

Зоологический музей МГУ

---

Zoological Museum  
of Moscow State University



Dedicated to 225 anniversary  
of Zoological Museum  
of Moscow State University

---

# Aspects of Biodiversity

Part 1

Compiled by Igor Ya. Pavlinov

---

KMK Scientific Press Ltd.  
Moscow ❖ 2016

Посвящается 225-летию  
Зоологического музея  
МГУ имени М.В. Ломоносова

---

# Аспекты биоразнообразия

Часть 1

Составитель: И.Я. Павлинов

---

Товарищество научных изданий КМК  
Москва ❖ 2016

СБОРНИК ТРУДОВ ЗООЛОГИЧЕСКОГО МУЗЕЯ МГУ. Том 54 (1)  
[SBORNIK TRUDOV ZOOLOGICHESKOGO MUZEYA MGU]

ARCHIVES OF ZOOLOGICAL MUSEUM  
OF MOSCOW STATE UNIVERSITY. Vol. 54 (1)

**Главный редактор:** М.В. Калякин

**Редакционная коллегия:**

О.В. Волцит, Д.Л. Иванов, К.Г. Михайлов, И.Я. Павлинов,  
Н.Н. Спасская (секретарь), А.В. Сысоев (зам. главного редактора)

**Editor in Chief:** M.V. Kalyakin

**Editorial Board:**

D.L. Ivanov, K.G. Mikhailov, I.Ya. Pavlinov,  
N.N. Spasskaya (Secretary), A.V. Sysoev (Deputy Editor), O.V. Voltzit

**Редакторы выпуска:**

И.Я. Павлинов, М.В. Калякин, А.В. Сысоев

**Editors of the Issue:**

I.Ya. Pavlinov, M.V. Kalyakin, A.V. Sysoev

**Аспекты биоразнообразия. — Сборник трудов Зоологического музея МГУ, 54 (1). Москва: Т-во научн. изданий КМК. 2016. С. 5–396.**

Сборник включает статьи, посвящённые разным аспектам биоразнообразия (БР). Рассматриваются проблемы количественного описания структуры БР и анализа ДНК, разнообразие некоторых таксонов и морфологических элементов, динамика БР в пространстве и во времени, экологическое разнообразие, сохранение БР, историко-культурные аспекты БР, значение музейных коллекций.

Настоящая книга представляет собой первую часть сборника.

**Aspects of Biodiversity. — Archives of Zoological Museum of Moscow State University, 54 (1). Moscow: KMK Sci. Press. 2016. P. 5–396.**

The collated volume includes the articles dedicated to various aspects of biodiversity (BD). Under consideration are problems of numerical descriptions of BD structure and DNA analysis, diversity of various taxa and morphological elements, spatial and temporal dynamics of BD, ecological diversity, BD conservation, some historical and cultural aspects of BD, importance of museum collections.

This book represents the first part of the volume.

ISSN 1025-532X

© Зоологический музей МГУ, 2016.

ISBN 978-5-9908416-6-6

© Т-во научных изданий КМК, издание, 2016.

## СОДЕРЖАНИЕ

### ЧАСТЬ 1

Предисловие.....	9
<b>В НАЧАЛЕ БЫЛО...</b>	
MINELLI A. At the root of animal diversity: evolvability, modularity, and homology.....	21
<b>ТЕОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ</b>	
Пузаченко Ю.Г. Ранговые распределения в экологии и неэкстенсивная термодинамика.....	42
Якимов В.Н., Гелашвили Д.Б., Розенберг Г.С., Кривоногов Д.М. Современные методы количественного анализа филогенетического разнообразия экологических сообществ.....	72
WHEELER W.C. Computational aspects of the phylogenetic analysis of comparative sequence data.....	99
GOULDING T., DAYRAT B. Integrative Taxonomy: Ten years of practice and looking into the future.....	116
Маликов В.Г., Голенищев Ф.Н. Реальность и относительность видов.....	134
<b>ТАКСОНОМИЯ И МЕРОНОМИЯ</b>	
AVERIANOV A.O., LOPATIN A.V. Fossils and monophyly of Afrotheria: A review of the current data.....	146
Крускоп С.В. Проблема вида и видовых границ у рукокрылых (Chiroptera; Mammalia).....	161
Баскевич М.И. Систематика, эволюция и изменчивость рода <i>Sicista</i> (Rodentia, Dipodoidea): обзор кариологических и молекулярных данных.....	191
Пузаченко А.Ю. Количественные закономерности морфологического разнообразия черепа млекопитающих.....	229
SCHILEYKO A.A. Functional interrelations between conchological and anatomical characters in Stylommatophora (Mollusca, Gastropoda).....	269
Ковалёва И.М., Тараборкин Л.А. Адаптивная радиация и эволюция рукокрылых (Chiroptera) в свете эколого-этологической концепции (обзор).....	298
Воск W.J. Avian flight and stability.....	350

- Потапова Е.Г. Разнообразие пневматизации мастоида у  
песчанок родов *Taterillus* и *Gerbilliscus* (Rodentia, Gerbillidae):  
морфогенетический и филогенетический аспекты.....356

#### **СОХРАНЕНИЕ**

- Бродский А.К. Сохранение биоразнообразия:  
проблемы и перспективы.....380

### **ЧАСТЬ 2**

#### **ПРОСТРАНСТВО И ВРЕМЯ**

- Тишков А.А. Биогеография антропоцена Северной Евразии:  
к методологии оценки актуального биоразнообразия.....405
- Расницын А.П. Таксономическое разнообразие  
насекомых в палеозое и мелу.....441

