

## Герпетофаунистическое районирование Северной Евразии

Ю. С. РАВКИН, И. Н. БОГОМОЛОВА, В. А. ЮДКИН

*Институт систематики и экологии животных СО РАН  
630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 11  
E-mail: zm@eco.nsc.ru*

### АННОТАЦИЯ

С целью районирования по фауне земноводных и пресмыкающихся Северная Евразия в пределах границ СССР 1990 г. разделена на 245 участков по карте растительности масштаба 1 : 20 000 000 так, чтобы каждый из них занимал территорию природной подзоны протяженностью по долготе в 10°. Для каждого участка по ареалам земноводных и пресмыкающихся составлен список встреченных видов. По этим спискам рассчитаны коэффициенты сходства Жаккара, по которым проведен кластерный анализ герпетофауны выделенных участков. По результатам расчетов составлена иерархическая классификация, включающая 3 герпетофаунистических региона, которые разделены на 5 подобластей, часть из которых подразделена на 13 провинций, а некоторые из последних – еще на 32 округа. Выявлены факторы среды, коррелирующие с фаунистической неоднородностью обследованной территории.

Предложенное деление в 2–4 раза информативнее, чем ранее разработанные схемы, и учитывает 73 % дисперсии коэффициентов сходства фаун конкретных участков (коэффициент множественной корреляции – 0,85). Связью с факторами среды и природными режимами можно объяснить 84 % неоднородности фауны (коэффициент корреляции – 0,92).

**Ключевые слова:** районирование, фауна, амфибии, рептилии, Палеарктика, Северная Евразия, кластерный анализ, факторы, корреляция.

При фаунистическом анализе предполагается выделение территорий, отличающихся по составу видов в связи с различиями экологических условий среды и своеобразием истории формирования сообществ, а также по характеру сходства и отличий с фауной других территорий и уровню их фаунистического эндемизма. Таким образом, фаунистическое районирование – это деление земной поверхности на участки, имеющие определенное фаунистическое сходство, которое, как правило, отражает общность исторического развития фауны [1]. Такое деление помогает получить представления об основных чертах формирования фаун и их

современной неоднородности. Считается, что в крупных подразделениях обычно видны различия, обусловленные историческими причинами, при более дробном делении история формирования фауны затушевывается современными экологическими факторами [2, 3].

Фаунистическое районирование Палеарктики впервые выполнено П. Склетером в 1874 г. и А. Уоллесом в 1876 г., а затем проводилось целым рядом исследователей [например, 4, 5 и др.]. При составлении этих схем районирования использован метод сравнения видовых списков: вычленения специфических и отсутствующих видов. Неизбежный субъективизм приводит в данном случае к различиям предложенных схем [6].

Еще П. В. Терентьев и С. А. Чернов [7] писали о существовании двух основных взгля-

Равкин Юрий Соломонович  
Богомолова Ирина Николаевна  
Юдкин Владимир Алексеевич

дов на причины неоднородности герпетофауны Сибирско-Европейской подобласти. Одни авторы подчеркивали связь фауны с климатическими и ландшафтными зонами и делили всю подобласть с севера на юг [5, 8], другие – разницу между западной и восточной частями Евразии, связывая это с влиянием ледникового похолодания [7]. Как в том, так и в другом случае причиной неоднородности герпетофауны следует считать в основном различия в теплообеспеченности в прошлом и настоящем. Теплообеспеченность уменьшается не только с юга на север и при этом определяет зональность, но и от океанов внутрь материка, определяя степень континентальности климата и за счет этого провинциальность. Таким образом, влияние теплообеспеченности определяет как минимум три направления изменений герпетофауны: к северу, с подъемом в горы и от океанов в глубь материка.

Н. Н. Щербак считал, что при зоогеографическом районировании прежде всего должны учитываться сходство и различие современных фаун, независимо от их возраста [8]. Единство экологического и исторического подходов достигается, по его мнению, подразделением территории в соответствии с климатическими и ландшафтными зонами при совпадении районов с центрами происхождения фаун. Особое выделение различий между западными и восточными частями Евразии он считал необоснованным.

Однако любые, даже давно известные, закономерности не дают основания для предпочтения того или иного направления изменений при районировании без проведения соответствующих оценок силы и общности связи с указанными факторами среды. Изначально делить фауну по зонам или провинциям неправомерно, поскольку возможно интегральное влияние зональности и провинциальности, и доминирующий тренд может быть в той или иной мере диагональным. При этом разные лимитирующие факторы могут приводить к одинаковому результату, например к обеднению фауны, поэтому нельзя делить территорию сначала по зонам, потом по провинциям или наоборот, и единственным относительно объективным способом следует признать предварительный кластерный анализ.

Так, Е. Н. Матюшкин [9], обсуждая критерии выделения территорий со сходной фауной, указывал на сложности, возникающие при подобногo рода попытках. Он считал совершенно неприемлемым конструирование комплексов в соответствии с наперед заданными схемами зонального деления. Предпочтительнее, с его точки зрения, формализованные методы разделения. Использование таких методов анализа [10–13] не исключает субъективизма, но позволяет стандартизировать их и, тем самым, увеличить сравнимость полученных результатов.

Не вызывает сомнений, что районирование территории по современной фауне и фауногенетическое деление преследуют разные цели и не исключают разных подходов. В первом случае такое районирование проводится по ситуации, сложившейся в результате итогового влияния факторов среды как в настоящем, так и в прошлом, а во втором – характеризует только исторические пути формирования фауны. Поэтому вполне правомерно использование сведений о всех современных ареалах для решения первой задачи, и только эндемичных видов и тех, происхождение и пути расселения которых можно проследить по имеющимся данным, – для решения второй. В целом разные принципы анализа и результаты вовсе не обязательно противоречат, а скорее дополняют друг друга и характеризуют один и тот же сложный объект с разных сторон и с разной дробностью [14]. В связи с этим оценки “лучше–хуже” уместны только в контексте поставленных задач [15].

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

С помощью кластерного анализа можно выявить похожие по фауне территории и на этой основе провести районирование. Для такой реализации сначала необходимо определить наименьшую единицу рассмотрения и классификации. В. В. Бобров и Г. М. Алещенко [10, 12] использовали для ее выбора пересечение границ родов и семейств земноводных и пресмыкающихся. Этот принцип может создать некоторые трудности при сопоставлении описаний неоднородности фауны разных классов животных. При относительно

небольшой площади наименьшей единицы рассмотрения эти различия не должны существенно влиять на результат сравнения. От этого недостатка свободен, хотя и в определенных (принятых) рамках ограничений, способ предварительного разделения территории на зоны, подзоны и потом на их провинциальные участки (отрезки) или провинции – природно-географические или геоботанические [13]. После этого по границам ареалов исследуемой группы животных для каждого такого участка должен быть составлен список видов, отмеченных на его территории. Далее для всех пар этих списков рассчитывают тот или иной из выбранных коэффициентов сходства и на их матрице одним из алгоритмов классификации все множество участков разбивается на заданное или заданное число кластеров. По составу вошедших в них участков составляется легенда карты районирования и выявляются факторы среды, определяющие фаунистическую неоднородность территории. Для выявления трендов (направленных изменений при переходе от одного кластера к другому) следует признать полезными составление и интерпретацию графов сходства [16]. Такой подход за счет единой основы анализа делает его результаты сопоставимыми для любых групп животных как по отдельности, так и вместе и навязывает априори разбиение по признакам среды только при выделении наименьшей единицы рассмотрения. После этого признак разделения территории един – это соотношение сходства и различия фаун по составу.

Для решения задачи герпетофаунистического районирования вся территория Северной Евразии в границах Советского Союза 1990 г. разделена на 245 территориальных участков по “Карте растительности мира” масштаба 1 : 20 000 000 [17]. Участки строго вписаны в границы подзон и зон растительности и примерно – меридианов с протяженностью по долготе в 10° [18]. Поскольку в качестве основы использована мелкомасштабная карта, часть различий, недостаточно представленных на исследуемой территории, не отражена в виде самостоятельных участков. Поэтому в тех случаях, когда наши предшественники считали эти территории самостоятельными таксонами, мы иногда дополнительно выделяли

такие участки. Так, искусственно по отношению к карте-основе выделены участки “Карпаты”, “Горный Крым” и “Южные Курильские острова”. После этого составлены таблицы, в которые вносились встречи всех видов земноводных и пресмыкающихся в каждом из выделенных территориальных участков по ареалам, отраженным на картах А. Т. Божанского, приведенных в базе данных “Биодат” [www.biodat.ru] с уточнением по Н. Б. Ананьевой с соавторами [19, 20].

