

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ, ЛАНДШАФТОВЕДЕНИЕ И ГЕОМОРФОЛОГИЯ

УДК 581.9

DOI 10.17072/2079-7877-2018-2-5-17

О РАЗЛИЧИЯХ РЕЗУЛЬТАТОВ ФЛОРО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ ПО ВИДАМ, РОДАМ И СЕМЕЙСТВАМ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ***Юрий Соломонович Равкин**

Scopus ID: 6506414818, WoS ID: N-9047-2014, ORCID ID: 0000-0002-9761-6455, Author ID: 78031

e-mail: zm@eco.nsc.ru

*Институт систематики и экологии животных СО РАН, Новосибирск,**Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск***Ирина Николаевна Богомолова**

SPIN-код: 1996-3881, Author ID: 83762

e-mail: i3335907@mail.ru

*Институт систематики и экологии животных СО РАН, Новосибирск***Сергей Михайлович Цыбулин**

ORCID ID: 0000-0002-5063-1797, SPIN-код: 2138-2471

e-mail: tcsm_tomsk@mail.ru

*Институт систематики и экологии животных СО РАН, Новосибирск***Светлана Витальевна Чеснокова**

ORCID ID: 0000-0002-1379-8352

e-mail: tchsvet@mail.ru

Институт систематики и экологии животных СО РАН, Новосибирск

Выполнено сравнительное районирование Северной Евразии по ареалам 536 видов древесных растений на уровне вида, рода и семейства. По видам древесных растений граница между Юго-Западным и Северо-Восточным регионами проходит диагонально с северо-запада на юго-восток от Финского залива Балтийского моря до Алтая. Это связано с современным этапом колебательного процесса продвижения широколиственных пород к северу и востоку при потеплении климата и отступлении их в обратном направлении при похолодании, а также с современными различиями в гидротермическом режиме. По родам и семействам границы регионов гораздо ближе к зональным, хотя проникновение большинства видов указанных растений в соседние зоны и подзоны значительно. Причем внутри регионов достаточно четко видна диагональность границ подобластей. Подразделение территории на подобласти на уровне рода и семейства очень сходно. Провинциальное деление различается больше. При районировании по родам минимальное число провинций свойственно Северо-Восточной подобласти. При этом выявлено анклавное объединение в единую подобласть восточно-европейских, южных восточно-сибирских и дальневосточных территорий. Кроме того, анализ по родам дает основание для выделения достаточно представительной Крымско-Кавказской подобласти, в то время как по видам и семействам примерно такое же подразделение представлено лишь в качестве провинции. По средней матрице сходства (по видам и родам, взятым вместе после нормирования на минимум) составлена классификация, отражающая основные особенности неоднородности флоры древесных растений одновременно на том и другом уровнях систематического деления.

Ключевые слова: районирование, древесные растения, кластерный анализ, факторы, корреляция, Северная Евразия.

© Равкин Ю.С., Богомолова И.Н., Цыбулин С.М., Чеснокова С.В., 2018

* Исследования, послужившие основой для настоящей статьи, выполнены по программе ФНИ государственных академий наук на 2013–2020 гг., проект № АААА-А16-1161214101 и частично - в рамках «Программы конкурентоспособности Томского государственного университета»

DIFFERENCES IN RESULTS OF FLORO-GEOGRAPHICAL ZONING OF NORTHERN EURASIA BY THE SPECIES, GENERA AND FAMILIES OF WOODY PLANTS**Yuri S. Ravkin**

Scopus ID: 6506414818, WoS ID: N-9047-2014, ORCID ID: 0000-0002-9761-6455, Author ID: 78031

e-mail: zm@eco.nsc.ru

*Institute of Systematics and Ecology of Animals, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences***Irina N. Bogomolova**

SPIN-code: 1996-3881, Author ID: 83762

e-mail: i3335907@mail.ru

*Institute of Systematics and Ecology of Animals, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences***Sergey M. Tsybulin**

ORCID ID: 0000-0002-5063-1797, SPIN-code: 2138-2471

e-mail: tcsm_tomsk@mail.ru

*Institute of Systematics and Ecology of Animals, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences***Svetlana V. Chesnokova**

ORCID ID: 0000-0002-1379-8352

e-mail: tchsvet@mail.ru

Institute of Systematics and Ecology of Animals, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

A comparative zoning of Northern Eurasia was performed on the areas of 536 species of woody plants at the level of species, genus and family. At the level of species, three regions were identified, at the levels of genus and family – three and four ones respectively, which were further divided into sub-areas and the province. For the species of woody plants, the border between South-Western and North-Eastern regions runs diagonally from the Northwest to the Southeast, from the Gulf of Finland to the Altai Mountains. For genera and families, the boundaries between the regions are much closer to the zonal boundaries, although the penetration of most types of these plants into adjacent zones and subzones is significant. The classification based on the average similarity matrix (for species and genera taken together after min rationing) reflects the main features of the woody plants flora heterogeneity at both levels of the systematic separation simultaneously.