#### **ЭКОЛОГИЯ И ЭТОЛОГИЯ**

- Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Фиторазнообразие: факторы  
формирования, синтаксономия, система охраны.....456
- Щипанов Н.А. Функциональная структура популяции  
и видовое разнообразие. Мелкие млекопитающие.....478
- SHENBROT G. Ecological niche evolution and its relation  
to phylogeny and geography: A case study of  
arvicoline voles (Rodentia: Arvicolini).....514
- Спасская Н.Н. Разнообразие социальных структур  
у Equidae (Perissodactyla, Mammalia).....541

#### **ИСТОРИЯ И СОЦИУМ**

- Любарский Г.Ю. Народная систематика: иерархия,  
фолк-ранги, таксономия и партономия.....593
- Чебанов С.В. Значение биологического разнообразия  
для типологического поворота культуры XX века.....629
- Михайлов К.Г. Арахнология в России/СССР.....655

#### **КОЛЛЕКЦИИ**

- COTTERILL F. The Tentelic Thesis, interdisciplinarity,  
and Earth System science: How natural history  
collections underpin geobiology.....692
- Павлинов И.Я. Биоразнообразие и биокolleкции:  
проблема соответствия.....733
- COOK J.A., LACEY E.A., ICKERT-BOND S.M., NOBERG E.P.,  
GALBREATH K.E., BELL K.C., GREIMAN S.E., MCLEAN B.S.,  
EDWARDS S. From museum cases to the classroom:  
Emerging opportunities for specimen-based education.....787
- OZEROV A.L., KRIVOSHEINA M.G. Primary types of  
Diptera (Insecta) in the Zoological Museum of  
Moscow State University (ZMUM). IV.....800

## CONTENTS

### PART 1

Foreword.....	15
<b>IN THE BEGINNING WAS...</b>	
MINELLI A. At the root of animal diversity: evolvability, modularity, and homology.....	21
<b>THEORY &amp; METHODOLOGY</b>	
PUZACHENKO YU.G. Rank distributions in ecology and nonextensive statistical mechanics.....	42
YAKIMOV V.N., GELASHVILI D.B., ROZENBERG G.S., KRIVONOGOV D.M. Modern methods of the numerical analysis of phylogenetic diversity of ecological communities.....	72
WHEELER W.C. Computational aspects of the phylogenetic analysis of comparative sequence data.....	99
GOULDING T., DAYRAT B. Integrative Taxonomy: Ten years of practice and looking into the future.....	116
MALIKOV V.G., GOLENISHCHEV F.N. Reality and relativity of species.....	134
<b>TAXONOMY &amp; MERONOMY</b>	
AVERIANOV A.O., LOPATIN A.V. Fossils and monophyly of Afrotheria: A review of the current data.....	146
KRUSKOP S.V. Species and species delimitation problem in the bats (Chiroptera; Mammalia).....	161
BASKEVICH M.I. Taxonomy, evolution, and variation of the genus <i>Sicista</i> (Rodentia, Dipodoidea): a review of karyological and molecular data.....	191
PUZACHENKO A.YU. The quantitative patterns of morphological disparity of mammalian skull.....	229
SCHILEYKO A.A. Functional interrelations between conchological and anatomical characters in Stylommatophora (Mollusca, Gastropoda).....	269
KOVALYOVA I.M., TARABORKIN L.A. Adaptive radiation and evolution of bats (Chiroptera) in the light of an ecology-ethological concept (a review).....	298
BOCK W.J. Avian flight and stability.....	350

POTAPOVA E.G. Disparity of the mastoid pneumatization in the genera <i>Taterillus</i> and <i>Gerbilliscus</i> (Rodentia, Gerbillidae): Morphogenetic and phylogenetic aspects.....	356
--	-----

#### CONSERVATION

BRODSKY A. Biodiversity: Structure, problems, and perspectives of conservation.....	380
--	-----

#### PART 2

#### SPACE & TIME

TISHKOV A.A. Biogeography of Anthropocene of Northern Eurasia: A methodology for assessing the actual biodiversity.....	405
RASNITSYN A.P. Insect diversity in the Palaeozoic and Cretaceous.....	441

#### ECOLOGY & ETHOLOGY

MIRKIN B.M., NAUMOVA L.G. The phytodiversity: Factors of its forming, syntaxonomy, and conservation system.....	456
SHCHIPANOV N.A. Functional structure of population and species diversity. Small mammals.....	478
SHENBROT G. Ecological niche evolution and its relation to phylogeny and geography: A case study of arvicoline voles (Rodentia: Arvicolini).....	514
SPASSKAYA N.N. Diversity of the social organization in the Equidae (Perissodactyla, Mammalia).....	541

#### HISTORY & SOCIETY

LYUBARSKY G.YU. Folk taxonomy: Hierarchy, folk-ranks, taxonomy, and paratomy.....	593
CHEBANOS S.V. Significance of biological diversity for typological turn of the 20th century.....	629
MIKHAILOV K.G. Arachnology in Russia/USSR.....	655

#### COLLECTIONS

COTTERILL F. The Tentelic Thesis, interdisciplinarity, and Earth System science: How natural history collections underpin geobiology.....	692
PAVLINOV I.YA. Biodiversity and biocollections: A problem of correspondence.....	733
COOK J.A., LACEY E.A., ICKERT-BOND S.M., HOBERG E.P., GALBREATH K.E., BELL K.C., GREIMAN S.E., MCLEAN B.S., EDWARDS S. From museum cases to the classroom: Emerging opportunities for specimen-based education.....	787
OZEROV A.L., KRIVOSHEINA M.G. Primary types of Diptera (Insecta) in the Zoological Museum of Moscow State University (ZMUM). IV.....	800



## ПРЕДИСЛОВИЕ

Поводом для появления настоящего сборника послужил юбилей Зоологического музея Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова. Согласно официально принятой «летописи», он учреждён в 1791 г.; соответственно, в 2016 г. ему исполняется 225 лет.

