

УДК 591.9(4-013)

О ВЛИЯНИИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ДЕЛЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ НА РЕЗУЛЬТАТ ЗООГЕОГРАФИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ

© 2017 г. Юрий С. Равкин^{1,2}, Ирина Н. Богомолова¹, Ольга Н. Николаева³

¹Институт систематики и экологии животных СО РАН, Новосибирск, Россия

²Томский государственный университет, Томск, Россия

³Сибирский государственный университет геосистем и технологий, Новосибирск, Россия
e-mail: zm@eco.nsc.ru, onixx76@mail.ru

Поступила в редакцию 28.12.2016 г.

Аннотация. Предварительное деление территории при фаунистической классификации на большее в 2.5 раза количество участков привело к меньшему совпадению выделенных широтных полос с зональными границами. При этом площадь Срединного региона возросла за счет расширения к северу и стала включать горные анклавы Восточной Сибири и часть лесотундровых и тундровых ландшафтов, а на северо-востоке – почти всю Чукотку. Аналогичное расширение границ этого региона происходит в южном направлении за счет причерноморских, прикаспийских и кавказских территорий, а также большей части лесостепи. В целом, при использованном алгоритме классификации, более дробное деление на участки приводит к более обобщенным, на региональном уровне, представлениям и большей детальности при дальнейшем разделении. В результате, при большем числе участков с более или менее сходной площадью лучше отражается континуальность и провинциальная специфика фауны, в то время как меньшее число участков и большие размеры подчеркивают зональные отличия.

Ключевые слова: районирование, фауна, наземные позвоночные, Палеарктика, Северная Евразия, кластерный анализ, факторы, корреляция.

DOI: 10.7868/S037324441704003X

ON THE INFLUENCE OF PRELIMINARY TERRITORIAL DIVISION ON RESULTS OF ZOOGEOGRAPHIC REGIONALIZATION

Yurii S. Ravkin^{1,2}, Irina N. Bogomolova¹, and Olga N. Nikolaeva³

¹Institute of Systematics and Ecology of Animals, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

²Tomsk State University, Tomsk, Russia

³Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russia
e-mail: zm@eco.nsc.ru, onixx76@mail.ru

Received December 28, 2016

Abstract. Increasing by 2.5 times the number of portions in preliminary division of the territory in accordance with the faunistic classification has resulted in lower correspondence between the defined latitudinal belts and zonal boundaries. This affected the area of Central (temperate) region due to its expansion farther north and inclusion of East Siberian mountain enclaves, parts of forest-tundra and true tundra landscapes with addition of the entire Chukotka Peninsula in northeast. Expansion of a similar scale takes place in the south of the region at the expense of the territories adjacent to Black and Caspian seas as well as Caucasus area and most of the forest-steppe zone. With finer division of the initial regional grid, the classification algorithm used in the study results in concepts, which are more generalized on a regional scale. The consequent division would detail the result of classification. Finally, we conclude that increased number of portions of relatively equal area better shows the continuity and provincial specifics of fauna, whereas the decreased number of portions of bigger area better reflects zonal differences.

Keywords: regionalization, fauna, terrestrial vertebrates, Palearctic, Northern Eurasia, cluster analysis, factors, correlation.

Введение. Методы, подходы и характеристика материалов изложены ранее [2, 3, 5, 6, 8–10], в том числе и в статье в данном журнале [7]. Особенно их заключены в том, что обычно зоогеографическое районирование проводили по дифференцирующим и характерным видам, уделяя особое внимание реликтам. При этом, широко распространенные формы имели в анализе меньшее значение или их вообще исключали из рассмотрения. Это, несомненно, способствовало выявлению исторических причин неоднородности фаун, но занижало оценки влияния современных различий в среде. Кроме того, анализ проводили обычно субъективно, нередко почти умозрительно, с навязыванием границ по принятым априорным представлениям, в частности, постулируя доминирующее влияние зональности, вплоть до обязательного совпадения зоогеографических границ с природно-географическими и геоботаническими зональными и подзональными границами.

Развитие методов непараметрической статистики, в частности, методов кластерного и факторного анализа, главных компонент и линейной качественной аппроксимации, позволяет с большей однозначностью проводить не только выявление коррелирующих с неоднородностью фауны факторов среды и их сочетаний, но и оценивать степень информативности предлагаемых для районирования классификаций по степени аппроксимации ими матриц коэффициентов сходства конкретных фаун. Ранее мы разделяли описываемую территорию на 245 участков в пределах подзон, выделенных по растительности при долготном делении по 10° широты. В базе данных “Биодат” деление на первичные (исходные) участки более дробное (почти в 2.5 раза), поэтому возник вопрос: в какой степени число и площадь участков влияет на результат зоогеографического районирования? Этой проблеме и посвящено предлагаемое вниманию читателей сообщение.

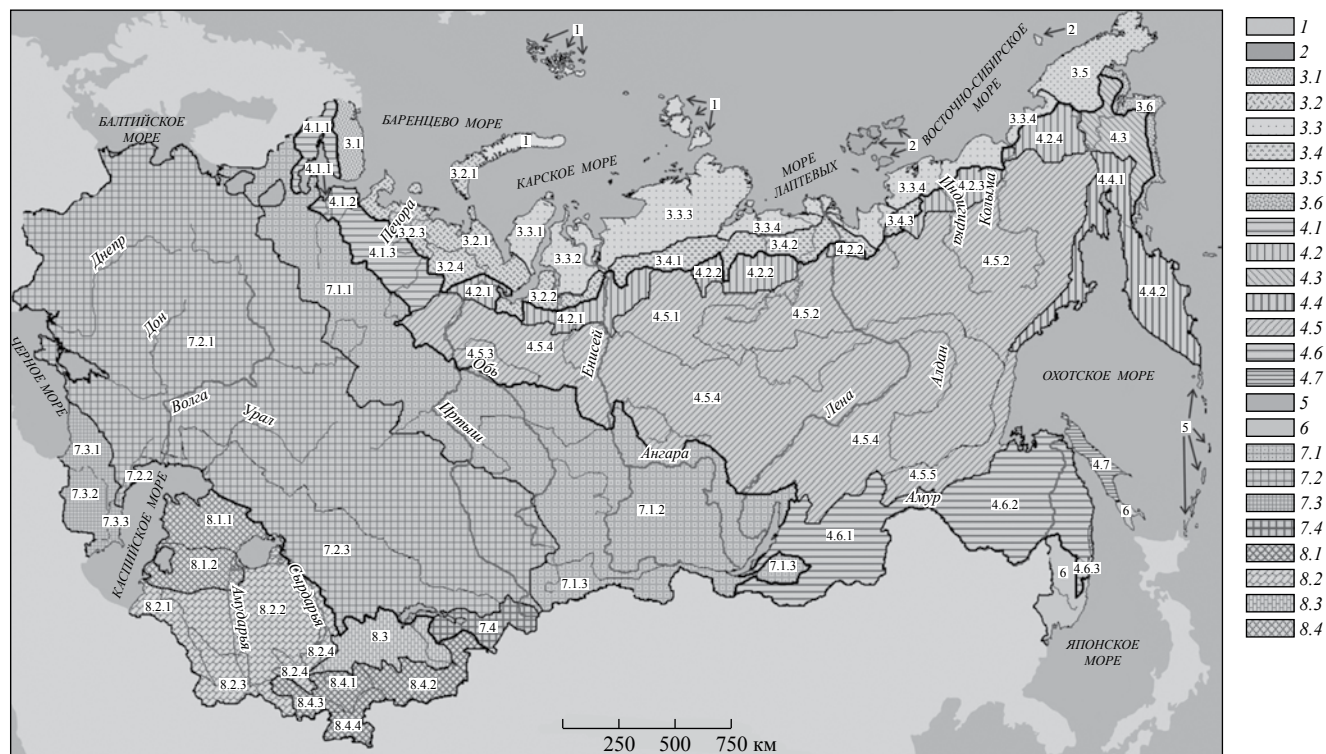
Результаты. Районирование по фауне наземных позвоночных животных. На территории Северной Евразии (в пределах границ СССР на 1991 г.), разбитой на 245 участков [2], с помощью кластерного анализа выделено пять фаунистических регионов: Полярно-пустынный островной; Тундровый материково-островной; Лесной; Пустынно-степной и Дальневосточный островной. Регионы включают шесть подобластей, образующих один ряд. Часть их разделена на 18 провинций, а некоторые еще и на 14 округов [6, 7]. При предварительном делении территории на 597 участков (<http://www.biodat.ru>), более сходных по площади, теми же методами выделено два ряда изменений

