллекционных баз данных (<http://manisnet.org/GeorefGuide.html>, <http://herpnet.org/herpnet/documents/biogeomancerguide.pdf>). Это дает гибкость для дальнейшего развития системы и возможность расширения ее функционала без существенного изменения внутренней структуры. Получаемые координаты и дополнительные данные хранятся в специализированных таблицах геореференсирования точек находок, могут публиковаться онлайн посредством программного интерфейса Google Maps API (<https://developers.google.com/maps/>), а в перспективе служить для интеграции в распределенные ресурсы по биоразнообразию, например, того же консорциума GBIF (<http://www.gbif.org>).

Учитывая колоссальные объемы и гетерогенность коллекционных данных, пристальное внимание уделяется вопросам производительности и масштабируемости внедряемых решений. Это касается как решений на «серверной» стороне (основные и вспомогательные таблицы, тезаурусы, специализированные элементы программирования SQL — скалярные и табличные функции, хранимые процедуры, триггеры и пр.), так и на стороне «клиента» (специализированный двуязычный веб-сайт по фондовым коллекциям <http://www.zin.ru/collections/>). Информационная система по образцам фондовых коллекций ЗИН РАН изначально предусматривает наличие библиотеки высококачественных изображений коллекционных образцов и сопутствующих материалов [1].

Выводы

Развиваемая в рамках институтских проектов ИПС «ОКЕАН», включающая в себя данные по антарктическим беспозвоночным и рыбам, позволит собрать достаточно полную информацию об имеющемся биоразнообразии Антарктики и сопредельных вод, в которой каждая составная часть — коллекции и информационный банк данных об экземплярах — будет выполнять свои специфические функции и сможет адекватно отражать уровень наших знаний и обслуживать потребности биологической науки в XXI веке, в соответствии с современными принципами и стандартами организации и хранения мировых зоологических коллекций.

Работа по теме осуществлялась и частично осуществляется при поддержке грантов РФФИ №№ 15-04-02971 и 15-29-02457, проектов №№ 11 и 4 Подпрограммы «Изучение и исследование Антарктики» Федеральной Целевой Программы «Мировой Океан» и программы Президиума Российской академии наук по изучению биологического разнообразия.

Список литературы

1. Ананьева, Н.Б. Коллекции Зоологического института РАН как информационная основа фундаментальных биологических исследований / Н.Б. Ананьева, О.Н. Пугачев, Р.Г. Халиков, С.Ю. Синев, И.С. Смирнов // Инфраструктура научных информационных ресурсов и систем. Сборник избранных научных статей. Труды Пятого Всероссийского симпозиума (С.- Петербург, 6–8 октября 2015 г.). Под ред. Е.Б. Кудашева, В.А. Серебрякова. М. – ВЦ РАН – 2015 – С. 140–152. (<http://konf.ict.nsc.ru/sirsi-2015/ru/reportview/289338>)

2. Лобанов, А.Л. Место и роль информационных технологий в исследованиях Зоологического института РАН/ А.Л. Лобанов, И.С. Смирнов // Фундаментальные зоологические исследования: Теория и методы. (По материалам Международной конференции «Юбилейные чтения, посвященные 170-летию Зоологического института

РАН», проходившей 23-25 октября 2002 г.), М.-СПб: Товарищество научных изданий КМК. 2004. – С. 283–318.

3. Неелов, А.В. Отечественным исследованиям экосистем Антарктики – 50 лет / А.В. Неелов, И.С. Смирнов, М.В. Гаврило // Проблемы Арктики и Антарктики, 2007. – № 76, С. 113–130.

4. Смирнов, И.С., Неелов А.В., Голиков А.А. История биологической океанологии, базы данных и глобальная экология / И.С. Смирнов, А.В. Неелов, А.А. Голиков // История отечественной океанологии. Тезисы докладов II Международной конференции, 20–24 сентября 1999 г., Калининград, 1999. – С. 140–142.

5. Смирнов, И.С. Информационно-поисковая система «ОКЕАН» / И.С. Смирнов, А.Л. Лобанов, А.А. Голиков, Е.П. Воронина, А.В. Неелов // Информационные системы по биоразнообразию видов и экосистем. Научная программа и тезисы 4-го Международного симпозиума. СПб. – 2003. – С. 15–16.

6. Смирнов, И.С. Итоги и перспективы информационной системы по биоразнообразию животных России (ZOODIV – BIODIV) / И.С. Смирнов, О.Н. Пугачев, А.Г. Кирейчук, М.Б. Дианов, А.Л. Лобанов, Р.Г. Халиков, А.А. Голиков, В.А. Кривохатский // Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции: Труды Двенадцатой Всероссийской научной конференции «RCDL'2010» (Казань, Россия, 13-17 октября 2010 г.): – Казань: Казанский университет, – 2010. – С. 461–464.