Основание для выбора темы юбилейного сборника трудов Зоомузея достаточно очевидно. Биология как научная дисциплина своей базовой предметной областью имеет именно биологическое разнообразие (*ака* биоразнообразие, БР). Соответственно, основная задача биологов состоит в том, чтобы выявить и объяснить различия и сходства между биосистемами разного уровня общности — от внутриклеточных структур, органов и т. п. до многовидовых таксонов и экологических сообществ. «Классический» этап развития биологии (XVI–XVIII вв.) был связан с накоплением первичной фактологии, позволяющей описывать БР в рамках его понимания как одного из проявлений Естественной системы и разрешающих возможностей наличного инструментария. Основу той фактологии составляли анатомические и в меньшей степени гистологические препараты — так или иначе фиксированные остатки («дериваты») животных и растений. Местом их концентрации служили музеи и гербарии, которые уже в наше время были неформально определены как «архивы биоразнообразия». Таким образом,

музейные и гербарные коллекции стояли в самом начале исследований по БР; во многом эту миссию они выполняют и в настоящее время, обеспечивая возможность изучения некоторых фундаментальных проявлений БР.

Теперь — кратко о том, почему в названии сборника фигурируют «аспекты биоразнообразия». Дело в том, что БР как некое природное явление, в его всеобщности, слишком сложно для того, чтобы его можно было «охватывать» в целом в том или ином виде инструментальной деятельности, будь то изучение БР, его сохранение, использование и т. п. Всякий раз, когда человек с той или иной конкретной целью обращается к БР, он имеет дело не с ним как с «целым», а с какими-то по-разному вычленимыми и/или рассматриваемыми его проявлениями: с аспектами самого БР (таксономический и мерономический, функциональный и структурный, биохорологический и экологический и т. п.), с аспектами его рассмотрения (теоретический и прикладной, природоохранный и «прагматический» и т. п.), с уровнями БР (клеточный, организменный, экосистемный и т. п.) или с его фрагментами (совокупности организмов или анатомических структур, фазы онтогенеза и экологических сукцессий и т. п.). Поэтому статьи по поводу БР в подавляющем большинстве имеют вполне частный характер: в них речь идёт не о всём БР, а о некоторых его проявлениях (аспектах,

уровнях, фрагментах), которые определяются конкретными исследовательскими или пользовательскими задачами. Поэтому и возникают сборники вроде настоящего, которые собирают под единой обложкой тексты, представляющие как само БР в разных его проявлениях, так и разные направленные на него действия (изучение, сохранение, использование и т. п.).

Тематика предлагаемого вниманию сборника изначально задумывалась максимально широкой — такой, чтобы по мере возможности охватить самые разные проявления БР и способы его рассмотрения и воздействия на него. Понятно, что в книге это удалось сделать лишь отчасти: как всегда, оказалось невозможным объять необъятное. Но по крайней мере одна важная задача, как представляется, в какой-то мере решена: сборник показывает, насколько действительно разнообразными могут быть способы представления БР как некоего природного явления и способы «взаимодействия» с ним.

По чисто техническим причинам настоящий сборник издаётся в формате двух частей, «физически» разделённых на две книги. Однако единство предисловия, пагинации и оглавления указывает на то, что эти последние — именно части одного тома Сборника трудов Зоологического музея МГУ.

Для того, чтобы как-то упорядочить разнообразие тем, затронутых во включённых в сборник статьях, они поделены на несколько тематических разделов.

Первый раздел «В начале было...» включает единственную статью, автор которой А. Минелли кратко рассматривает источник возникновения разнообразия организмов с позиций современной эволюционной биологии развития (evo-devo). В этой последней одной из ключевых яв-

ляется концепция эволюируемости (evolvability), концентрирующая внимание на анализе возможных, вероятных и запрещённых изменений онтогенетических систем, в конечном счёте определяющих способность организмов так или иначе эволюировать, что и порождает глобальное БР. Это позволяет, среди прочего, по-новому взглянуть на проблему гомологии, выделив в ней важный вопрос о гомологизации структур, возникающих в ходе реализации разных онтогенетических программ.

Раздел «Теория и методология» включает статьи, в основном укладывающиеся в методологический аспект изучения БР.

Ю.Г. Пузаченко пишет о представлении этой структуры в форме ранговых распределений с помощью аппарата неэкстенсивной термодинамики. В статье анализируются три основных подхода к обоснованию природы ранговых распределений видов в сообществе по их обилию: Гиббса–Мотуморы, Ципфа–Мандельброта и Макартура. Следует отметить, что высоко формализованное описание структуры лесного населения воробьиных птиц в конечном итоге выявляет специфику локальных сообществ, вполне интерпретируемую на языке традиционных «натуралистических» описаний, но обеспечивает их более строгим базисом.