фауны, три региона, восемь подобластей, 24 провинции и 48 округов. Таким образом, большее число участков привело к более дробной в целом классификации — общее число таксонов в ней возросло почти вдвое.

Естественно, что результат формализованной классификации конкретных фаун зависит от площади участков, на которые предварительно поделена территория. Так, если делить участки только по зонам, то при районировании сохраняется возможность проведения границ лишь между зонами или их группами. Если же самое сделать по подзонам, то возможно разделение некоторых зон и объединение подзон разных зон. При делении на участки с учетом провинциальных подразделений возрастает число различных сочетаний и вероятность объединения по сходству фаун участков разных зон и подзон. Это позволило, в свое время, выявить интегральное влияние зональности и провинциальности (диагональности, дифференциальности) — смещения фаунистических границ с северо-запада к юго-востоку (с разным углом наклона по разным классам позвоночных) по отношению к аналогичному смещению природно-географических зон [5, 7].

Расчеты по фауне наземных позвоночных, выполненные по участкам базы данных “Биодат” (<http://www.biodat.ru>), показали сходство с представлениями, полученными при делении территории Т. К. Блиновой [2], только в самом общем виде, то есть в обоих случаях четко прослежено влияние лишь широтных изменений тепло- и влагообеспеченности, континентальности и их интегрального влияния. Значительно большее совпадение во втором варианте расчетов отмечено с тепловыми поясами, а не с природно-географическими зонами (рис. 1). Можно говорить о северном, срединном и южном фаунистических регионах, но границы их при разном числе исходных участков существенно не совпадают. Южная граница Северного региона смещена к северу, а Срединного региона — к югу, так что значительная часть тундрово-предтундровых равнинных и горных участков, большая часть степных и некоторое количество полупустынных и даже пустынных участков вошли в Срединный регион.

Таким образом, при меньшей и примерно равной площади участков и большем их числе, континуальность изменений фаун отражена полнее, поскольку соседние участки на границах зон и подзон по фауне ближе не к участкам, относящимся к одним и тем же зонам, а наоборот, значимо похожи по фауне на прилежащие участки соседних зон и подзон. В какой-то степени это



Границы ———— подобластей ———— провинций ———— округов

Рис. 1. Районирование Северной Евразии по фауне наземных позвоночных (характеристики таксонов см. в классификации).

На карте трехзначным цифровым индексом помечены округа, выделенные только границами. В легенде выделы обозначены до уровня провинций.

связано со спецификой алгоритма, по условиям которого в единую группу объединяют участки с континуумом в сходстве фауны. В этом случае крайние варианты могут быть совершенно непохожими друг на друга.

Районирование территории, в пределах границ б. СССР на 1991 г., выполнено по фауне позвоночных животных, представленных 1285 видами, из них, земноводных – 40 видов, пресмыкающихся – 170, птиц – 734 и млекопитающих – 341 вид. Четко выделяются “крайние” варианты фаун: полярных пустынь, тундр, субтропических пустынь, а все остальные (редколесий, бореальных лесов, лесостепи и степи) образуют две подобласти – Северо-Восточную и Юго-Западную. Граница между ними идет по диагонали с северо-запада на юго-восток от Кольского полуострова до Байкала, демонстрируя дифферендность. Влияние ее на орнитофауну хорошо видно на карте Б. К. Штегмана [13], а также на фауну наземных позвоночных, [3, 5, 7–9, 14]. Эта граница даже примерно не совпадает с Енисеем, который многими исследователями выделяется как особо значимый (важнейший

на территории России [12] или “важнейший меридиональный” [11] зоогеографический рубеж). Частичное совпадение изменчивости фауны наземных позвоночных в целом и по отдельным классам, входящим в них, с енисейской границей связано с тем, что Т. К. Блинова [2] выделила участки значительно большего размера, чем это сделано биогеографами в базе данных “Биодат”. Усреднение по фауне в пределах таких участков и ограничение их границами подзон увеличивает в подборке дискретность изменений. Это способствует выявлению зонально-подзональных отличий, контрастирует их и делает, в какой-то мере, более четкими. Диагональная граница в этом случае искусственно ступенчата, а при дробном делении – почти линейна. То есть, различия не в сути, а в степени условности проводимых границ.

При повторном агрегировании результатов первого разбиения по 597 участкам выделено три фаунистических региона: Северный, Срединный и Южный. Первый из них включает три, а второй – четыре подобласти. Третий регион представлен одной подобластью. Каждая из подобластей может

быть разделена на некоторое число провинций (до 7) и далее – на округа (до 5). При этом формализованная классификация конкретных фаун несколько идеализирована. Все одиночные группы и подгруппы отнесены к более представительным таксонам по максимальному сходству или, если это невозможно, к таксону, окружающему одиночный участок. Таких групп и подгрупп выделено 25. Две подгруппы представлены разрозненными участками (анклавами). Они тоже не приняты в качестве самостоятельного таксона классификации, а вошедшие в них участки разнесены по прилежащим территориям по максимальному сходству (одна подгруппа полностью, а из второй взят один изолированный участок, исключенный из нее).