Для описания фаунистической неоднородности использован метод факторной классификации [21, 22]. При этом по всей совокупности набора встреченных на территориальных участках видов рассчитаны коэффициенты сходства Жаккара. По ним выявлены группы максимально похожих между собой участков территории. Кластеры, выделенные при первом разбиении, считали провинциями Палеарктической области. Для групп, включающих более пяти территориальных участков, произведена доразбивка на подгруппы. Территорию, занятую подгруппами, после доразбивки считали герпетофаунистическими округами. При этом результаты разбиения приняты только в тех случаях, когда дополнительное деление можно объяснить теми или иными факторами среды. Кроме того, деление на таксоны на обоих уровнях при герпетофаунистической классификации идеализировано, т. е. небольшая часть участков, формально относящихся к иным таксонам, но находящихся в пределах территории, занятой другим таксоном классификации, отнесена к последнему. Еще реже использован сходный прием снижения ранга обедненных фаун [10]. При этом формальная информативность представлений (учтенная классификацией дисперсия матрицы коэффициентов сходства) уменьшается, но их логическая непротиворечивость возрастает.

После идеализации состава провинций рассчитано среднее сходство фауны между ними. На этой матрице с помощью той же программы проведена повторная агрегация, в результате чего из провинций сформированы группы, которые считались подобластями. По матрице коэффициентов сходства фаун подобластей построен граф, на котором четко видна возможность объединения их в три региональные группы подобластей, или региона.

Таким образом, по фауне земноводных и пресмыкающихся Северной Евразии получена иерархическая классификация, представленная регионами, подобластями, провинциями и округами. Эта классификация использована для герпетофаунистического районирования и составления легенды соответствующей карты.

Обычно при районировании анализируемая территория, согласно таксонам классификации, делится на единые участки с замкнутыми границами. Особенность примененного нами метода агрегации заключается в типологическом подходе к классификации, т. е. при его использовании игнорируется хорологическая аксиома – фауны участков объединены по сходству независимо от территориальной смежности. Иногда это порождает таксоны, состоящие из пространственно разобщенных участков (анклавов). Такое районирование считается типологическим.

Перечисляя недостатки реализованных вариантов зоогеографического районирования, обычно упоминают использование формального списочного состава фауны, игнорирование ландшафтной неоднородности территорий и соотношения площадей различных местообитаний, недооценку современных экологических условий среды, провинциальности, региональности и искажающего влияния чуждых (нетипичных) ландшафтных включений [6–9]. Учесть ландшафтные отличия, а в горах даже поясные и провинциальные при мелком и среднем масштабе рассмотрения невозможно. Учет ландшафтных отличий в обилии животных полностью реализуем при изучении и районировании сообществ, а не конкретных фаун. Корректировка списка видов исследователем по своему усмотрению (например, исключение широко распространенных форм) вносит значительный субъективизм в их формирование, хотя при фауногенетических реконструкциях этот прием вполне допустим. В нашем подходе при предварительном делении территории на участки учитывается их зонально-подзональная и провинциальная специфика, хотя при классификации границы зон, подзон и групп провинциальных участков не навязываются объекту изучения. Границы таксонов выявляются по матрице коэффициентов сходства при жестко заданных условиях объединения.

Границы таксонов классификации и зон, подзон, как правило, не совпадают. Поскольку навязывание границ допускается только при первоначальном исходном делении на участки, “точность” проведения границ таксонов классификации ограничена этими условиями.

Таким образом, наш подход свободен от многих недостатков, указанных перечисленными авторами, но только для равнинной части рассматриваемой территории. В горах фауны исходных участков по-прежнему имеют сборный характер (по разным поясам и высотам местности). Однако, как обычно, избавление от одних недостатков порождает другие или потерю некоторых достоинств предыдущего. Так, отказ от проведения границ наименьшей единицы по распределению родов или семейств приводит к некоторой прямолинейности границ таксонов более высокого уровня и так же, как и раньше, искусственно расширяет ареалы у одних видов или сужает у других, поскольку иногда приходится отбрасывать сведения о встречаемости видов, если их ареалы занимают меньше трети выделенного участка в случае, если эти виды не эндемичны.

Использование всех видов земноводных и пресмыкающихся, а не только эндемичных, вполне оправдано, так как задача фауногенетической реконструкции не ставилась, хотя сделана попытка оценить влияние незавершенного послеледникового расселения на общем фоне современных изменений герпетофауны.

Предлагаемое типологическое районирование представляет собой весьма грубую схему, что связано с мелким масштабом карты-основы и относительно крупными размерами участков исходного деления. Поэтому границы таксонов классификации герпетофаун не могут претендовать на высокую степень точности их местоположения. Таким образом, классификация и карта, построенная на ее основе, отражают лишь общие представления о современной неоднородности герпетофауны в пространстве и иллюстрируют концепцию в самом общем виде.

Пространственно-типологические структуры герпетофауны выявлены методом корреляционных плеяд [23] по матрицам средних коэффициентов сходства фаунистических подобластей и провинций. Графы сходства фаун иллюстрируют их основные тренды в

зависимости от ряда структурообразующих факторов среды.

Оценка силы и общности связи факторов среды и фаунистической неоднородности территории рассчитана с помощью линейной качественной аппроксимации (качественного аналога регрессионной модели) [24]. При кластерном анализе выявлена корреляция изменений герпетофауны и ряда факторов среды. Каждый фактор рассматривался по заданным градациям. Например, для провинциальности выделено четыре таких градации: Восточная Европа, Западная Сибирь, Заенисейская Сибирь, Дальний Восток; для зональности – широтные зоны и подзоны растительности от тундр до пустынь. Каждый фактор охарактеризован ноль-единичной матрицей, в которой горизонтальные строки означали территориальные участки, вертикальные – градации факторов среды (единица означает соответствие выделенной градации).

Названия видов даны по Н. Б. Ананьевой с соавторами [земноводных – 19, пресмыкающихся – 20].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

**Герпетофаунистическое районирование.** На территории Северной Евразии в пределах указанных границ выделено 3 герпетофаунистических региона: Северный, Северо-Восточный и Юго-Западный (рис. 1). Второй и третий регионы разделены на две подобласти каждый. В свою очередь, часть подобластей делится на провинции, а некоторые еще и на округа. Полученная в итоге классификация приведена ниже. Названия таксонов сформированы в ней по сторонам света и/или названиям местности. Стороны света – косвенный показатель различий в теплообеспеченности соседних таксонов районирования и отчасти формирования фауны. Названия местности облегчают поиск соответствующих территорий по карте. Они даны по крайним, обычно западным и восточным пограничным точкам и служат лишь маркером при поиске на карте. В отдельных случаях в названии нет указаний на стороны света, когда главным отличием выступает рельеф или островной характер территории. При чтении названий таксонов следует использовать необхо-