В статье В.Н. Якимова с соавт. рассматриваются количественные характеристики филогенетической компоненты структуры БР в локальных экосистемах, сравниваются разные метрики описания этой компоненты и др. Важным содержанием (впрочем, основанное на неочевидных допущениях), что в формировании структуры исследованных сообществ преобладают «абиотические» факторы: ведущую роль играет нишевая организа-

ция сообществ, а не межвидовые конкурентные отношения.

Весьма информативная статья У. Уиллера представляет обзор некоторых вычислительных проблем, связанных с выравниванием множественных молекулярных последовательностей при построении филогенетических деревьев. Основное внимание уделено общему эвристическому подходу, известному как General Tree Alignment Problem (GTAP), который на данный момент, вероятно, наиболее пригоден для анализа такого рода данных. Из содержания статьи хорошо видно, что традиционная биоинформатика вынуждена решать «технологические» задачи, которые лежат весьма далеко от биологических проблем.

В статье за авторством Т. Гулдинг и Б. Дейра дан краткий обзор основных итогов развития интегративной систематики, которая являет собой некую расширенную альтернативу узкому молекулярно-генетическому подходу в альфа-систематике. В статье проводится чёткая граница между выявлением и диагностированием видов с помощью генетических маркеров, с одной стороны, и их комплексным разграничением и описанием в канонах «традиционной» систематики, с другой стороны. Интегративная систематика призвана объединить эти два подхода. При этом авторы подчёркивают необходимость использования удостоверяющих (voucher) экземпляров, служащих необходимым средством «связывания» генетических сиквентов с конкретными организмами, а тем самым с конкретными биовидами — с их названиями и с их биологией.

В.Г. Маликов и Ф.Н. Голенищев кратко излагают своё понимание проблемы вида (не вдаваясь в обсуждение существующих точек зрения) и предлагают свой же способ её решения. Его ключевой частью

является предложение считать вид «конечным» таксоном. Эта концепция фактически возвращает видовую систематику ко временам Линнея. С точки зрения концепции БР её недостаток в том, что она существенно занижает уровень таксономического альфа-разнообразия.

В наиболее объёмный раздел «Таксономия и мерономия» собраны статьи, в которых разбираются вопросы, касающиеся конкретных таксонов или анатомических структур. По уровню общности и формализованности они весьма различны: одни в содержательном плане вполне конкретны и традиционны, другие по характеру отчасти тяготеют к предыдущему разделу. Уровни рассмотрения варьируют от видов до надотрядных таксонов, от описания конкретных анатомических структур до анализа структуры их разнообразия.

В статье А.О. Аверьянова и А.В. Лопатина рассматриваются палеонтологические основания для признания или отвержения гипотезы о монофилии Afrotheria — надотрядной группы плацентарных млекопитающих, выделение которой на основании молекулярно-генетических данных на рубеже XX–XXI вв. стало настоящей сенсацией. Авторы склонны считать названную гипотезу частично фальсифицированной тем, что относимые к афротериям Tenrecoidea отделены от других членов этой группы существенным «филогенетическим разрывом».

Две статьи касаются видовой систематики и рассматривают вопросы распознавания видов-двойников у млекопитающих. В одной из них (С.В. Крусков) на конкретном эмпирическом материале по рукокрылым (Chiroptera) рассматривается важная методологическая задача оптимального сочетания разных групп признаков для разграничения таких видов. Автор статьи отстаивает необходимость

комплексного решения сложных вопросов о ранге и границах «видовых единиц» и выдвигает доводы в пользу «итеративного подхода» в поисках соответствующих доказательств. Автор второй статьи М.И. Баскевич подводит итог современным исследованиям видовой систематики в роде *Sicista* (Rodentia): в ней внимание акцентируется на генетических данных, внесших значительный вклад в понимание таксономического разнообразия этого рода, и представлены «генетические диагнозы» его видов.

«Мерономическую» часть рассматриваемого раздела открывает статья А.Ю. Пузаченко, посвящённая количественным закономерностям морфологического разнообразия черепа млекопитающих. Автор показывает правомочность применения методического и понятийного инструментария теории информации и кибернетики для описания и «моделирования» морфологического разнообразия. Один из основных выводов состоит в том, что динамика (эволюционная, популяционная и т. п.) морфосистем, организованных подобно черепу млекопитающих, является вероятностно-детерминированной. Автор идёт ещё дальше и полагает, что «основные результаты исследований информационно-статистических свойств таких объектов [...] могут быть экстраполированы и на другие сложные системы», к числу которых он относит социальные системы.

В нескольких статьях за основу анализа разнообразия и эволюции анатомических структур взят вполне классический морфофункциональный подход.

В статье А.А. Шилейко этот подход, дополненный эволюционными, эпигенетическими и экологическими соображениями, применён к объяснению связи между конхологическими и «анатомическими» структурами в одной из групп

(Stylommatophora) наземных гастропод. Автор подчёркивает, что а) одним из важных факторов, определивших эволюционное развитие этих моллюсков, были и остаются особенности их пищевых объектов и б) основным направлением их эволюционного развития была и остаётся редукция раковины. Предполагается, что данная тенденция в будущем будет усиливаться.

В статье И.М. Ковалёвой и Л.А. Тараборкина дан анализ эволюции и адаптивной радиации рукокрылых (Chiroptera) в свете авторской эколого-этологической концепции. Особое внимание уделено роли двух факторов в возникновении ключевых эволюционных инноваций, обусловивших в конечном счёте морфофизиологические перестройки в онто- и филогенезе, адаптивную радиацию и разнообразие рукокрылых. Один из них — антиортостатическое положение этих животных во время покоя, другой — участие крыловой перепонки в осуществлении дыхательной функции.