При составлении названий таксонов использованы лишь крайние западная и восточная пограничные точки без попытки “оконтурить” всю территорию. Для обозначения этих точек использованы названия близлежащих островов, полуостровов, рек, хребтов, а иногда и городов. Цель наименования заключена только в облегчении поиска соответствующего выдела на карте. Для таксонов высокого ранга (регион, подобласть) мы старались привести ориентиры по странам света в пределах Северной Евразии и, если это было целесообразно и возможно, указать доминирующий характер растительности по принадлежности к соответствующей природной зоне или подзоне. При этом возможно полное перекрытие названий провинций и округов.

Полученная в итоге классификация приведена ниже.

1. Северный регион

Подобласти:

1 – Западная полярно-островная (лидеры по встречаемости, по одному представителю из каждого класса животных – *краснозобая гагара* *Gavia stellata* (Pontopp.), *песец* *Alopex lagopus* Linnaeus¹; общее число отмеченных видов – 30; суммарная встречаемость – 17 участков; полярно-пустынных участков² – 5, арктический тундровый – 1).

¹Далее эти показатели приведены в том же порядке без наименования; при равенстве показателей встречаемости лидеры перечислены в систематическом порядке. Лидирующие виды не идентичны характерным (дифференцирующим). Характерные виды, в данном случае, выделять нецелесообразно, поскольку классификация составлена по коэффициентам сходства, то есть по отношению числа общих видов к сумме видов, специфичных для каждого из двух сравниваемых участков и числа общих видов. С этим связано сходство состава лидирующих видов и объединение участков в таксоны, отличие которых определяют число участков, занятых теми же видами.

²Далее слово “участков” опущено.

2 – Восточная полярно-островная (*краснозобая гагара*, *копытный лемминг* *Dicrostonyx torquatus* Pallas; 46/31; полярно-пустынных – 2, тундровых арктических и субарктических – по 1).

3 – Предтундрово-тундровая (*краснозобая гагара*, *песец*, *остромордая лягушка* *Rana arvalis* Nilsson, *живородящая ящерица* *Zootoca vivipara* Jacquin; 252/69; тундровых – 55, редколесно-предтундровых и подгольцово-тундровых – 14, северотаежных – 1).

Провинции:

3.1 – Кольская (*живородящая ящерица*, *краснозобая гагара*, *обыкновенная бурозубка* *Sorex araneus* Linnaeus, *остромордая лягушка*; 112/93; тундровых арктических, субарктических и редколесных – по одному).

3.2 – Канинско-Гыданская (*краснозобая гагара*, *копытный лемминг*, *остромордая лягушка*, *живородящая ящерица*; 159/77; тундровых арктических – 2, субарктических – 11, редколесных – 5, северотаежных – 1).

Округа:

3.2.1 – Канинско-Ямальский (*краснозобая гагара*, *копытный лемминг*, *остромордая лягушка*, *живородящая ящерица*; 131/70; тундровых арктических – 2, субарктических – 8).

3.2.2 – Обско-Гыданский (*остромордая лягушка*, *краснозобая гагара*, *тундряная бурозубка* *Sorex tundrensis* Merriam, *живородящая ящерица*; 116/90; тундровых субарктических – 3, редколесных – 1).

3.2.3 – Большеземельский (*остромордая лягушка*, *живородящая ящерица*, *краснозобая гагара*, *средняя бурозубка* *Sorex caecutiens* Laxmann; 97/87; редколесных – 2).

3.2.4 – Усинско-Уральский (*остромордая лягушка*, *живородящая ящерица*, *краснозобая гагара*, *тундряная бурозубка*; 99/85; редколесных – 2, северотаежный – 1).

3.3 – Ямало-Чаунская провинция (*краснозобая гагара*, *тундряная бурозубка*; 123/57; тундровых арктических – 21, субарктических – 8).

Округа:

3.3.1 – Ямальский (*краснозобая гагара*, *тундряная бурозубка*; 49/44; арктических – 3).

3.3.2 – Гыданский (*краснозобая гагара*, *тундряная бурозубка*; 62/53; тундровых субарктических – 2, арктических – 1).

3.3.3 – Таймырский (*краснозобая гагара*, *тундряная бурозубка*; 102/67; тундровых арктических и субарктических – по 6).

3.3.4 – Хатангско-Чаунский (*краснозобая гагара, тундряная бурозубка*; 84/52; тундровых арктических – 11).

3.4 – Енисейско-Чаунская провинция (*краснозобая гагара, тундряная бурозубка, сибирский углозуб Salamandrella keuserlingii* Dybowski; 135/78; тундровых субарктических – 2, редколесных – 8).

Округа:

3.4.1 – Енисейско-Хатангский (*краснозобая гагара, тундряная бурозубка*; 96/86; редколесных – 2).

3.4.2 – Хатангско-Верхоянский (*краснозобая гагара, тундряная бурозубка, сибирский углозуб*; 107/77; редколесных – 4, тундровых субарктических – 2).

3.4.3 – Верхоянско-Чаунский (*краснозобая гагара, темнолапая бурозубка Sorex darphaeonodon* Thomas; 78/73; редколесных – 2).

Провинции:

3.5 – Чукотская (*краснозобая гагара, заяц-беляк Lepus timidus* Linnaeus, *сибирский углозуб*; 118/68; тундровых субарктических – 5).

3.6 – Анадырско-Корякская (приокеаническая) (*сибирский углозуб, краснозобая гагара, средняя бурозубка*; 124/76; тундровых субарктических – 4).

II. Срединный регион

4 – Северо-Восточная тундрово-редколесно-таежная подобласть (*чирок-свистунки Anas crecca* L., *заяц-беляк, сибирский углозуб, живородящая ящерица*; 586/151; тундровых – 17, редколесных – 63, таежных, горнотаежных и подтаежных – 115, степных – 6).

4.1 – Беломорско-Уральская провинция (*живородящая ящерица, краснозобая гагара, обыкновенная бурозубка, остромордая лягушка*; 224/142; тундровый субарктический – 1, северотаежных – 15).

Округа:

4.1.1 – Беломорский (*живородящая ящерица, краснозобая гагара, обыкновенная бурозубка, остромордая лягушка*; 203/154; северотаежных – 7).

4.1.2 – Двинско-Мезенский (*остромордая лягушка, живородящая ящерица, краснозобая гагара, обыкновенная бурозубка*; 140/127; тундровый субарктический и северотаежный – по 1);

4.1.3 – Пинежско-Уральский (*остромордая лягушка, живородящая ящерица, краснозобая гагара, обыкновенная бурозубка*; 167/134; северотаежных – 7).