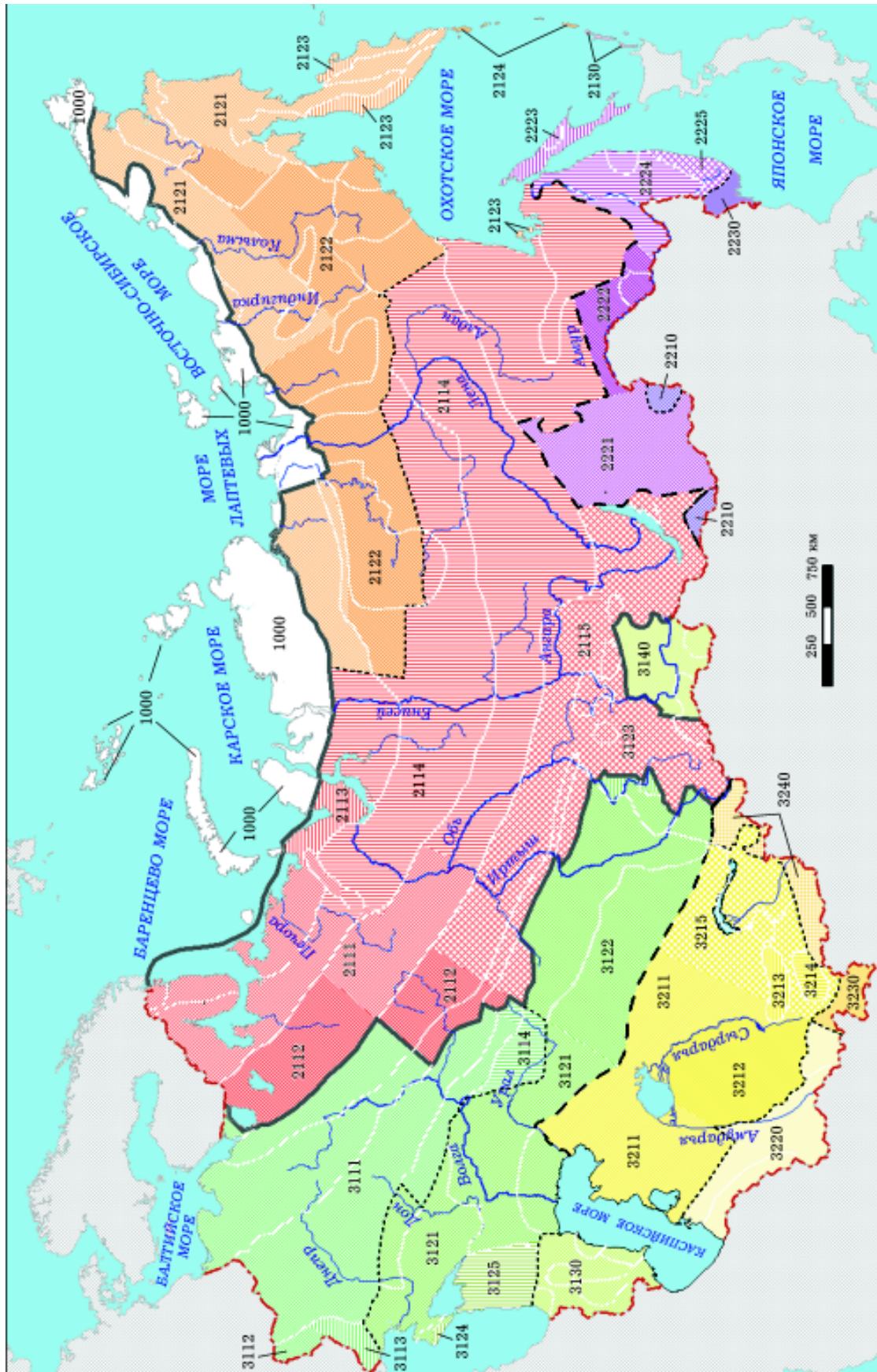
димости весь их набор. Например: 2.1.2.2 – Енисейско-Охотский округ Северо-Восточной (Таймырско-Анадырской) провинции Северной (Карельско-Корякской) подобласти Северо-Восточного (Карельско-Камчатского) региона. Около названий таксонов указаны пять лидирующих видов, перечисленных по убыванию встречаемости, и их доли в процентах, округленные до целых значений. При равной доле виды приведены в алфавитном порядке, что близко случайному отбору. В данном случае это предпочтительнее, чем систематический порядок, при котором лидеры почти всегда будут из числа хвостатых земноводных, а прочих видов не будет в списке вообще. Полный список земноводных и пресмыкающихся будет рассмотрен при их классификации по сходству распространения. После лидеров даны средняя встречаемость (сумма участков, в которых встречены виды, деленная на число участков, вошедших в таксон) и общее количество встреченных видов.

1. **Северный (Арктический) регион** (земноводные и пресмыкающиеся не встречены).
2. **Северо-Восточный (Карельско-Камчатский) регион** (лидируют, % от средней встречаемости – сибирский углозуб 18, живородящая ящерица и сибирская лягушка по 12, остромордая лягушка 8, обыкновенная гадюка 5; средняя суммарная встречаемость, число участков – 5/общее число видов – 47<sup>1</sup>).
- 2.1. **Северная (Карельско-Корякская) подобласть** (сибирский углозуб 20, живородящая ящерица 14, сибирская и остромордая лягушки 13 и 11, обыкновенная гадюка 7; 4/30).
- 2.1.1. **Срединная (Карельско-Охотская) провинция** (живородящая ящерица 17, сибирский углозуб 13, лягушки – остромордая и сибирская 12 и 10, обыкновенная гадюка 9; 6/25).

*Округа:*

- 2.1.1.1 – **Кольско-Обский** (остромордая и травяная лягушки, живородящая ящерица по 22, обыкновенная гадюка 15, серая жаба 7; 5/9);

<sup>1</sup> Далее те же показатели приводятся без наименования.



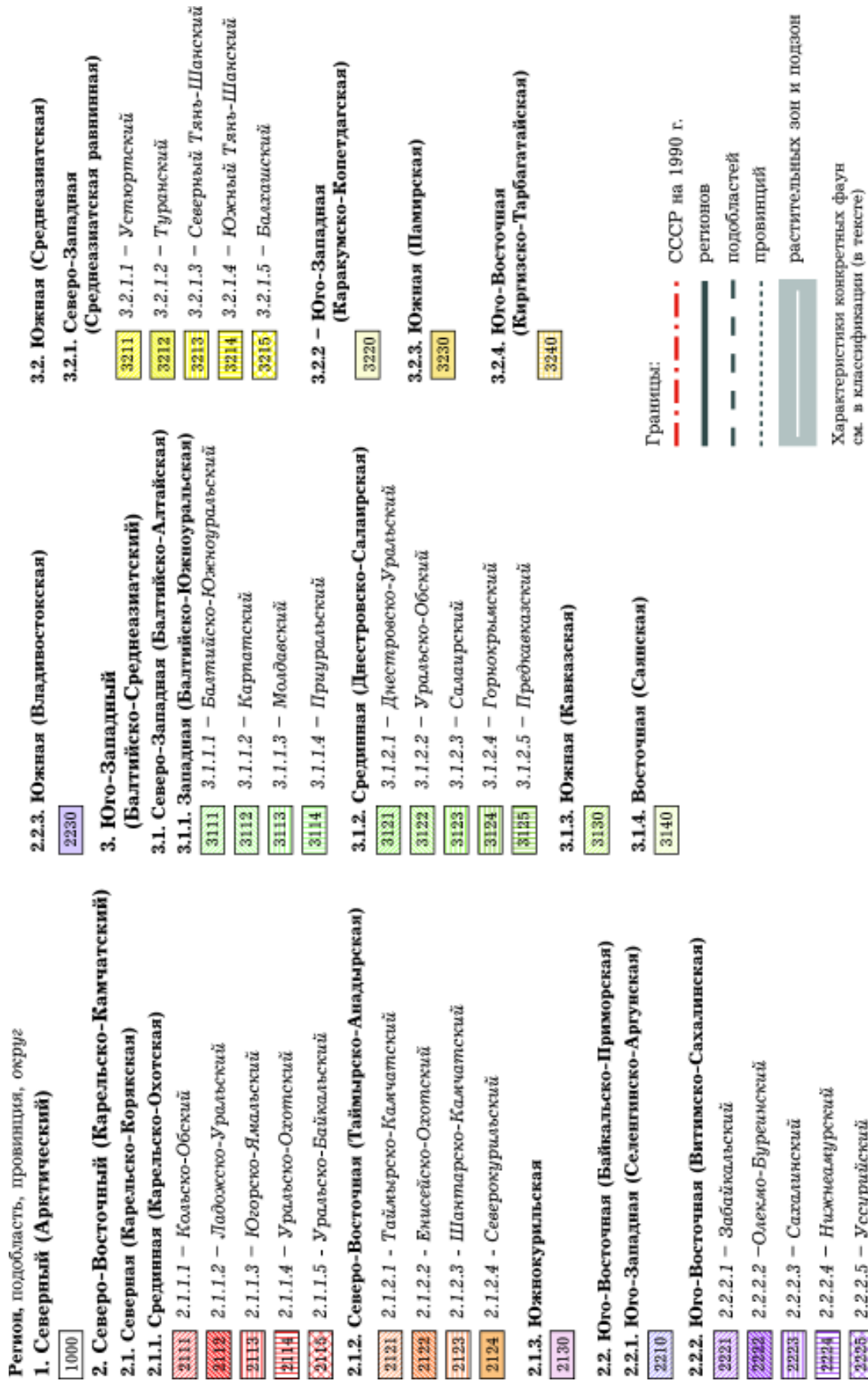


Рис. 1. Герпетофаунистическое районирование Северной Евразии

- 2.1.1.2 – *Ладожско-Уральский* (ломкая веретеница, обыкновенная гадюка, серая жаба, остромордая лягушка и обыкновенный уж по 9; 12/17);
- 2.1.1.3 – *Югорско-Ямальский* (остромордая и травяная лягушки 66 и 33; 2/2);
- 2.1.1.4 – *Уральско-Охотский* (сибирский углозуб и живородящая ящерица по 24, сибирская и остромордая лягушки 20 и 11, обыкновенная гадюка 9; 4/11);
- 2.1.1.5 – *Уральско-Байкальский* (живородящая ящерица 13, серая жаба и остромордая лягушка по 12, обыкновенный уж и прыткая ящерица по 11; 7/19).
- 2.1.2. **Северо-Восточная (Таймырско-Андырская) провинция** (сибирские углозуб и лягушка 66 и 31, сахалинская гадюка и восточный динодон по 1; 2/4).