У. Бокк рассматривает тетраптерность в ископаемом роде *Microraptor* («пернатые динозавры») и склоняется в пользу гипотезы происхождения полёта птиц «сверху вниз» (с деревьев на землю), а не «снизу вверх» (с земли на дерево).

Статья Е.Г. Потаповой посвящена анализу структурного разнообразия слухового барабана в одной из групп грызунов (Gerbillidae). Предложена уточнённая схема способов его пневматизации, которая влечёт за собой коррективы в оценке филогенетической и таксономической значимости элементов слухового барабана.

Раздел «Сохранение» включает единственную статью А.К. Бродского, который рассматривает проблемы и перспективы сохранения БР в самом широком контексте, охватывая многие проявления праг-

матического аспекта отношения человека к БР. Подчёркивается, что единственный способ избежать конфликта между усилиями по сохранению БР и потребностями человечества заключается в следовании общему принципу устойчивого развития. Эта вполне антропоцентрическая позиция акцентирует внимание на необходимости включения природоохранной стратегии в глобальную рыночную экономику посредством неких «экосистемных услуг».

Раздел «Пространство и время» включает две статьи.

А.А. Тишков обосновывает необходимость выделения для Северной Евразии особой современной геологической эпохи — антропоцена, основным «индикатором» которого является колоссальный масштаб антропогенного воздействия на природные экосистемы. Автор обращает внимание на то, что в биогеографии последствия этого воздействия необходимо учитывать при определении обновлённых биогеографических рубежей.

А.П. Расницын рассматривает динамику таксономического разнообразия насекомых в палеозое и в мелу и указывает на отсутствие массовых вымираний близ границы перми и триаса и в течение мела. Подчёркивается, что динамика разнообразия биоты управляется не «извне» через индуцированные массовые вымирания, а «изнутри» — через подавление диверсификации таксонов, и что этот процесс объясним в рамках эпигенетической теории эволюции.

Раздел «Экология и этология» (сформирован скорее по созвучию титульных терминов) объединяет в основном статьи, в которых внимание акцентируется на экологическом аспекте БР.

Б.М. Миркин и Л.Г. Наумова рассматривают этот аспект на биоценологическом уровне, анализируя вклад синтаксономии

в изучение БР. В связи с этим представлен краткий обзор истории распространения подхода Браун-Бланке в мире, в СССР и в России, охарактеризованы основные отечественные синтаксономические центры.

В статье Н.А. Щипанова исследуется связь между функциональной структурой популяций и видовым разнообразием у мелких млекопитающих. Автор предлагает классификацию видов согласно оригинальной гипотезе функционального структурирования видовых популяций. В её основу положена предполагаемая способность вида формировать «демографические единицы» посредством оптимального сочетания или выбора одной из двух альтернативных функций — «репарации» (обеспечение быстрой реколонизации) и «контроля» (обеспечение локального самоограничения популяционной плотности).

В статье Г.И. Шенброта на количественной основе исследуется связь между видовыми экологическими нишами, филогенетическими отношениями видов и пространственными отношениями их ареалов. Предполагается, что основным направлением эволюции видовых ниш является их дивергенция, постепенно нарастающая с момента разделения популяций.

Н.Н. Спасская рассматривает разнообразие социальной структуры Equidae и приходит к выводу о её высокой пластичности. Это разнообразие представимо как «пространство логических возможностей», в котором конкретные социальные паттерны формируются в результате определённого сочетания внутренних (популяционная структура) и внешних (условия обитания) факторов.

Раздел «История и социум» включает три статьи, посвящённые существенно разным вопросам.

Статья Г.Ю. Любарского рассматривает проблему возникновения фолк-систематики как проявления классификационной активности в архаичных человеческих сообществах. Подчеркивается, что фолк-классификации по многим проявлениям являются не «таксономическими» (в современном понимании), а «партономическими» (мерономическими). Особое внимание уделено формированию ранжированных фолк-классификаций: их анализ может позволить выявить некие человеческие «когнитивные универсалии» и попытаться понять некоторые общие черты познавательной деятельности вне её детерминации определённой культурной средой.

В статье С.В. Чебанова проанализировано значение БР для «типологического поворота» в осознании человеком природы и общества в XX в. Автор обращает внимание на своего рода глобальную «интеллектуальную революцию», произошедшую в первой половине XX в. В результате произошёл поворот от поиска универсалий и констант в структуре природы и общества к пониманию разнообразия (во всех его мыслимых проявлениях) как фундаментального свойства материального и духовного мира.

В статье К.Г. Михайлова представлен краткий обзор истории исследований по таксономическому и фаунистическому разнообразию паукообразных (Arachnida) в России/СССР. Особое внимание обращается на важность и сохранность арахнологических коллекций на постсоветском пространстве. Представлен краткий биографический справочник ведущих арахнологов этого региона.

Раздел «Коллекции», вполне естественный для сборника, выпускаемого музеем, по содержанию соответствует

фактологическому аспекту рассмотрения БР.

Статья Ф. Коттерилла примечательна подробным разбором значения коллекций в развитии исследований по БР и более широко по геобиологии. Для этого он вводит эпистемологический «тентелический тезис» (авторский неологизм), подчёркивающий широкую вовлечённость коллекционных материалов, как источника информации, в разработку междисциплинарных исследований в науках о Земле и жизни. Автор утверждает, что сохранение коллекций обеспечивает плодотворность, точность и истинность как существующего, так и будущего научного знания.