4.2 – Уральско-Анадырская провинция (*краснозобая гагара, тундряная бурозубка, сибирский углозуб,*

живородящая ящерица; 205/94; тундровых субарктических – 3, редколесных – 16, северотаежный – 1).

Округа:

4.2.1 – Уральско-Путоранский (*краснозобая гагара, тундряная бурозубка, сибирский углозуб, живородящая ящерица*; 165/104; редколесных – 6, северотаежный – 1).

4.2.2 – Котуйско-Оленекский (*краснозобая гагара, тундряная бурозубка, сибирский углозуб*; 118/85; тундровый субарктический – 1, редколесных – 4).

4.2.3 – Янско-Колымский (*сибирский углозуб, краснозобая гагара, темнолапая бурозубка*; 102/88; редколесных – 4).

4.2.4 – Колымско-Анадырский (*краснозобая гагара, тундряная бурозубка, сибирский углозуб*; 142/94; тундровых субарктических – 2, редколесных – 2).

Провинции:

4.3 – Анадырско-Корякская (*сибирский углозуб, краснозобая гагара, темнолапая бурозубка*; 103/83; тундровых субарктических – 3).

4.4 – Пенжинско-Камчатская (*сибирский углозуб, краснозобая гагара, темнолапая бурозубка*; 209/122; тундровых субарктических – 10, редколесных – 6, среднетаежный – 1).

Округа:

4.4.1 – Пенжинско-Корякский (*сибирский углозуб, краснозобая гагара, темнолапая бурозубка*; 184/111; тундровых субарктических – 6, редколесных – 2).

4.4.2 – Камчатский (*сибирский углозуб, краснозобая гагара, темнолапая бурозубка*; 164/132; тундровых субарктических и редколесных – по 4, среднетаежный – 1).

4.5. Уральско-Охотская провинция (*сибирский углозуб, краснозобая гагара, средняя бурозубка, живородящая ящерица*; 358/146; редколесных – 41, северо- и среднетаежных – 12 и 34, южнотаежных – 2, горнотаежных – 12).

Округа:

4.5.1 – Путоранско-Оленекский (*сибирский углозуб, краснозобая гагара, тундряная бурозубка, живородящая ящерица*; 132/108; редколесных – 5).

4.5.2 – Котуйско-Колымский (*сибирский углозуб, краснозобая гагара, тундряная бурозубка, живородящая ящерица*; 192/118; редколесных – 34, северотаежных – 2).

4.5.3 – Уральско-Обский (*сибирский углозуб, живородящая ящерица, краснозобая гагара,*

обыкновенная бурозубка; 194/154; северо- и средне-таежных – по 2).

4.5.4 – Обско-Джугджурский (сибирский углозуб, живородящая ящерица, краснозобая гагара, тундряная бурозубка; 294/164; среднетаежных – 29, северо-таежных – 8, редколесных – 2, горнотаежных – 10).

4.5.5 – Олекмо-Джугджурский (сибирский углозуб, краснозобая гагара, темнолапая бурозубка, живородящая ящерица; 234/180; среднетаежных – 3, южнотаежных и горнотаежных – по 2).

4.6 – Байкало-Сихотэ-алинская провинция (сибирская лягушка *Rana amurensis* Boulenger, выпь *Botaurus stellaris* (L.), темнолапая бурозубка, живородящая ящерица; 434/208; южнотаежных – 15, среднетаежных – 8, горнотаежных – 7, подтаежных и степных – по 6).

Округа:

4.6.1 – Байкало-Зейский (сибирская лягушка, чернозобая гагара *Gavia arctica* (L.), темнолапая бурозубка, узорчатый полоз *Elaphe diene* (Pallas); 339/215; горнотаежных – 7, среднетаежных – 2, южнотаежных – 3, степных – 6).

4.6.2 – Зейско-Охотский (сибирский углозуб, живородящая ящерица, выпь, темнолапая бурозубка; 316/201; южнотаежных – 11, среднетаежных – 6, подтаежных – 5).

4.6.3 – Южно-Сихотэ-алинский (сибирский углозуб, узорчатый полоз, серощекая поганка *Podiceps griseigena* (Bodd.), амурский еж *Erinaceus amurensis* Schrenk; 228/210; южно- и подтаежных – по 1).

4.7 – Сахалинская провинция (чернозобая гагара, обыкновенная лисица *Vulpes vulpes* Linnaeus, сибирский углозуб, дальневосточный сцинк *Eumeces latiscutatus* (Hallowell); 235/208; средне- и южнотаежных – по 1).

Подобласти:

5 – Курильская таежная (чернозобая гагара, обыкновенная лисица, сибирский углозуб, дальневосточный сцинк; 161/97; среднетаежных – 2, южнотаежных – 3).

6 – Уссурийско-южносахалинская лесная (дальневосточная жаба *Vivo gargarizans* Cantor, серощекая поганка, темнолапая бурозубка, узорчатый полоз; 371/252; широколиственнолесных – 4, южнотаежный – 1).

7 – Юго-западная таежно-степная (крякva *Anas platyrhynchos* L., обыкновенная лисица, прыткая ящерица *Lacerta agilis* Linnaeus, зеленая жаба *Vivo viridis* Laurenti; 889/218; лесных – 110,

лесостепных – 20, степных – 75, полупустынно-пустынных – 47).

7.1 – Балтийско-Байкальская провинция (чернозобая гагара, средняя бурозубка, остромордая лягушка, живородящая ящерица; 518/213; средне- и южнотаежных – 26 и 13, горнотаежных – 10, степных – 5, северо-таежных и лесостепных – по 3).

Округа:

7.1.1 – Сегозерско-Васюганский (остромордая лягушка, живородящая ящерица, чернозобая гагара, обыкновенная бурозубка; 316/190; среднетаежных – 22, северо- и южнотаежных – по 3, лесостепной – 1).

7.1.2 – Васюганско-Байкальский (чернозобая гагара, тундряная бурозубка, сибирская лягушка, живородящая ящерица; 364/223; южно- и горнотаежных – 9 и 8, среднетаежных – 4, лесостепных и степных – 2 и 3).

7.1.3 – Алтайско-Забайкальский (сибирская лягушка, узорчатый полоз, чернозобая гагара, тундряная бурозубка; 432/297; степных и горнотаежных по – 2, северо- и южнотаежных – по 1).

7.2 – Балтийско-Кулундинская провинция (крякva, обыкновенная лисица, прыткая ящерица, зеленая жаба; 649/213; степных – 69, полупустынных – 24, подтаежных – 18, лесостепных – 17, пустынных – 16, широколиственнолесных – 14, южнотаежных – 9, среднетаежных – 4, горнолесных – 2).