7. Смирнов, И.С. Электронные коллекции в зоологии и электронные библиотеки/ И.С. Смирнов, А.Л. Лобанов, О.Н. Пугачев, А.Ф. Алимов, Е.П. Воронина // Электронные библиотеки, 9 (4). 2006 (<http://www.elbib.ru/index.phtml?page=elbib/rus/journal/2006/part4/SLP AV>).

8. Смирнов, И.С. Развитие информационно-поисковой системы ЭКОАНТ на основе электронной коллекции беспозвоночных Антарктики/ И.С. Смирнов, А.Л. Лобанов, А.В. Неелов, А.Г. Кирейчук // Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции – г. Ярославль: изд-во ЯрГУ, – 2013. – С. 338–343.

9. Смирнов, И.С. Роль информационных технологий в обеспечении доступа к коллекциям природного наследия – сборам антарктических морских беспозвоночных животных и рыб/ И.С. Смирнов, А.Л. Лобанов, А.В. Неелов, Б.И. Сиренко, А.Г. Кирейчук // Материалы Международной научно-практической конференции «Проблемы изучения и сохранения морского наследия», Калининград 6-12 апреля 2015 г., (в печати)

10. Фондовые коллекции Зоологического института РАН: <http://www.zin.ru/Collections/> (16.08.2016).

11. Khalikov, R.G. ZooDiv – an information storage and retrieval biodiversity system and its implementation for varied zoological projects / R.G. Khalikov // Российско-китайский семинар «Исследование и охрана амфибий и рептилий Евразии: результаты и перспективы сотрудничества», 29 июля – 3 августа, 2009, Санкт-Петербург, 2009. – С. 19.

12. Smirnov, Igor S. Creation of the information retrieval system for collections of the marine animals (fish and invertebrates) at the Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences / Igor S. Smirnov, Andrei L. Lobanov, Alexei A. Golikov, Elena P. Voronina, Alexey V. Neyelov // Proceedings of Ocean Biodiversity Informatics: an international conference on marine biodiversity data management Hamburg, Germany, 29 November - 1 December, 2004. Paris, UNESCO/IOC, VLIZ, BSH, 2007. – P. 177–186. <http://www.vliz.be/obi/publications.php>

13. Смирнов, И.С. Развитие информационно-поисковой системы по экологии бентоса Антарктики (ЭКОАНТ) на основе электронной коллекции беспозвоночных / И.С. Смирнов, А.Л. Лобанов, А.В. Неелов // «Antarctica and Earth Global Systems: new challenges and outlooks», International Antarctic Conference, Abstracts, Kyiv, Ukraine, May 17-19, 2011: 244–247. (in Russian and in English) / Антарктика і глобальні системи землі: нові виклики та перспективи, V Міжнародна Антарктична Конференція, м. Київ, Україна, 17-19 травня 2011 р., тези, Київ, – 2011. – С. 244–247.

14. Коллекции беспозвоночных Национального музея естественной истории Смитсоновского института (США, округ Колумбия) <http://invertebrates.si.edu/collections.htm>

15. Электронный каталог беспозвоночных животных Американской антарктической программы (USAP) <http://invertebrates.si.edu/antiz/index.cfm?ScreenWidth=1280&ScreenHeight=559&MODE=taxon>.

16. Международный проект по биоразнообразию антарктической биоты: SCAR MarBin <http://www.scarmarbin.be>.

17. Коллекции австралийского Музея Виктории в Мельбурне <https://museumvictoria.com.au/collections-research/sciences/marine-sciences/marine-invertebrates-collection>.

18. Сайт о коллекционных материалах новозеландского института NIWA в Веллингтоне (<https://www.niwa.co.nz/our-services/online-services/niic>).

19. Неелов, А.В. Результаты исследований донной фауны, проведенных в 22 рейсе РТМА "Эврика" в 1987 г. / А.В. Неелов, И.С. Смирнов // Тез. докл. III Всесоюз. совещания "Сырьевые ресурсы Южного океана и проблема рационального использования. – 1991. – С. 108–111.

20. Смирнов, И.С. Изучение антарктической донной фауны в рейсах судов рыбодобывающего флота СССР и России / И.С. Смирнов, А.В. Неелов // Тезисы докладов международной научной конференции "История отечественной океанологии", 28 октября - 1 ноября 1996 г., г. Калининград. 1996. – Калининград, С. 106–107.

21. Лобанов, А.Л. Принципы построения и использования классификаторов животных в стандарте ZOOCOD / А.Л. Лобанов, И.С. Смирнов // Базы данных и компьютерная графика в зоологических исследованиях, Труды Зоологического института, т. 269, Санкт-Петербург, 1997. – С. 66–75.

22. Lobanov, A.L. ZOOCOD - conception of representation of zoological hierarchical classifications in relational databases. Information Retrieval Systems in Biodiversity Research / A.L. Lobanov, I.S. Smirnov, M.B. Dianov // Proceedings of the Zoological Institute RAS, v. 278, (Abstracts of the International Symposium), S.-Petersburg, 1999. – С. 65.