*Округа:*

- 2.1.2.1 – *Таймырско-Камчатский* (сибирский углозуб 100; 1/1);
- 2.1.2.2 – *Енисейско-Охотский* (сибирские лягушка и углозуб по 50; 2/2);
- 2.1.2.3 – *Шантарско-Камчатский* (сибирский углозуб и сахалинская гадюка 75 и 25; 2/2);
- 2.1.2.4 – *Северокурильский* (восточный динодон и сибирский углозуб по 50; 2/2).
- 2.1.3. **Островная Южнокурильская провинция** (малочешуйчатый, островной и японский полозы, дальневосточный сцинк и сибирский углозуб по 20; 5/5).

- 2.2. **Юго-Восточная (Байкальско-Приморская) подобласть** (сибирский углозуб, сахалинская гадюка и узорчатый полоз по 9, дальневосточная и сибирская лягушки по 7; 10/28).

**Провинции:**

- 2.2.1. **Юго-Западная (Селенгинско-Аргунская)** (монгольская жаба, дальневосточная квакша, сибирская лягушка, узорчатый полоз и обыкновенный щитомордник по 15; 6/7).
- 2.2.2. **Юго-Восточная (Витимско-Сахалинская)** (сахалинская гадюка и сибирский углозуб по 10, дальневосточная лягушка, живородящая ящерица и узорчатый полоз по 8; 10/22).

*Округа:*

- 2.2.2.1 – *Забайкальский* (сахалинская гадюка, монгольская жаба, дальневосточ-

ная квакша, сибирская лягушка, узорчатый полоз по 12; 8/8);

- 2.2.2.2 – *Олекмо-Буреинский* (сахалинская гадюка, дальневосточная и сибирская лягушки, узорчатый полоз, сибирский углозуб по 11; 9/12);
- 2.2.2.3 – *Сахалинский* (сахалинская гадюка, дальневосточные – жаба, жерлянка и квакша, сибирский углозуб по 15; 4/5);
- 2.2.2.4 – *Нижнеамурский* (сахалинская гадюка, дальневосточная лягушка, узорчатый полоз, сибирский углозуб и дальневосточная жаба по 8; 6/7);
- 2.2.2.5 – *Уссурийский* (сахалинская гадюка, амурская долгохвостка, дальневосточные жаба и лягушка, сибирская лягушка по 8; 12/18).

- 2.2.3. **Южная (Владивостокская) провинция** (сахалинская гадюка, краснопопый динодон, амурская и корейская долгохвостки и дальневосточная жаба по 5; 22/22).

3. **Юго-Западный (Балтийско-Среднеазиатский) регион** (прыткая ящерица, обыкновенный уж и зеленая жаба по 5, озерная лягушка 4, обыкновенная медянка 3; 17/123).

- 3.1. **Северо-Западная (Балтийско-Алтайская) подобласть** (прыткая ящерица и обыкновенный уж по 5, зеленая жаба и озерная лягушка по 4, обыкновенная медянка 3; 17/122).

- 3.1.1. **Западная (Балтийско-Южноуральская) провинция** (ломкая веретеница, обыкновенный уж, остромордая лягушка, серая жаба и обыкновенная медянка по 6; 17/33).

*Округа:*

- 3.1.1.1 – *Балтийско-Южноуральский* (ломкая веретеница, остромордая лягушка, обыкновенный уж, серая жаба и прудовая лягушка по 6; 16/24);

- 3.1.1.2 – *Карпатский* (ломкая веретеница, западная степная гадюка, зеленая жаба, желто- и краснобрюхая жерлянки по 6; 16/16);

- 3.1.1.3 – *Молдавский* (ломкая веретеница, зеленая и серая жабы, желто- и краснобрюхая жерлянки по 5; 21/21);

- 3.1.1.4 – *Приуральский* (ломкая веретеница, серая жаба, лягушки – озерная, остромордая и травяная по 8; 12/14).



3.1.2. **Срединная (Днестровско-Салаирская) провинция** (восточная степная гадюка и прыткая ящерица по 7, зеленая жаба, узорчатый полоз, разноцветная ящурка по 6; 12/51).

*Округа:*

3.1.2.1 – *Днестровско-Уральский* (прыткая ящерица 12, восточная степная гадюка, зеленая жаба и узорчатый полоз по 11, разноцветная ящурка 9; 8/24);

3.1.2.2 – *Уральско-Обский* (зеленая жаба, озерная лягушка, обыкновенный уж, болотная черепаха, обыкновенная чесночница по 6; 17/32);

3.1.2.3 – *Салаирский* (восточная степная гадюка, серая жаба, остромордая лягушка, обыкновенный уж по 22, прыткая ящерица 11; 4/5);

3.1.2.4 – *Горнокрымский* (восточная степная гадюка, средиземноморский геккон, зеленая жаба, желтопузик, обыкновенная квакша по 5; 19/19);

3.1.2.5 – *Предкавказский* (ломкая веретеница, гадюки – Казнакова и восточная степная, зеленая и кавказская жабы по 4; 28/28).

**Провинции:**

3.1.3. **Южная (Кавказская)** (озерная и малоазиатская лягушки, зеленая жаба, обыкновенная медянка и водяной уж 3 и по 2; 38/90).

3.1.4. **Восточная (Саянская)** (серая жаба, остромордая лягушка, узорчатый полоз, обыкновенный щитомордник, прыткая ящерица по 14; 7/11).

3.2. **Южная (Среднеазиатская) подобласть** (зеленая жаба 4, быстрая ящурка, озерная лягушка, узорчатый полоз и степная агама по 3; 28/102).

3.2.1. **Северо-Западная (Среднеазиатская равнинная) провинция** (озерная лягушка, зеленая жаба, узорчатый полоз, восточный удавчик и водяной уж по 4; 27/59).

*Округа:*

3.2.1.1 – *Устюртский* (степная агама и восточная степная гадюка, гекконы – гребнепалый, серый и сцинковый по 4; 27/32);

3.2.1.2 – *Туранский* (степная агама, серый варан, гекконы – гребнепалый, каспийский и серый по 2; 41/41);

3.2.1.3 – *Северный Тянь-Шанский* (восточная степная гадюка, пустынный гологлаз, зеленая и среднеазиатская жабы, желтопузик по 5; 19/19);

3.2.1.4 – *Южный Тянь-Шанский* (степная агама, серые варан и геккон, тянь-шанский геккончик, пустынный гологлаз по 4; 23/23);

3.2.1.5 – *Балхашский* (степная агама, пискливый геккончик, зеленая жаба, озерная и центральноазиатская лягушки по 4; 26/34).

**Провинции:**

3.2.2. **Юго-Западная (Каракумско-Копетдагская)** (степная агама, гребнепалый геккон, азиатский гологлаз, гюрза и зеленая жаба по 2; 43/75).

3.2.3. **Южная (Памирская)** (алайский гологлаз, жабы – зеленая, среднеазиатская и таджикская, лягушка Терентьева по 12; 8/8).

3.2.4. **Юго-Восточная (Киргизско-Тарбагатайская)** (восточная степная гадюка, зеленая и среднеазиатская жабы, озерная лягушка и узорчатый полоз по 6; 16/25).

Сопоставляя предлагаемую классификацию герпетофауны Северной Евразии с таковыми наших предшественников, можно отметить следующее. Н. Н. Щербак [25] выделил 4 подобласти: Арктическую, Бореальную Европейско-Сибирскую, Бореальную Гималайско-Маньчжурскую и Аридную Средиземно-Центральноазиатскую, в нашей классификации их пять (табл. 1). При этом первые три в обеих классификациях в значительной степени пересекаются и по сути, и территориально, но границы их, в понимании Н. Н. Щербака и нашем, не совпадают, поэтому подобластям даны другие названия: Арктическая, Северная, Юго-Восточная, Северо-Западная и Южная.