Округа:

7.2.1 – Балтийско-Кулундинский (крякva, водяная полевка *Arvicola terrestris* Linnaeus, прыткая ящерица, зеленая жаба; 578/222; степных – 67, южнотаежных – 9, подтаежных и лесостепных – 18 и 17, широколиственнолесных – 14, полупустынных – 6, среднетаежных – 4, горнолесных – 2).

7.2.2 – Терско-Кумский (зеленая жаба, кавказская агама *Agama caucasica* (Eichw.), малая поганка *Podiceps ruficollis* (Pall.) и ушастый еж *Erinaceus auritus* Gmelin; 213/213; степной – 1).

7.2.3 – Кубанско-Балхашский (зеленая жаба, черношейная поганка *Podiceps nigricollis* C. L. Brehm, ушастый еж, разноцветная ящурка *Eremias arguta* (Pallas); 375/177; полупустынных и пустынных – 18 и 16, степной – 1).

7.3 – Кубанско-Апшеронская провинция (озерная лягушка *Rana ridibunda* Pallas, малая поганка, белобрюхая белозубка *Crocidura leucodon* Hermann, обыкновенная медянка *Coronella austriaca* Laurenti; 473/277; горнолесных – 9, полупустынных – 3, широколиственнолесных – 2, степной – 1).

Округа:

7.3.1 – Кубанско-Колхидский (обыкновенный тритон *Triturus vulgaris* L., ломкая веретеница *Anguis fragilis* Linnaeus, малая поганка, белобрюхий еж *Eriopis concolor* Martin; 346/260; горнолесных – 4, широколиственнолесных и степных – по 1).

7.3.2 – Апшеронско-Талышский (зеленая жаба, малая поганка, ушастый еж, болотная черепаха *Emys orbicularis* (L.); 354/277; полупустынных и горнолесных – по 2, широколиственнолесной – 1).

7.3.3 – Малокавказский (зеленая жаба, обыкновенная медянка, малая поганка, белобрюхий еж; 397/306; горнолесных – 3, полупустынный – 1).

7.4 – Балхашско-Зайсанская провинция (зеленая жаба, круглоголовка-вертихвостка *Phrynosoma guttatus* (Gmel.), черношейная поганка, тундряная бурозубка; 338/262; полупустынных – 3, пустынный – 1).

III. Южный регион

8 – Пустынно-горностепная подобласть (зеленая жаба, чомга *Podiceps cristatus* (L), малая белозубка *Crocodylus suaveolens* Pallas, среднеазиатская черепаха *Testudo horsfieldi* Gray; 575/209; пустынных – 34, горностепных – 13, полупустынных – 7).

8.1 – Мангышлакско-Аральская провинция (зеленая жаба, среднеазиатская черепаха, чомга, ушастый еж; 214/149; пустынных – 9).

Округа:

8.1.1 – Каспийско-Аральский (зеленая жаба, среднеазиатская черепаха, чомга, ушастый еж; 184/146; пустынных – 6).

8.1.2 – Красноводско-Амударьинский (зеленая жаба, среднеазиатская черепаха, чомга, ушастый еж; 185/156; пустынных – 3).

8.2 – Каспийско-Сырдарьинская провинция (зеленая жаба, среднеазиатская черепаха, чомга, малая белозубка; 443/218; пустынных – 18, горностепных – 3, полупустынных – 2).

Округа:

8.2.1 – Каспийско-Каракалинский (зеленая жаба, среднеазиатская черепаха, чомга, малая белозубка; 317/241; пустынных – 3, горностепных – 2).

8.2.2 – Небитдагско-Сырдарьинский (зеленая жаба, среднеазиатская черепаха, чомга, ушастый еж; 292/192; пустынных – 8).

8.2.3 – Атрекско-Тедженский (зеленая жаба, среднеазиатская черепаха, чомга, малая белозубка; 336/230; пустынных – 5, полупустынных – 2, горностепной – 1).

8.2.4 – Зеравшанско-Сырдарьинский (зеленая жаба, среднеазиатская черепаха, малая поганка, ушастый еж; 249/218; пустынных – 2).

8.3 – Ташкентско-Илийская (зеленая жаба, среднеазиатская черепаха, малая поганка, ушастый еж; 333/218; пустынных – 6, полупустынных и горностепных – по 1).

8.4 – Зеравшанско-Джунгарская (зеленая жаба, чомга, малая белозубка, узорчатый полоз; 438/226; горностепных – 9, полупустынных и пустынных – 4 и 1).

Округа:

8.4.1 – Зеравшанско-Ферганский (зеленая жаба, узорчатый полоз, малые поганка и белозубка; 275/232; горностепных – 2, полупустынных и пустынных – по 1).

8.4.2 – Ташкентско-Джунгарский (зеленая жаба, узорчатый полоз, чомга, малая бурозубка *Sorex minutus* Linnaeus; 347/241; горностепных – 3, полупустынных – 2).

8.4.3 – Мургабский (зеленая жаба, среднеазиатская черепаха, малые поганка и белозубка; 284/252; горностепных и полупустынных – по 1).

8.4.4 – Памирский (зеленая жаба, чомга, малая белозубка, алайский гологлаз *Ablepharus alaicus* Elratjewsky; 222/175; горностепных – 3).

Следует отметить, что в большей части таксонов вышеизложенной классификации (66%) отмечено сочетание подзональных участков одной и той же зоны. Значительно меньше таксонов с уменьшением представленности таких участков к югу и, особенно к северу (17 и 11%). Минимально количество таксонов с одинаковым уменьшением доли подзональных участков в обоих направлениях (6%). На уровне подобласти больше всего случаев уменьшения встречаемости зональных участков к югу – 5, один случай – к северу и два – в обоих направлениях. Это свидетельствует о почти равном проникновении видов как к северу, так и чуть больше к югу от предпочитаемых подзон.

Пространственно-типологическая организация фауны наземных позвоночных. Графы сходства на уровне подобластей, построенные по матрицам коэффициентов Жаккара, рассчитанным по 245 [6] и 597 участкам, по конфигурации и смыслу очень похожи (рис. 2). Основные ряды в них связаны с увеличением теплообеспеченности и уменьшением влагообеспеченности к югу и иллюстрируют смену в фауне наземных позвоночных от полярных пустынь через тундры и леса к степям и пустыням. Левый ряд составляют западные