Статья И.Я. Павлинова отчасти продолжает предыдущую: она посвящена фундаментальному вопросу научного обоснования развития биокolleкций как специфического ресурса для изучения и сохранения БР. В связи с этим рассмотрены научные предпосылки возникновения интереса к БР и охарактеризованы фундаментальные проявления БР. Обсуждается научный статус биокolleкций как информационного биоресурса, указаны их основные характеристики.

В статье Д. Кука с соавт. рассматривается вопрос о вовлечении музейных коллекций в образовательный (преимущественно ВУЗовский) процесс. Авторы полагают, что благодаря этому студенты могут быть приобщены к активному всеохватному изучению живого.

Статья А.Л. Озерова и М.Г. Кривошеиной относится к весьма специфической части традиционной музейной деятельности. В ней представлен каталог части типовой коллекции двукрылых (Diptera), хранящейся в Зоомузее МГУ.

Составитель и редакторы сборника признательны авторам за участие в нём.

*И.Я. Павлинов*

## FOREWORD

The occasion of this volume is the anniversary of the Zoological Museum of Lomonosov Moscow State University. According to the officially acknowledged “chronicles”, it was founded in 1791 and so celebrates its 225 years of age in 2016.

The choice of the theme of the jubilee Archives of the Zoological Museum is obvious enough. The core subject area of biology, as a scientific discipline, is biological diversity (*aka* biodiversity, BD). By this, the principal aim of biologists is to recognize and explain differences and similarities between biological systems at different levels of their organization, from intracellular structures, organs, etc. up to multi-species taxa and ecological communities. The “classic” phase of the development of biology (16–18th centuries) accumulated a wealth of primary factual sources. This era characterized BD in the framework of the concept of the Natural System and according to resolution of the toolkits then available. Scientific veracity of these research was limited to anatomical evidence, and, to a less degree, histological preparations of organisms (rather, of their “derivatives”). All these “derivatives” were accumulated in museums and herbaria, which in our time are designated informally as “biodiversity archives”, and biologists have been continuing to expand their coverage and volume. Thus, the very beginnings of BD research were founded on museum and herbarium collections; they still perform this mission, centrally, by enabling

and facilitating expanding opportunities to study BD.

Now, to introduce the scope of this collocated volume as “aspects of biodiversity” featured in its title. The main challenge is that BD, as a vast natural phenomenon, is too complex in its overall totality, so it is hard to “comprehend” as a whole using any instrument activity, be it in BD research, conservation, or use. Whenever a human, with some or another particular purpose, studies and/or utilizes BD, he/she does not deal with it as a “whole”, but rather in some or other way deals with a subset of organisms, and derived biological materials and resources therefrom. These may include: aspects of BD proper (taxonomic and meronomic, structural and functional, biohorological and ecological, etc.), aspects of its consideration (theoretical and empirical, conservational and “pragmatic”, etc.), its levels (cells, organisms, ecosystems, etc.), or its fragments (particular groups of organisms and anatomical structures, ontogenetic phases, ecological succession stages, etc.). Therefore, the respective articles on BD, in their vast majority, each focus on discrete subjects and/or taxonomic groups. Given that no single contribution can cover all of BD, they examine only some of its attributes (aspects, levels, fragments). Respective topics and specialization reflect particular research interests, methods, and questions. Only the overview of more inter-associated topics, reviewed in some of these articles, can open up a more

comprehensive appreciation of BD. Therefore, this miscellany of contributions bring together, within a single cover, consider both different manifestations of BD proper and different actions directed to it (exploration, conservation, use, etc.).

The subjects of this miscellany of articles were deliberately selected to be as broad as possible. Notwithstanding their wide scope of BD characterization and applied uses, such a selection appeared to be limited. It is impossible to grasp in its immensity. But at least one major task seems to have been achieved, to a degree: the book does demonstrate the inherent diversity entailed in characterization and applications of BD.

On a purely “technical” reason, this miscellanea is published in two parts, which are “physically” two separate books. However, the unity of Foreword, Contents, and pagination indicates both comprise two consecutive parts of the same volume of the Archives of the Zoological Museum.

In order to arrange the many topics covered by all the contributions to this collection, they are grouped into several thematic sections. The latter are listed in the Table of Contents, their main emphases are mostly evident from their titles.

The opening Section “In the beginning was...” includes the article by A. Minelli, who considers briefly the roots of organismal diversity from the standpoint of modern evolutionary developmental biology (evo-devo). One of the latter’s focal points is the concept of evolvability, which sets the principal agenda to analyze the spectrum of possible, likely, and impossible changes of developmental systems. These processes express in different ontogenetic outcomes. This diversity of developmental mechanisms and possibilities determine eventually the ability of organisms to evolve toward one, or another, outcome. The overall outcome is a fundamental mech-

anism that generates overall BD. This allows, among other things, for a fresh look at the homology problem. It highlights an important issue of homologation of the structures formed within the different developmental pathways.

The Section “Theory and Methodology” includes several articles that share their commonality in the methodological aspects of studying BD.

Yu.G. Puzachenko writes about representation of BD structure in the form of rank distributions using the apparatus of nonextensive thermodynamics. Three principal approaches to substantiation of possible nature of the rank distributions of species by their abundance in a community are analyzed, which are those of Gibbs–Motumora, Zipf–Mandelbrot, and MacArthur. It should be noted that a highly formalized description of the structure of forest populations of passerine birds reveals eventually specifics of the local communities that can be interpreted in the language of traditional “naturalistic” descriptions, but provides them with a more rigorous basis.