23. Lobanov, A.L. A modern state of the ZOOCOD concept / A.L. Lobanov, A.Yu. Ryss, I.S. Smirnov // Information Systems on Biodiversity of Species & Ecosystems. Scientific program & abstracts, SPb. 2003. – P. 7, 8.

24. Лобанов, А.Л. Эволюция стандарта ZOOCOD - концепции отражения зоологических иерархических классификаций в плоских таблицах реляционных баз данных / Лобанов, А.Л., И.С. Смирнов, М.Б. Дианов, А.А. Голиков, Р.Г. Халиков // 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 – С. 326–332.

25. Sirenko, B. Taxonomic biodiversity of bottom invertebrates in the eastern Weddell Sea / B. Sirenko, I. Smirnov, W. Arntz // "The Expedition ANTARKTIS XIII/3 (EASIZ I) of RV «Polarstern» to the eastern Weddell Sea in 1996", edited by Wolf Arntz and Julian Gutt, Berichte zur Polarforschung (Reports on Polar Research), 1997. – Heft-Nr. 249. P. 25–31.

26. Gutt, J. (Ed.). Biodiversity of the Weddell Sea: macrobenthic species (demersal fish included) sampled during the expedition ANT XIII/3 (EASIZ I) with RV "Polarstern" / J. Gutt, B.I. Sirenko, W. Arntz, I.S. Smirnov, C. De Broyer (Eds.) // Berichte zur Polarforschung, 2000. – № 372, – 103 pp.

27. Gutt, J. How many macrozoobenthic species might inhabit the Antarctic shelf? / J. Gutt, B.I. Sirenko, I.S. Smirnov, W.E. Arntz // Antarctic Science, – 2004, – 16 (1) – P. 11–16.

28. Сиренко, Б. Русско-Германское сотрудничество в изучении морской фауны Арктики и Антарктики: история, результаты и перспективы исследований / Б. Сиренко, И. Смирнов, С. Степаньянц, В. Арнц, Ю. Гутт, А. Рахор, Д. Пипенбург, А. Свобода // История океанографии. Материалы 7-го Международного Конгресса по истории океанографии (8-12

сентября 2003 г.). Ч. 1 / Отв. Ред. В.Л. Стрюк. – Калининград: Изд-во Калининградского государственного университета, 2004. – С. 157–164.

29.Смирнов, И.С., Рысс А.Ю. Биологические коллекции и базы данных / И.С. Смирнов, А.Ю. Рысс // Информационно-поисковые системы в зоологии и ботанике, Труды Зоологического института РАН, т. 278, Санкт-Петербург, 1999. – С. 30–32.

30.Smironov, I.S., Golikov A.A., Khalikov R.G. (2015): Ophiuroidea collections of the Zoological Institute Russian Academy of Sciences. v1.19. Zoological Institute, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg. Dataset/ Occurrence. http://ipt.zin.ru:8080/ipt/resource?r=zin_ophiuridae&v=1.19. DOI: 10.15468/ej3i4f

31.Лобанов, А.Л. База данных ихтиологических коллекций Зоологического института. Современное состояние планктона и бентоса, проблемы сохранения биоразнообразия арктических морей / А.Л. Лобанов, И.С. Смирнов, А.А. Голиков, Е.П. Воронина // Тезисы докладов международной конференции г. Мурманск, 27-30 апреля 1998 г. Мурманск. 1998. – С. 69,70.

**COLLECTIONS OF ANTARCTIC INVERTEBRATES AND FISH OF THE
ZOOLOGICAL INSTITUTE OF RAS AS INFORMATION BASE OF FUNDAMENTAL
BIOLOGICAL INVESTIGATIONS**

**I.S. Smirnov, N.B. Ananjeva, A.L. Lobanov, A.V. Neyelov, B.I. Sirenko, A.A. Golikov,
R.G. Khalikov, E.P. Voronina**

*Zoological Institute of RAS, St. Petersburg, Russia
e-mail: smiris@zin.ru*

The unique collection of the Zoological Institute of RAS has been collected by many generations of Russian and foreign zoologists. Collection of Antarctic invertebrates and fishes from the hard-to-reach regions of the Southern hemisphere (more than 2000 stations), being kept at the Zoological Institute, is one of the largest in the world and presently exceeds 60000 lots. The most actual problem and a necessary condition for the modernization of zoological collection study are the creation of databases and development of information system on biodiversity with the subsequent integration into the international information retrieval systems. Faunistic and systematic investigations of the Russian and foreign colleagues, including those based on the collections of the Zoological Institute of RAS, substantially revise our knowledge of biodiversity in the parts of the world, including the Antarctic Region, one of the world centers of biological diversity.