Кроме того, в отличие от Н. Н. Щербака, выделен еще один таксон классификации, промежуточный между областью (Палеарктической) и подобластью. Его можно считать региональной группой подобластей, сокращенно – регионом. Таких регионов выделено три – Северный, Северо-Восточный и Юго-Западный. В первый входит одна, далее неделимая, Арктическая подобласть. Во

Соотношение границ и объемов герпетофаунистических подобластей и их групп в разных классификациях

Н. Н. Щербак [8]	Ю. С. Равкин, И. Н. Богомолова, В. А. Юдкин	
Подобласть	Подобласть	Регион
Арктическая	Арктическая	Северный
Бореальная Гималайско- Маньчжурская	Юго- Восточная	Северо-Восточный
Бореальная Европейско-Сибирская	Северная	
Аридная Средиземно- Центральноазиатская	Северо-Западная	Юго-Западный
	Южная	

второй включены две подобласти: Северная и Юго-Восточная и в третий тоже две – Северо-Западная и Южная. Последний регион по смыслу и территориально почти совпадает с Аридной Средиземно-Центральноазиатской подобластью, выделенной Н.Н. Щербаком.

Таким образом, несовпадения с его делением (на уровне подобласти) и нашим (на уровне подобласти и группы подобластей вместе) касаются иерархии таксонов и их границ. Так, Арктические подобласти в обеих классификациях совпадают лишь частично. Проведение границ первой подобласти как Н. Н. Щербаком, так и нами в равной мере неопределенно как с биологической, так и с чисто математической точек зрения. Это связано с неопределенностью понятия нуля и сходства нулевых вариантов [26]. С одной стороны, для биолога “нет” и “есть” (даже в очень небольшом количестве) – понятия, четко различающиеся, и проведение границы в этом случае вполне оправдано. С другой стороны, при вычитании разница между нулем и бесконечно малой величиной ничтожна и, как правило, недостоверна из-за редкости событий, поэтому ею можно пренебречь. Еще неопределеннее в этом случае оценка сходства. Деление на ноль дает бесконечность при любом числителе, поэтому все нулевые варианты абсолютно похожи по отсутствию объекта, т. е. сходство можно считать стопроцентным. Однако сходство нулевого варианта и бесконечно малой величины, не смотря на изложенные выше соображения,

формально равно нулю из-за полного отсутствия пересечения значений. Поэтому в данном случае есть только один конвенционный выход: условно принять один из абсолютно противоречивых вариантов – нулевого или стопроцентного сходства. Сходство нулевых вариантов в наших расчетах принято стопроцентным, а нулевым – их сходство с участками с очень низким обилием хотя бы одного из видов земноводных или пресмыкающихся. Наши предшественники [7, 25, 27] интуитивно были сторонниками второго подхода, при котором ноль и бесконечно малая величина считались значимо сходными значениями. Разница в этих подходах определяет не только положение южной границы Арктической подобласти, но и включение фауны субарктических тундр в Бореальную Европейско-Сибирскую подобласть, или отдельно в Западную и Восточную “лесные зоны”, или, наконец, Северную и Северо-Восточную подобласти. В данной работе на первом шаге анализа все участки, где земноводные и пресмыкающиеся не встречены, были исключены из расчетов. Они использованы только при оценке информативности классификаций, расчетах силы и общности связи неоднородности герпетофауны и факторов среды, а также в итоговой классификации.

Бореальная Гималайско-Маньчжурская и Юго-Восточная подобласти по смыслу тоже очень близки, хотя северные границы их совпадают не везде, поскольку по сходству

герпетофауны часть Бореальной Европейско-Сибирской подобласти мы относим к Юго-Восточной. Северная граница Северо-Западной подобласти, в нашем понимании, смещена к северу. Эта подобласть включает и некоторые северные территории Аридной Средиземно-Центральноазиатской подобласти, выделенной Н. Н. Щербаком. Этим автором западная часть Украины, в том числе Карпаты и Закарпатье в пределах границ СССР 1990 г., отнесена к Бореальной Европейско-Сибирской подобласти, а нами – к Северо-Западной. Причины этих различий связаны, скорее всего, с тем, что Н. Н. Щербаком границы проведены в большей степени по пределам распространения эндемичных и специфических видов, в то время как нами – жестко по итоговому сходству конкретных фаун.

Наша схема районирования и выполненная П. В. Терентьевым и С. А. Черновым [7] существенно различаются. Последние выделяют подобласти и районы, ранг которых ближе всего к провинциям или подобластям в нашем понимании. Поэтому далее, для сравнимости, будем называть их тоже провинциями. Первой из них авторы считают территорию тундровой зоны. Вторая и третья провинции, согласно этим авторам, включают, соответственно, западную и восточную части лесной зоны, хотя дальневосточная часть ее представлена как самостоятельная провинция и подобласть. При этом граница между второй и третьей провинциями проходит по Енисею. Значение этой границы усилено в связи с неполнотой знаний о распределении земноводных к моменту проведения исследований. Тогда считалось, что до Енисея встречается травяная лягушка, а далее к востоку – сибирская. На самом деле травяная лягушка едва переходит Урал на севере и юге, а в Западной Сибири встречается в основном остромордая, хотя по поймам отмечена и сибирская лягушка. При этом первая по югу доходит на восток до Байкала, а вторая к западу встречается за Иртышом. Поэтому границу выделенных нами Срединной и Северо-Восточной провинций (судя по сходству фауны) следует провести на северо-востоке: сначала чуть дальше Енисея, затем опустить ее к югу до Северного полярного круга, потом еще к югу примерно по 150° восточной долготы и у 60° северной

широты вывести ее к Охотскому морю. Юго-Восточная подобласть нашей классификации включает две провинции, выделенные П. В. Терентьевым и С. А. Черновым, – “Степи Забайкалья” и “Дальний Восток”, при этом первая из них на нашей карте представлена двумя анклавами, которые разделены таежными ландшафтами Забайкалья. Кроме того, эти авторы выделяют в качестве провинции всю территорию гор Средней Азии, а мы делим эту часть на несколько отдельных провинций. Они в том же качестве подчеркивают также самостоятельность горной части Крыма и Карпат, отличия которых, по нашим расчетам, лишь для последних достигают ранга округа. Камчатка и северные Курилы, вынесенные этими авторами в отдельную провинцию, по нашим представлениям, должны быть отнесены к Северо-Восточной провинции, но к трем разным округам.

Упомянутые исследователи, в отличие от нас, не выделяют на территории провинции “западная лесная зона” ее северо-западной части, которая должна быть, исходя из формализованного анализа, самостоятельной подобластью. При этом П. В. Терентьев и С. А. Чернов выделяют из нее лишь Горный Крым и Кавказ. Наряду с выделенными этими авторами провинциями “Зона степей” и всеми равнинными среднеазиатскими территориями она образует Юго-Западный регион. Почти полностью совпадают на обеих схемах лишь Среднеазиатские провинции, Кавказ, “Степи Забайкалья” и “Южные Курильские острова”.

А. М. Никольский [27] приводит две классификации герпетофауны Северной Евразии (Российской империи). Они иерархически не связаны. Первая носит в основном региональный характер с элементами провинциальности. В ней автор, с учетом неоднородности герпетофауны, делит всю территорию на 5 регионов: 1 – Европейская Россия; 2 – Сибирь; 3 – Кавказ; 4 – Туран и 5 – Уссурийский край. Первый регион разделен на две провинции (Западную и Восточную) с границей по Западной Двине и Днепру, второй – также с границей по Лене и Байкалу. Кавказ подразделяется тоже на две провинции: Северный Кавказ и Закавказье (Восточное и Западное – по Суранскому перевалу). Туранский регион включает три провинции: 1 – Закаспийскую,

2 – Туркестанскую, в том числе Бухарские владения, и 3 – Тургайские и Акмолинские степи, полупустыни и пустыни.

Вторая классификация носит зональный характер и включает подобласти: 1 – Тундру (равнинную и горную); 2 и 3 – Европейскую и Сибирскую тайгу; 4 и 5 – Лиственные леса Европы и Сибири и с таким же делением 6 и 7 – Степи. Кроме того, А. М. Никольский выделяет Маньчжурскую и Средиземноморскую подобласти. Последняя разделена на Крым, Кавказ и Туран. Кавказ разделен на 11 округов.