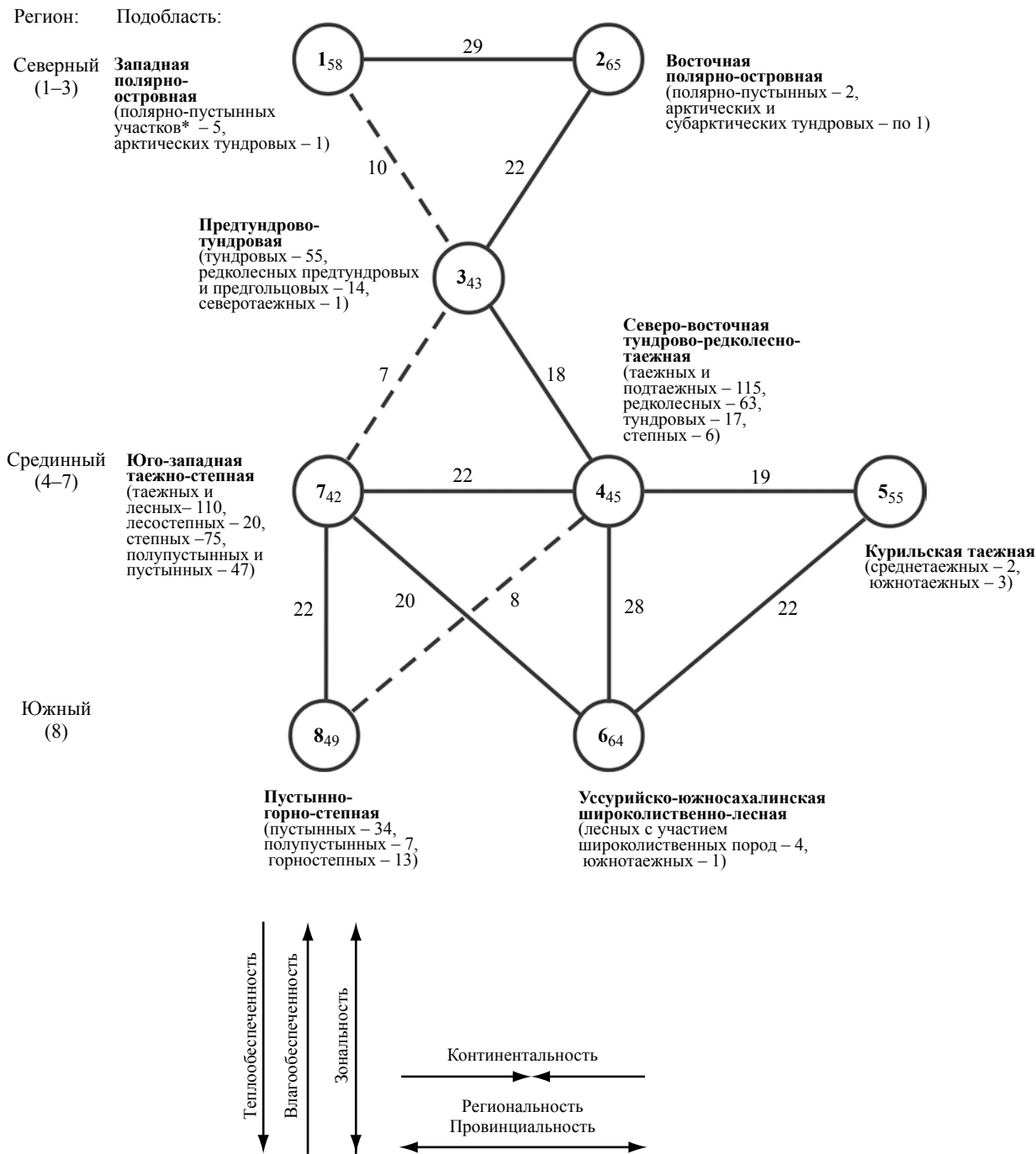


Рис. 2. Пространственно-типологическая структура фауны наземных позвоночных Северной Евразии на уровне подобласти.

Внутри значков приведены номера таксонов соответствующей классификации, индексом – внутригрупповое сходство. Линии между значками означают существенное сверхпороговое сходство. Около них приведены значения межгруппового сходства. Стрелки около перечня основных структурообразующих факторов среды указывают направление увеличения их влияния и фаунистические тренды.

Примечание: * далее слово “участков” опущено.

подобласти, правый – восточные. Кроме того, во втором ряду на юго-востоке сказывается влияние муссонного климата и удаленность тихоокеанских островов, как крайнее на рассматриваемой

территории проявление региональности. При анализе неоднородности фауны всей Палеарктики видно, что влияние муссонного климата сопровождается продвижением в пределы Северной

Таблица. Оценка связи факторов среды с неоднородностью фауны наземных позвоночных Северной Евразии

Фактор, режим	Учтенная дисперсия, % при делении на	
	245 участков	597 участков
Теплообеспеченность (зональность + провинциальность + поясность)	64	60
Зональность	49	49
Региональность	45	29
Послеледниковое расселение	42	36
Провинциальность	17	19
Инсулярность	10	5
Поясность	4	1
Все факторы	80	74
Режимы классификационные	57	59
структурные	46	52
Все режимы	63	64
Всего	82	81
Климатическое районирование	36	38
Биогеографическое районирование	32	38
Физико-географическое районирование	19	23

Евразии с юга представителей маньчжурской фауны. Третья подобласть в середине графа занимает всю территорию соответствующей полосы с запада до восточной окраины. Такой граф возможен при более дробном делении (не на 6, как по участкам Т. К. Блиновой, а на 8 таксонов ранга подобласти) и приведения вспомогательной информации о слабых связях, нужных для симметричного отображения графа (показаны прерывистыми линиями).

Наиболее велика связь фаунистической неоднородности Северной Евразии с теплообеспеченностью, рассчитанной как совместная оценка сходства по зональности, провинциальности и высотной поясности – 60% дисперсии (таблица). Индивидуальная связь с зональностью на 11% меньше, с региональностью – вдвое, с провинциальностью – втрое, а с послеледниковым расселением – в 1.5 раза меньше. Влияние инсулярности и поясности из-за незначительной площади, занятой островами и горными системами, отличающимися по фауне позвоночных, невелико.

Оценки по матрицам коэффициентов сходства при разделении на 245 и 597 участков близки, за исключением связи с региональностью и инсулярностью, которые в первом варианте в 1.5 и 2 раза выше. Еще более сходны интегральные оценки всех факторов, режимов и особенно общих оценок. Так, примерный

коэффициент множественной корреляции по обоим вариантам почти равен (0.91 и 0.90). Столь же похожи оценки аппроксимации матриц сходства результатами районирования, как биогеографического (Udvardy [15] с уточнением А. Г. Воронова и В. В. Кучерука [4]), так и климатического, а также физико-географического [1]. Все три варианта аппроксимируют фаунистическую неоднородность Северной Евразии по матрице коэффициентов сходства при разделении на 597 и 245 участков примерно в 1.5–3 раза меньше, чем предлагаемое нами фаунистическое районирование.

Таким образом, можно считать, что информативность представлений о связях изменчивости фауны, полученная по обоим вариантам предварительного деления на участки, почти одинакова, в том числе по зональности – абсолютно одинакова. Правда, анализ карт убеждает в том, что степень совпадения с границами зон при разделении на 245 участков выше, чем при 597, а с климатическим районированием – наоборот.