The article of V.N. Yakimov et al. deals with quantitative characteristics of phylogenetic components of BD structure in local ecosystems. It compares different metrics used to describe this phylogenetic component, and considers their respective implications. An important substantive result contained in the authors’ conclusion (though based on non-obvious assumptions) presumes that the drivers that formed the structure of investigated communities are dominated by particular “abiotic” factors. The corollary is that it is the community niche arrangement, and not competitive interactions between species, which holds the leading role in structuring the community.

The very informative article of W. Wheeler presents an overview of some computational problems related to the alignment



of multiple molecular sequence data for constructing phylogenetic trees. The focus is made on the general heuristic approach known as General Tree Alignment Problem (GTAP), which at the moment probably presents the most suitable solution to analyze such data. It becomes clear from contents of the article that the traditional bioinformatics has to solve “technological” challenges, whose concepts and methodology lie very far from the biological problems.

The article authored by T. Goulding and B. Dayrat provides a brief overview of the main outcomes of developments in the Integrative Taxonomy, which emerged as an expanded alternative to the purely molecular genetic approach to alpha taxonomy. The authors outline a clear boundary between discovery and diagnosing of new species with the help of genetic markers, on the one hand, versus the complexities of delimitation and description according to the canons of the “traditional” taxonomy, on the other hand. Integrative Taxonomy is designed to combine these two approaches. It places the emphasis on the priority roles of voucher specimens to formally, and independently, link genetic sequences with the particular organisms and thus with the particular biospecies, with their names and their biology.

V.G. Malikov and F.N. Golenishchev briefly set out their understanding of the species problem (not going into discussion of the existing points of view) and suggest a way to solve it. Their key suggestion is to consider species as a “final” taxon, which seemingly gets the species taxonomy back to the time of Linnaeu. Its principal shortage from the standpoint of the BD concept is underestimation of alpha-taxonomic diversity.

The most voluminous Section “Taxonomy and Meronomy” contains articles dealing with the issues about particular taxa and anatomical structures. They differ in generality

and formality; in their content, some of them are quite concrete and traditional, while others tend partly to the previous Section. The levels of consideration vary from species to supraordinal taxa, from descriptions of particular anatomical parts to an analysis of the structure of their diversity.

The article of A.A. Averianov and A.V. Lopatin considers the paleontological grounds for acknowledging, or rejecting, the hypothesis of the monophyly of Afrotheria, a supraordinal group of placental mammals, which was recognized using molecular genetic data and has become a sensation at the turn of 20–21th centuries. Authors argue that this hypothesis is partly falsified by the Tenrecoidea, allocated genetically to afrotherians, yet seem to be separated from them by an essential “phylogenetic gap”.

Two articles dealing with species-level taxonomy consider the challenges of characterizing cryptic species in mammals. One of them, by S.V. Kruskop, based on empirical data on the bats (Chiroptera), investigates an important methodological problem of optimal combination of different categories of data for delimitation of such species. The author advocates the need for complex solutions to complex questions concerning the ranks and boundaries of the “species units”, and advances arguments in favor of an “iterative approach” in the search for robust evidence. The second article summarizes recent research on the species taxonomy in the genus *Sicista* (Rodentia). Its author, M.I. Baskevich, focuses on genetic data that made a significant contribution to the understanding of taxonomic diversity of this genus and presents “genetic diagnoses” of its species.

The “meronomic” part of the Section under consideration is opened with the article of A.Yu. Puzachenko, who considers quantitative regularities in the morphological disparity of the mammalian skull. The

author demonstrates the legitimacy of the use of methodological and conceptual tools of the information theory and cybernetics to describe and “model” morphological disparity. One of the main conclusions is that dynamics (evolutionary, population and so on) of the morphosystems that are organized like the mammalian skull holds a combined probabilistic-deterministic in its nature. The author goes even further and suggests that “the main results of exploration of information-statistical properties of such objects [...] can be extrapolated to other complex systems”, among which he considers the social systems.

In several papers, quite a classical morphofunctional approach is taken as the basis for analysis of disparity and construction of particular anatomical parts.

A.A. Schileyko, in his article, applies this approach, supplemented with the evolutionary, epigenetic and ecological considerations, to explain the correlation between conchological and “anatomical” structures in terrestrial gastropods belonging to Stylommatophora. The author emphasizes that: a) peculiarities of their food rank among the important factors that have directed, and are still directing, historical development of these mollusks, and b) the principal trend of their evolution was, and remains, shell reduction. It is suggested that this evolutionary trend will strengthen in the future.

The article of I.M. Kovaleva and L.A. Taraborkin analyzes the evolution and adaptive radiation of bats (Chiroptera) in the light of the authors’ ecology-ethological concept. Special attention is paid to the role of two factors in the emergence of the key evolutionary innovations, which have ultimately caused morpho-physiological reorganizations in both onto- and phylogeny, adaptive radiation and diversity in bats. One of these is antiorthostatic position of the bats during

their rest, and another is participation of the wing membrane in the implementation of respiratory function.

W. Bock examines the tetrapteryx pattern in the fossil genus *Microraptor* (a “feathered dinosaur”), and he is inclined to support a hypothesis that the origin of avian flight was from the trees down, not from the ground up.

E.G. Potapova’s article describes structural disparity of the auditory bulla in a group of rodents (Gerbillidae). A refined scheme of pathways of bullar pneumatization is proposed. It entails certain corrections in an assessment of the significance of bullar morphology in phylogeny and taxonomy.