Итак, А. М. Никольский [27] в своих двух классификациях герпетофауны считал равнозначными зональные (поясные) и провинциальные (региональные) отличия. Он провел три провинциально-региональные границы: по Западной Двине и Днепру, по Уралу и по реке Лене и Байкалу. Позднее П. В. Терентьев и С. А. Чернов [7] понизили их ранг и оставили лишь две границы – по Енисею и отделили Дальний Восток, включив эту территорию в “зону” тундры. При этом они “вписали” енисейскую границу в лесную зону. Н. Н. Щербак [25] восстановил почти все границы, проведенные А. М. Никольским [27], кроме Двинско-Днепровской, и ввел еще одну, выделяющую Европейское Приуралье как подпровинцию. Однако он понизил их ранг до уровня провинции, подпровинции или района (за исключением дальневосточной части Арктической подобласти). Таким образом, он вписал границы А. М. Никольского в рамки подобластей. Эти изменения увеличили информативность схем сначала на 4 % учетной дисперсии, потом еще на 7 % (считая по матрице коэффициентов сходства участков нашего разделения территории).

Аналогичными методами ранее выполнено орнитофаунистическое районирование и проведены оценки информативности составленной классификации и связи с факторами среды [13]. Сопоставление карт районирования показывает, с одной стороны, значительное сходство неоднородности фаун рассмотренных классов животных, с другой – четкие отличия в ней. Так, количество подобластей, выделенных по фауне птиц, почти равно таковому по земноводным и пресмыкающимся (6 и 5, если не считать орнитофауны внутренних водоемов). Но следует отметить,

что по птицам подобласти выявляются при первом разбиении, а по земноводным и пресмыкающимся – только после повторной агрегации, что свидетельствует о большей разнородности герпетофауны по сравнению с фауной птиц. Состав подобластей при сходстве направлений изменчивости и значительном территориальном перекрывании существенно различается. Так, выделенная по птицам Островная полярная подобласть и северная часть Тундровой равнинной объединены по герпетофауне в единую Арктическую подобласть.

Земноводные и пресмыкающиеся в отличие от птиц отсутствуют на большинстве северных тундровых и полярно-пустынных территорий, поскольку среди холоднокровных позвоночных нет видов, адаптированных к этим дефицитным по теплообеспеченности территориям. Кроме того, земноводные и пресмыкающиеся не столь мобильны, как птицы, и не могут использовать эти территории только в летнее, относительно комфортное время. Земноводные могут жить в летних условиях в большинстве типичных тундр, но они не в состоянии здесь размножаться из-за недостаточности суммы эффективных для размножения температур.

В Температную подобласть по орнитофауне вместе с южной частью Тундровой рав-

Т а б л и ц а 2

**Информативность герпетофаунистического (1), зоогеографического (2), биогеографического (3) и ландшафтного районирования (4) по отношению к неоднородности герпетофауны исследованной части Северной Евразии**

Характер районирования (1–4), автор	Учетная дисперсия, %	Коэффициент корреляции
1. Ю. С. Равкин, И. Н. Богомолова, В. А. Юдкин	73	0,85
1. Н. Н. Щербак [25]	34	0,58
1. П. В. Терентьев, С. А. Чернов [7]	27	0,52
2. И. И. Пузанов [2]		
1. А. М. Никольский [27]	23	0,48
3. Н. Ф. Реймерс [28]	19	0,44
3. В. Г. Мордкович [30]		
4. А. П. Кузякин [29]	18	0,42

нинной и Подгольцовой подобластями входят Северо-Западная и Срединная провинции, выделенные по герпетофауне. Муссонная подобласть по фауне птиц и Южная провинция герпетофаунистического районирования совпадают в принципе и по расположению. То, что по птицам и герпетофауне выделяется в качестве провинций, может в этих классификациях входить в разные подобласти и регионы. Последние, правда, по птицам не выделены. Гольцово-подгольцовая подобласть выделена только по орнитофауне и полностью входит по земноводным и пресмыкающимся в Северо-Восточную провинцию Северной подобласти. Это связано с тем, что среди птиц есть специфичные северные горные виды, а в герпетофауне таких нет. Южная (Среднеазиатская) подобласть Юго-Западного региона по земноводным и пресмыкающимся и Пустынная подобласть по птицам почти полностью совпадают.

Кроме того, при сопоставлении карт районирования сравниваемых групп животных обращает на себя внимание большая степень взаимопроникновения подобластей и провинций по фауне земноводных и пресмыкающихся, чем по птицам. Это связано с большей экологической разнородностью птиц, большим их видовым богатством и, в частности, числом экологически пластичных, широко распространенных видов. Поэтому проникновение отдельных видов в подобластные и провинциальные конкретные фауны нередко становится незначимым из-за широко распространенных видов в фауне птиц и проявляется у земноводных и пресмыкающихся. В целом же можно считать, что закономерности фаунистической неоднородности в общем виде сходны у рассмотренных групп позвоночных. Однако, несмотря на одинаковый для них список структурообразующих факторов среды, в организации фауны

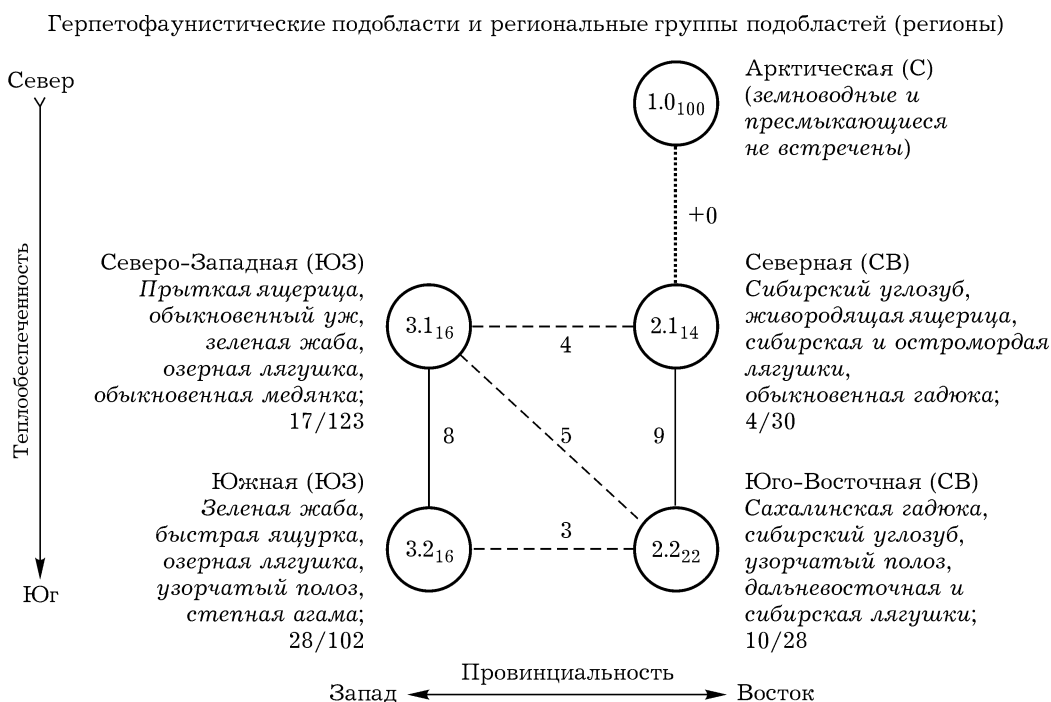


Рис. 2. Пространственно-типологическая структура герпетофауны Северной Евразии на уровне подобласти.