Эти различия, по-видимому, обусловлены особенностями алгоритма оценки связи, в котором предусмотрены сочетания градаций. Поэтому как в том, так и в другом варианте счета в суммарном отображении оценки одинаковы. Расчеты с накоплением результата нарастающим итогом показывают, что приращение информативности, достигнутой аппроксимацией теплообеспеченностью,

дает лишь послеледниковое расселение, региональность и инсулярность (соответственно 8, 4 и 2%).

Более детальное предварительное разделение районированной территории лучше отражает континуальность смены в фауне наземных позвоночных, в то время как при более крупных участках возрастает контраст и оценка связи с зональностью. При этом оценки связи с факторами среды в среднем весьма сходны, хотя места проведения границ таксонов наивысшего ранга отличаются существенно. Информативность фаунистических классификаций, полученных по предварительному разделению на 597 и 245 участков, на матрицах друг друга снижают оценку на 13 и 12%. Сходство показателей в какой-то степени определяют алгоритмы кластеризации и оценки связи. Классификации (разбиения) по нему выполняют так, чтобы максимизировать учетную ими дисперсию, поэтому уровень неоднородности по обеим матрицам даже при различном числе участков отражается в целом одинаково и, соответственно, однозначно учитывает долю дисперсии при едином алгоритме.

Следует отметить также, что при большем числе исходных участков районирования иначе проявляется провинциальное влияние, причем в ущерб зональному. Это приводит к включению по фауне ряда пограничных зональных участков в таксоны при доминировании территорий более южных или более северных зон. Соответствующие виды проникают по интра- и экстразональным ландшафтам в “чуждые” в целом зоны. В результате и отчасти из-за особенностей использованного алгоритма классификации и происходит несоответствие границ геоботанических (природно-географических) зон и таксонов зоогеографического районирования.

Можно провести идеализацию разбиения, то есть перебросить такие “отклоняющиеся” варианты в таксоны с доминированием участков подобных им по зональной принадлежности. Для этого три тундровых участка, объединенных при кластерном анализе с полярно-пустынными, следует перенести в предтундрово-тундровую подобласть; шесть степных участков из четвертой (тундрово-редколесно-таежной) подобласти перенести в седьмую (таежно-степную) подобласть, а 47 полупустынно-пустынных из нее в восьмую подобласть (пустынно-горностепную), а также перенести в нее 13 горностепных участков. Таким образом, идеализированное представление сводится к несколько иному составу двух полярно-пустынных подобластей, предтундрово-тундровой, тундрово-редколесно-таежной, таежно-степной,

Курильской таежной, Уссурийско-южносахалинской лесной и пустынной подобластей. Такое деление больше соответствует зональному, поскольку непредставительные (нетипичные) участки при расчетах информативности перенесены в подобласти, более сходные с ними по условиям среды.

Информативность разбиения на уровне подобластей в этом случае уменьшается на 2% дисперсии, а по сравнению с зональным делением по Биодату (с выделением полярных пустынь и объединением в одну зону всех лесов, а в другую – всех степей) – на 13%. Этим снижением учетной дисперсии можно было бы пренебречь ради четкости интерпретации, но это было бы потерей в понимании реальной изменчивости фауны. Конечно, выявленные границы формальны, но лучше отражают различия в постепенности фаунистических изменений. Поэтому мы отказались от указанной выше идеализации. В результате оценка связи с зональными представлениями выполнена корректнее так же, как связь реальных широтных изменений фауны и теплообеспеченности, в принятом нами отображении.

Статья Б. Холта с соавторами [14] по зоогеографическому районированию мира существенно дополняет классические представления А. Уоллеса. В качестве исходных данных в ней использованы сведения не только о встречаемости земноводных, птиц и млекопитающих, но и результаты оценки их филогенетической близости. В результате в значительной степени изменен состав Палеарктического царства за счет исключения Санаро-Арабской части и включения арктической территории Неарктики. Исследованная нами территория Северной Евразии занимает центральную часть Палеарктики и примерно половину ее площади. Использованные методы и подходы в обеих статьях идеологически очень сходны, но существенно различны алгоритмически и в постановке задач. Наш алгоритм автоматически выбирает разбиение, учитывающее наибольшее количество дисперсии матрицы связи. Б. Холт с соавторами экспертно выбрали лучший, с их точки зрения, алгоритм, минимизирующий число кластеров и обеспечивающий 95%-ый уровень учета доли оценок связи. Число классов они выбирали по графику изменений этой доли. Эти приемы дают сходные результаты, но отнесение отдельных участков в пограничных зонах и, соответственно, конкретные места проведения границ могут отличаться, хотя результаты классификации можно считать в целом вполне сопоставимыми.

Работа Б. Холта с соавторами выполнена в мелком масштабе и направлена на уточнение границ

царств и областей (в нашей терминологии областей и подобластей). В пределах Палеарктики авторы выделили две подобласти, граница между которыми диагонально проходит от Кольского полуострова до устья Амура. Особенно четко это выявлено по фауне земноводных. По результатам нашего анализа эту границу целесообразнее проводить до Байкала [3, 8, 9]. Кроме того, по нашим расчетам значимость ее соответствует провинциальному рангу, и на два порядка ниже по сравнению с региональным (зональным), то есть различием фауны условно тундровой, лесной и полупустынно-пустынной полос. Правда, имеются некоторые отличия по отдельным классам наземных позвоночных. Дифферентность (диагональность) четче видна при районировании по земноводным и млекопитающим. Вообще различия, скорее всего, обусловлены включением Б. Холтом с соавторами [14] в анализ филогенетической информации, хотя не исключено и влияние дробности первичного деления территории на участки.

Диагональное смещение границ прослежено для зон по растительности. Значительное отклонение от них в распространении птиц показано Б. К. Штегманом [13]. Однако он, столкнувшись с существенным взаимопроникновением в распространении типов фауны, отказался от районирования и объяснил эти различия расселением птиц от центров происхождения или ледниковых рефугиумов. Мы объясняем дифферентность границ, помимо истории расселения, еще и сходством в интегральном влиянии теплообеспеченности при движении к северу и внутрь материка от морей и океанов. Б. Холт с соавторами никак не объясняют диагональное расположение границ подобластей в Палеарктике. В этом плане логичнее формирование границы до Байкала, а не до устья Амура, где континентальность компенсируется влиянием Тихого океана, в частности муссонного климата на юго-востоке.