The Section “Conservation” includes the single article by A.K. Brodsky, who considers the problems and perspectives of BD conservation in their broadest context. This paper covers the many issues arising in the “pragmatic” aspects of human relations to BD. It is stressed that the only way to avoid the tensions between BD conservation and demands of Earth by humankind is to follow the general principle of sustainable development. This is an evidently anthropocentric argument that emphasizes the need to incorporate conservational strategy into the global market economy by means of some “ecosystem services”.

The Section “Space and Time” includes two papers.

A.A. Tishkov justifies the need for recognition, for the Northern Eurasia, of the contemporary geological era, the Anthropocene, with its main “indicator” being the enormous impacts of humans on natural ecosystems. The author draws attention to the fact that consequences of this impact are to be taken into consideration in biogeography toward redefining biogeographic boundaries.

A.P. Rasnitsyn considers dynamics of taxonomic diversity of insects during the Pa-

leozoic and Cretaceous, and this paper points out the absence of mass extinctions near the Permian-Triassic boundary and within the Cretaceous. It is emphasized that dynamics of biotic diversity is controlled not “externally” via induced mass extinctions, but from “within”, namely through suppression of diversification of taxa, and that this process could be explained within the framework of the epigenetic theory of evolution.

Section “Ecology and Ethology” (composed rather by consonance of the terms in its title) unites mostly the articles, in which attention is paid to ecological aspects of BD.

B.M. Mirkin and L.G. Naumova consider that aspect at the biocaenotic level, paying most attention to the analysis of input of syntaxonomy in exploration of BD. In this connection, they provide a brief review of expansion of the Braun-Blanquet’s approach in the world, in USSR, and in the contemporary Russia, along with characterization of the principal native syntaxonomic schools.

The article of N.A. Shchipanov discusses the relations between population functional structure and species diversity in small mammals. The author suggests a classification of species in accordance of his own hypothesis of functional structuring of the species populations. This hypothesis is based on an assumed ability of species to form certain “demographic units” by means of an optimal combination or a choice of either of two alternative functions, viz. “reparation” (assurance of recolonization by immigration) and “control” (self-limitation of local population density).

The article by G.I. Shenbrot considers relations between species’ ecological niches, their genetic distances, and spatial interrelations of their geographic ranges analyzed employing numerical methods. It is suggested that the main course of species’ niche evolu-

tion is divergence, which gradually increases with time after population splitting.

N.N. Spasskaya reviews the diversity of social structure in the Equidae, and focuses on its high plasticity. This diversity can be represented as a “space of logical possibilities”, in which particular social patterns arise as the result of certain combinations of internal (population structure) and external (habitat) factors.

Somewhat fuzzy Section “History and Society” includes three articles on significantly different subjects.

The one of G.Yu. Lyubarsky reflects on the problem of emergence of the folk-taxonomy as a manifestation of classificatory activities in indigenous human communities. It is stressed that folk-classifications, according to many of their characters, are not “taxonomic” (in the modern sense) but rather “partonomic” (meronomic). Special attention is paid to formation of ranked folk-classifications: their analysis allows us to gain insights into an idea of human “cognitive universals”, and to try to understand how certain general features of human cognitive activity are independent of the latter’s determination by particular cultural environments.

The article of S.V. Chebanov provides an analysis of the importance of BD for the “typological turn” in the human consciousness of nature and society in the 20th century. The author draws attention to a form of global “intellectual revolution”, which occurred through the first half of the 20th century. It is characterized by a shift from seeking universals and constants in the structure of nature and society to understanding diversity (in all its conceivable forms) as a fundamental property of both material and spiritual worlds.

K.G. Mikhailov’s article provides a brief review of the history of research upon taxonomic and faunistic diversity of Arachnida

in Russia/USSR. Special attention is paid to the importance and safety of arachnological collections in the post-Soviet realm. A brief biographic reference of leading arachnologists of this period is given.

The section "Collections" is the most natural theme in a book published under the auspices of a Museum, with its contents corresponding to a "factological" aspect of BD consideration.

The article by F. Cotterill is remarkable in its detailed analysis of the significance of collections toward developing research on BD and more widely on geobiology and Earth system science. To frame this review, he introduces the overarching epistemological "Tentelic Thesis" (the author's neologism) to explain and emphasize the universal and growing role of all collection materials as a source of verifiable information in the support of multidisciplinary research, which integrates the Earth and Life sciences. The author argues that collection maintenance provides the fecundity, fidelity and veracity of both existing and future scientific knowledge.

I.Ya. Pavlinov's article continues, in part, the previous one: it is devoted to the funda-

mental question of scientific substantiation of development of biocollections, as the focal resource for the study and preservation of BD. In this regard, scientific preconditions of rising interest to BD are considered and fundamental manifestations of BD are characterized. The scientific status of biocollections as an information bioresource is discussed, and their basic characteristics are outlined.

The article by D. Cook with its many co-authors examines how museum collections can interface with educational processes (mainly in high schools). These authors argue that students should be encouraged to become accustomed to the exhaustive study of living beings in the classroom and field.

The article of A.L. Ozerov and M.G. Krivosheina belongs to a quite particular segment of the traditional museum activity. It compiles a catalogue of a part of the type collection of dipteran insects kept in the Moscow Zoological Museum.

The compiler and the editors of this volume are indebted to the authors for their contributions to it.

*Igor Ya. Pavlinov*