Внутри значков приведены номера таксонов соответствующей классификации, индексом обозначено внутрigrупповое сходство. Непрерывные линии между значками означают существенное сверхпороговое сходство, прерывистые – слабое, пунктирные – предполагаемое. Около линий приведено межгрупповое сходство, около значков – три лидирующих по встречаемости вида, суммарная средняя встречаемость по участкам/общее количество видов земноводных и пресмыкающихся. Названия провинций, подобластей и регионов можно дополнить по сторонам света: С – север, Ю – юг, З – запад, В – восток. Например: ЮЗ (ЮВ) – Юго-Западная провинция Юго-Восточной подобласти. Стрелки около перечня основных структурообразующих факторов среды указывают направление увеличения их влияния и герпетофаунистические тренды

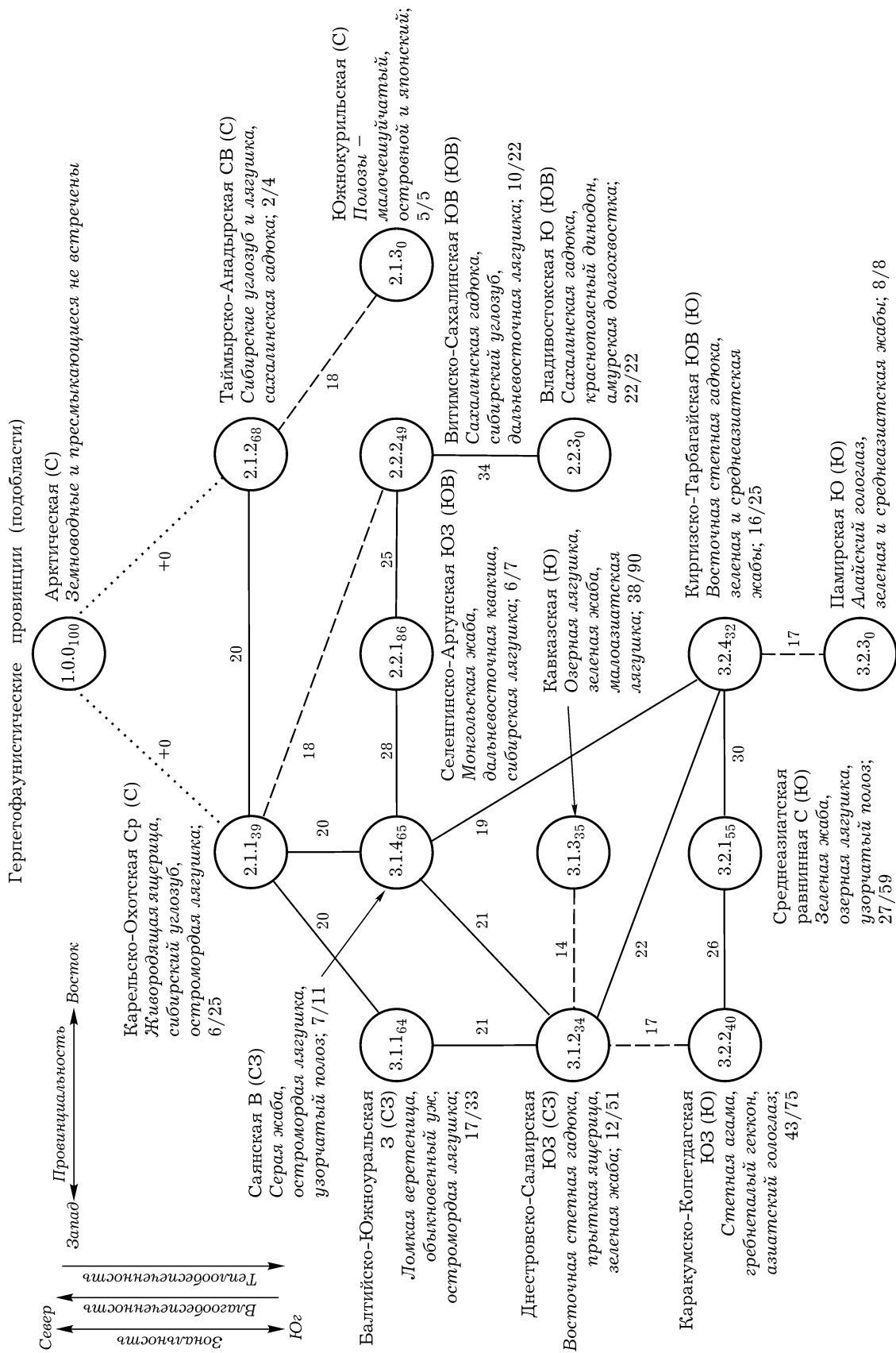


Рис. 3. Пространственно-типологическая структура герпетофауны Северной Евразии на уровне провинции.

Усл. обозначения как на рис. 2

четко видно большее соответствие фаунистической неоднородности у птиц отдельно взятым факторам среды, а у земноводных и пресмыкающихся – их сочетаниям (природным режимам). Это тоже связано с большей экологической неоднородностью птиц. Земноводные и пресмыкающиеся из-за значительного экологического сходства одинаково реагируют на разные лимитирующие факторы, как, например, земноводные на дефицит тепла и влаги.

Степень совпадения предлагаемого нами герпетофаунистического деления части Палеарктики с неоднородностью фауны земноводных и пресмыкающихся этой территории в 2–4 раза больше, чем схем, предложенных ранее, как герпетофаунистического районирования, так и зоо- и биогеографического и ландшафтного (табл. 2).

#### ПРОСТРАНСТВЕННО-ТИПОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И ОРГАНИЗАЦИЯ ГЕРПЕТОФАУНЫ

Структуры герпетофауны указанной части Северной Евразии выявлены на уровне подобластей и провинций (при пороге значимости сходства выше 3 и 20 единиц; рис. 2 и 3). Первая схема показывает меньшее сходство между фауной регионов и большее – между подобластями, относящимися к одним и тем же регионам (в среднем втрое). Оба графа сходства так же, как карта, четко иллюстрируют влияние зональности (отличий в

тепло- и влагообеспеченности в направлении север – юг) и провинциальности (изменения континентальности от океанов в глубь материка и незавершенного послеледникового расселения). При этом средняя суммарная встречаемость и видовое богатство по подобластям и провинциям уменьшаются к северу, востоку, а на уровне провинции – еще и с подъемом в горы. Исключение по видовому богатству прослеживается в Северной подобласти Северо-Восточного региона по отношению к Юго-Восточной подобласти. Здесь влияние континентальности сказывается сильнее. Правда, это отклонение не меньше связано и со значительной площадью Северной подобласти, протянувшейся широкой полосой от Кольского полуострова до побережья Охотского моря.

Наибольшее влияние на неоднородность герпетофауны оказывает теплообеспеченность. Ею можно объяснить 36 % дисперсии коэффициентов сходства (табл. 3). Частично скоррелированные с нею зональность и провинциальность при индивидуальной оценке объясняют в 1,5 и 2,2 раза меньшую часть неоднородности герпетофауны. Послеледниковым расселением можно объяснить в 2,8 раз меньшую часть дисперсии фауны, чем теплообеспеченностью<sup>2</sup>. Совсем невелики в среднем по территории сила и общность связи с поясностью. Всеми перечисленными факторами объясняется 44 % дисперсии коэффициентов сходства конкретных герпетофаун, т. е. доля приращения за счет всех прочих факторов к влиянию теплообеспеченности составляет всего 8 % дисперсии. Со структурными и классификационными режимами можно связать 69 и 73 % дисперсии, а общая информативность представлений составляет 84 %, что примерно равно коэффициенту множественной корреляции 0,92. Таким образом, объяснение фаунистической неоднородности герпетофауны Северной Евразии весьма информативно – примерно на 84 % ее изменения удастся связать с весьма ограниченным числом факторов современных условий среды и послеледниковым расселением животных.

<sup>2</sup> При оценке влияния послеледникового расселения принято, что с ним связаны все отличия герпетофауны восточных и западных участков в пределах Северной подобласти и Западной провинции Северо-Западной подобласти.