Заключение. Увеличение числа исходных участков в 2.5 раза приводит при фаунистической классификации к меньшему совпадению границ выделенных широтных таксонов с зональными. При этом площадь Срединного (температного) региона возрастает за счет расширения как к северу и северо-востоку, так и к югу. На севере он включает горные анклавы Восточной Сибири и часть лесотундровых и тундровых участков, на северо-востоке — почти всю Чукотку, на юге в него входят причерноморско-прикаспийские и кавказские территории, а также значительная часть территории лесостепи. В целом можно считать, что более дробное деление на участки приводит, при

использованном алгоритме, к более обобщенным представлениям на региональном уровне. В результате большее число участков при сходной их площади способствует отражению континуальности и провинциальных изменений фауны, в то время как меньшее число и большие размеры участков подчеркивают зональные отличия.

Благодарности. Настоящая статья подготовлена по материалам, собранным по Проекту № VI.51.1.8 программы государственных академий на 2013–2020 гг. Авторы искренне признательны С. М. Цыбулину за плодотворное обсуждение статьи при ее написании.

Acknowledgments. This article was based on materials gathered in the framework of project no. VI.51.1.8 of the Program of State Academies for 2013–2020. We are grateful to S. M. Tsybulin for fruitful discussions of the article.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас СССР. Климатическое районирование. Физико-географическое районирование. М.: Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР, 1983. С. 98, 120.
2. Блинова Т. К. Типология орнитофауны Северной Евразии // Орнитологические исследования в Северной Евразии. Ставрополь: Изд-во Ставропольского университета, 2006. С. 80–83.
3. Блинова Т. К., Равкин Ю. С. Орнитофаунистическое районирование Северной Евразии // Сиб. экол. журн. 2008. Т. 15. № 1. С. 101–121.
4. Воронов А. Г., Кучерук В. В. Биотическое разнообразие Палеарктики: проблемы изучения и охраны // Биосферные заповедники. Тр. I сов.-амер. симпозиума. СССР, 5–17 мая 1976 г. Л.: Гидрометеиздат, 1977. С. 7–20.
5. Равкин Ю. С., Богомолова И. Н., Николаева О. Н. Териофаунистическое районирование Северной Евразии // Сиб. экол. журн. 2013. Т. 20. № 1. С. 111–121.
6. Равкин Ю. С., Богомолова И. Н., Николаева О. Н., Железнова Т. К. Районирование Северной Евразии по фауне наземных позвоночных и классификация их по сходству распространения // Сиб. экол. журн. 2014. Т. 21. № 2. С. 163–181.
7. Равкин Ю. С., Богомолова И. Н., Цыбулин С. М. Фаунистическое районирование Северной Евразии // Изв. РАН. Сер. геогр. 2015. № 3. С. 29–40.
8. Равкин Ю. С., Богомолова И. Н., Чеснокова С. В. Районирование Северной Евразии отдельно по фауне амфибий и рептилий // Сиб. экол. журн. 2010. Т. 17. № 5. С. 773–780.

9. *Равкин Ю.С., Богомолова И.Н., Юдкин В.А.* Герпетофаунистическое районирование Северной Евразии // Сиб. экол. журн. 2010. Т. 17. № 1. С. 87–103.
10. *Равкин Ю.С., Ливанов С.Г.* Факторная зоогеография. Новосибирск: Наука, 2008. 205 с.
11. *Рогачева Э.В.* Птицы Средней Сибири. М.: Наука, 1988. 310 с.
12. *Чернов Ю.И.* Экология и биогеография. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 508 с.
13. *Штегман Б.К.* Основы орнитогеографического деления Палеарктики // Фауна СССР. Птицы. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1938 Т. 1. Вып. 2. 158 с.
14. *Holt B.G., Lessard J. Ph., Borregaard M. K., Fritz S. A., Araújo M. B., Dimitrov D., Fabre P.-H., Graham C. H., Graves G. R., Jansson K. A., Nogués-Bravo D., Wang Zh., Whittaker R. J., Fjeldsá J., and Rahbek C.* An Update of Wallace's Zoogeographic Regions of the World // *Science*. 2013. V. 339. № 4. P. 74–79.
15. *Udvardy M.D.F.* A Classification of the Biogeographic Provinces of the World // *Occasional № 18 International Union for Conservation of Nature, Morges. Switzerland*, 1975. P. 1–48.
5. *Ravkin Yu.S., Bogomolova I. N., Nikolaeva O. N.* The Theriofaunistic Zoning of Northern Eurasia. *Sib. Ekol. Zhurnal*, 2013, no. 1, pp. 111–121. (In Russ.).
6. *Ravkin Yu.S., Bogomolova I. N., Nikolaeva O. N., Zheleznova T. K.* Zoning of Northern Eurasia on the fauna of terrestrial vertebrates and their classification by similarity distribution. *Sib. Ekol. Zhurnal*, 2014, no. 2, pp. 163–181. (In Russ.).
7. *Ravkin Yu.S., Bogomolova I. N., Tsybulin S. M.* Faunal zoning of Northern Eurasia. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.* 2015, no. 3, pp. 29–40. (In Russ.).
8. *Ravkin Yu.S., Bogomolova I. N., Chesnokova S. V.* Amphibian and reptile biogeographic regions of Northern Eurasia, mapped separately. *Sib. Ekol. Zhurnal*, 2010, no. 5, pp. 773–780. (In Russ.).
9. *Ravkin Yu.S., Bogomolova I. N., Yudkin V. A.* Herpetofaunistic Zonation of Northern Eurasia. *Sib. Ekol. Zhurnal*, 2010, no. 1, pp. 87–103. (In Russ.).
10. *Ravkin Yu.S., Livanov S. G.* *Faktornaya zoogeografiya* [Factor Zoogeography]. Novosibirsk: Nauka Publ., 2008. 205 p.
11. *Rogacheva E. V.* *Ptitsy Srednei Sibiri* [Birds of Middle Siberia], Moscow: Nauka Publ., 1988. 310 p.
12. *Chernov Yu. I.* *Ekologiya i biogeografiya*. [Ecology and Biogeography]. Moscow: KMK Publ., 2008. 508 p.
13. *Shtegman B. K.* *Osnovy ornitogeograficheskogo deleniya Palearktiki* [Basics ornithogeographic division of Palearctic]. Moscow, Leningrad: USSR AS Publ., 1938 (Fauna SSSR. Pticy), vol. 1, no. 2, 158 p. (In Russ.).
14. *Holt B.G., Lessard J. Ph., Borregaard M. K., Fritz S. A., Araújo M. B., Dimitrov D., Fabre P.-H., Graham C. H., Graves G. R., Jansson K. A., Nogués-Bravo D., Wang Zh., Whittaker R. J., Fjeldsá J., Rahbek C.* An Update of Wallace's Zoogeographic Regions of the World. *Science*, 2013, vol. 339, № 4, p. 74–79.
15. *Udvardy M.D.F.* A Classification of the Biogeographic Provinces of the World. In *Occasional № 18 International Union for Conservation of Nature, Morges. Switzerland*, 1975. p. 1–48.

REFERENCES