Т а б л и ц а 3

#### Сила и общность связи факторов среды и герпетофаунистической неоднородности Северной Евразии

Фактор, режим	Учтенная дисперсия, %
Теплообеспеченность	36
Зональность, подзональность	24
Провинциальность	16
Послеледниковое расселение	13
Поясность	3
Все факторы	44
Режимы: классификационные	73
структурные	69
Все режимы	76
Всего	84
Коэффициент множественной корреляции	0,92

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За прошедшее столетие неоднократно предпринимались попытки совершенствования герпетофаунистического районирования Северной Евразии. При этом сначала считали, что наибольший вклад в пространственную неоднородность фауны земноводных и пресмыкающихся, как, впрочем, и остальных животных, вносят исторические изменения в их распространении. Затем стали доминировать представления, что на исследуемой территории основные отличия фауны связаны с зональностью, высотной поясностью, и результаты районирования связывали с разницей в этих подходах. Позднее сложилось мнение, что использование формализованных методов разделения конкретных фаун устранил различия разных схем за счет количественных оценок сходства. Однако субъективизм, связанный с выбором меры сходства, алгоритма классификации и размеров наименьшей территориальной единицы рассмотрения, все равно остается, и сопоставимость достигается лишь при равных в этом плане условиях. Увеличение информативности классификаций, судя по учтенной дисперсии матрицы коэффициентов сходства, с 1905 к 1949 г. составило 4 %, а к 1981 г. – еще 7 %. Предлагаемое нами разделение, полученное с помощью кластерного анализа, дало приращение информативности сразу еще на 39 %. При в общем сходном делении территории по герпетофауне увеличение информативности представлений связано с тем, что с помощью избранного способа классификации выявлен результат интегрального воздействия уменьшения теплообеспеченности к северу (зональности) и от океанов внутрь материка (континентальности). Это, как правило, приводит к диагональному смещению границ почти всех таксонов классификации фауны земноводных и пресмыкающихся с северо-запада на юго-восток относительно не только растительных зон и подзон, но и сумм эффективных температур воздуха [31]. При этом провинциальность определяется преимущественно зимними температурами. По мнению А. В. Алфимова и Д. И. Бермана, распределение ряда пойкилотермных животных лимитируется условиями их зимовки, в частности абсолютными го-

довыми минимумами температур воздуха и мощностью снежного покрова, т. е. минимумами температур в местах зимовки [32, личное сообщение]. Судя по Агроклиматическому атласу мира [33], направленность полос со сходными значениями минимальных температур воздуха имеет провинциальный характер со смещением к юго-востоку. Такое же проведение границ при герпетофаунистическом районировании втрое эффективнее, чем по зонально-подзональным рубежам, и в 4,5 раза и более по сравнению с использованием представлений о провинциальности в границах, расположенных с севера на юг. Совместное, но не интегрированное использование представлений о зональности и провинциальности аппроксимирует 37 % дисперсии матрицы коэффициентов сходства герпетофауны Северной Евразии. Множественное интегральное отображение (в виде режимов как классификационных и структурных сочетаний) учитывает 76 %, что примерно равно коэффициенту корреляции 0,87. Это позволяет утверждать, что достигнутая полнота объяснения достаточно велика, хотя полученные представления не включают характеристик исторического хода формирования герпетофауны указанной территории.

Исследования, послужившие основой настоящего сообщения, поддержаны проектом РАН № 234. Авторы искренне признательны Н. Б. Ананьевой, Д. И. Берману, В. В. Боброву, В. Г. Ищенко, В. Н. Курановой и Е. С. Равкину за помощь, оказанную при написании статьи, и плодотворное ее обсуждение.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дарлингтон Ф. Зоогеография. М.: Мир, 1966.
2. Пузанов И. И. Зоогеография. М., 1938.
3. Бобринский Н. А. Животный мир и природа СССР. М., 1961 и 1967.
4. Северцов Н. А. О зоологических областях внутропических частей нашего материка // Изв. Русского геогр. об-ва. СПб., 1877. Т. XIII.
5. Гептнер В. Г. Общая зоогеография. М.; Л.: Биомедгиз, 1936.
6. Кучерук В. В. Опыты анализа развития взглядов русских зоогеографов на расчленение Палеарктики // Труды МОИП. Отд. Биол. Т. 48. Основные проблемы териологии. М.: Наука, 1972. С. 150–176.
7. Терентьев П. В., Чернов С. А. Определитель пресмыкающихся и земноводных. М.: Советская наука, 1949.



8. Щербак Н. Н. Основы герпетологического районирования территории СССР // Вопросы герпетологии. Л.: Наука, 1981. С. 157–158.
9. Матюшкин Е. Н. Избранные труды. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2005.
10. Bobrov V. V. Amphibian Zoogeographical Regions of the Former Soviet Union // Advances in Amphibian Research in the Former Soviet Union. Vol. 1. Sofia-Moscow: PENSOFT Publishers, 1996. С. 201–208.
11. Кузьмин С. Л. Земноводные бывшего СССР. М.: Товарищество научных изданий КМК, 1999.
12. Бобров В. В., Алещенко Г. М. Схема герпетологического районирования России и сопредельных стран // Вопросы герпетологии. Пушино; Москва, 2001. С. 31–34.
13. Блинова Т. К., Равкин Ю. С. Орнитофаунистическое районирование Северной Евразии // Сиб. экол. журн. 2008. Т. 15, № 1. С. 101–121.
14. Чернов Ю. И. Экология и биогеография. М.: Товарищество научных изданий, 2008.
15. Чернов Ю. И. Природная зональность и животный мир суши. М.: Мысль, 1975.
16. Равкин Ю. С., Ливанов С. Г. Факторная зоогеография. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 2008.
17. Карта растительности мира. Гл. управл. геодезии и картографии при Совете Министров СССР. М., 1972.
18. Блинова Т. К. Типология орнитофауны Северной Евразии // Орнитологические исследования в Северной Евразии. Ставрополь: Изд-во Ставропольского ун-та, 2006. С. 80–83.
19. Ананьева Н. Б. и др. Земноводные и пресмыкающиеся. Энциклопедия природы России. М.: АБР, 1998.
20. Ананьева Н. Б. и др. Атлас пресмыкающихся Северной Евразии. СПб., 2004.
21. Трофимов В. А. Модели и методы качественного факторного анализа матрицы связи // Проблемы анализа дискретной информации. Новосибирск, 1976. Ч. 2. С. 24–36.
22. Трофимов В. А., Равкин Ю. С. Экспресс-метод оценки связи пространственной неоднородности животного населения и факторов среды // Количественные методы в экологии животных. Л., 1980. С. 113–115.
23. Терентьев П. В. Метод корреляционных плеяд // Вестник Ленинградского ун-та. Сер. биол. 1959. № 9. С. 137–141.
24. Равкин Ю. С. Птицы лесной зоны Приобья. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1978.
25. Scherbak N. N. Grundzuge einer herpetogeographischen Gliederung der Palaäarktis // Vertebrata Hungarica. 1982. Bd. 21. S. 227–239.
26. Равкин Ю. С. Пространственно-типологическая организация животного населения Западно-Сибирской равнины (на примере птиц, мелких млекопитающих и земноводных) // Зоол. журн. 2002. Т. 81, № 9. С. 1116–1184.
27. Никольский А. М. Пресмыкающиеся и земноводные Российской империи. Записки Императорской Академии наук, VIII серия по физико-математическому отделению. СПб., 1905. Т. XVII, № 1.
28. Реймерс Н. Ф. Природопользование. М., 1990. С. 562–565.
29. Кузякин А. П. Зоогеография СССР // Ученые зап. МОПИ им. Н. К. Крупской. М., 1962. Т. 109, вып. 1. С. 3–182.
30. Мордкович В. Г. Основы биогеографии. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2005.
31. Суммы температур воздуха за период с устойчивой температурой выше 10° // Климатический атлас СССР. М., 1960. Т. 1. С. 57–58.
32. Алфимов А. В., Берман Д. И. Два полюса холода под снежным покровом Евразии // Природа. 2006. № 6. С. 27–33.
33. Агроклиматический атлас мира. М.; Л., 1972.

## Herpetofaunistic Zoning of Northern Eurasia

Yu. S. RAVKIN, I. N. BOGOMOLOVA, V. A. YUDKIN

*Institute of Systematics and Ecology of Animals SB RAS  
630091, Novosibirsk, Frunze str., 11  
E-mail: zm@eco.nsc.ru*

For the purpose of zoning with respect to the fauna of Amphibia and Reptiles, Northern Eurasia within the boundaries of the USSR in 1990 was separated into 245 regions over the vegetation map scaled 1 : 20 000 000 so that each region occupied the territory of natural sub-zone extended by 10° in the longitudinal direction. For each region, a list of species met there was compiled over the natural habitats of Amphibia and Reptiles. Using these lists, we calculated the Jacquard quotients of similarity and performed the cluster analysis of the herpetofauna of the allotted regions. On the basis of these results, a hierarchical classification was arranged. It includes 3 herpetofaunistic regions divided into 5 subregions; some of them are further divided into 13 provinces; some of the latter are divided into 32 districts. Environmental factors correlating with the faunistic heterogeneity of the territory under investigation were revealed.

The proposed division is 2–4 times more informative than the previously developed schemes and takes into account 73 % of the dispersion of similarity coefficients for the faunas of specific regions (the coefficient of multiple correlation is 0.85). Connection with environmental factors and natural regimes may explain 84 % of the fauna heterogeneity (correlation coefficient is 0.92).

**Key words:** zoning, fauna, Amphibia, Reptiles, Palaearctic, Northern Eurasia, cluster analysis, factors, correlation.