Keywords: zoning, woody plants, cluster analysis, factors, correlation, Northern Eurasia.

Введение

Предлагаемая вниманию читателей статья посвящена результатам решения исключительно методической вспомогательной задачи. Окончательная цель цикла таких работ состоит в проведении единого флоро-фаунистического районирования Северной Евразии (в пределах СССР в границах 1991 г.). Поэтому исследования проведены сначала по имеющимся спискам видов эталонных групп животных и растений с последующим объединением их для анализа в единую совокупность. Решение этой задачи ни в коей мере не преследует цели замены существующих частных представлений. Это лишь апробация приёмов, разработанных при изучении пространственной неоднородности животного населения, а также рецентных флор и фаун, без анализа исторических путей их формирования. Поэтому все виды – аборигенные, эндемичные, расселившиеся естественными или искусственными способами, узко или широко распространённые, считались при анализе равнозначными. Проведённое разделение выполнено по результатам кластерного анализа и никакие другие соображения на этот счёт для решения поставленной задачи во внимание не принимались. Реализация единого флоро-фаунистического районирования начата с фауны наземных позвоночных, распределение которых наиболее изучено. Традиционно территориальную изменчивость фауны изучали по отдельным классам позвоночных и хорошо изученным группам беспозвоночных на уровне видовой дифференциации. Флору исследовали, как правило, на уровне сосудистых растений в целом. При решении поставленной нами задачи для сравнимости совершенно необходимы единые подходы и алгоритмы классификации, одинаковая оценка сходства списков и единообразное предварительное разделение территории на участки. Конкретная цель проведенного исследования – выявление и анализ различий в результатах районирования части территории Северной Евразии по совокупности деревьев, кустарников и кустарничков в зависимости от систематического уровня предварительного разделения на виды, роды и семейства. В качестве основного источника информации об ареалах нами использованы сведения из базы данных портала «БиоДат» [2].

Обобщение материалов по древесным растениям выполнено в нем Ю.И. Макеевой. В частности, ею использована публикация Ю.Д. Нухимовской и др. [10]. Сведения по флоре архипелага Земля Франца-Иосифа взяты из публикации Д.С. Мосеева и Л.А. Сергиенко [9]. Часть сведений об ареалах животных и растений в указанной базе приведена только для родов и подродов. Поэтому для проведения единого флоро-фаунистического районирования необходимо выявить отличия в результатах его при разном уровне систематического деления (виды или роды). Древесные растения выбраны только потому, что лишь по ним в указанной базе данных информация приведена на уровне вида. Более новых сводных материалов по всей выделенной территории и приведённых к принятому разделению на участки нет. Поэтому для сравнимости и экономии затрат мы использовали эту единообразно описанную информацию. Для решения поставленной методической задачи этого вполне достаточно.

Материалы и методы исследования

Для проведения расчётов использованы сведения о 536 видах древесных растений, относящихся к 73 родам и 35 семействам. Применённые методы и подходы подробно изложены ранее [3; 12, 13; 15]. Картографические материалы по встречаемости видов древесных растений на 597 участках указанной базы данных сначала переведены в табличную ноль-единичную форму (вид встречен на участке – 1, нет – 0). Затем для каждой пары участков рассчитаны коэффициенты сходства Жаккара [23]. На основе полученной матрицы проведён кластерный анализ по программе факторной классификации [18]. Использованный алгоритм объединяет классифицируемые объекты в заданное число групп таким образом, чтобы учитываемая ими дисперсия матрицы коэффициентов сходства была максимальной. Снятие дисперсии осуществляли вычитанием средних значений внутриклассовых связей из коэффициентов сходства проб, вошедших в каждый класс, и прибавлением средних значений сходства между кластерами ко всем межклассовым коэффициентам. Для расчёта иерархии таксонов использована информация об очерёдности проявления таксона (шаге деления) при агрегации совокупности участков по их флоре, а также о представительности таксонов. Мы не использовали метод дендрограмм из-за существенного недостатка, обусловленного тем, что при классификации с его применением используют только вертикальные связи, а информация о горизонтальном сходстве между кластерами отсутствует. Во взятом нами алгоритме эти оценки предусмотрены, они приведены в результатах счета и могут служить для построения графов [14].

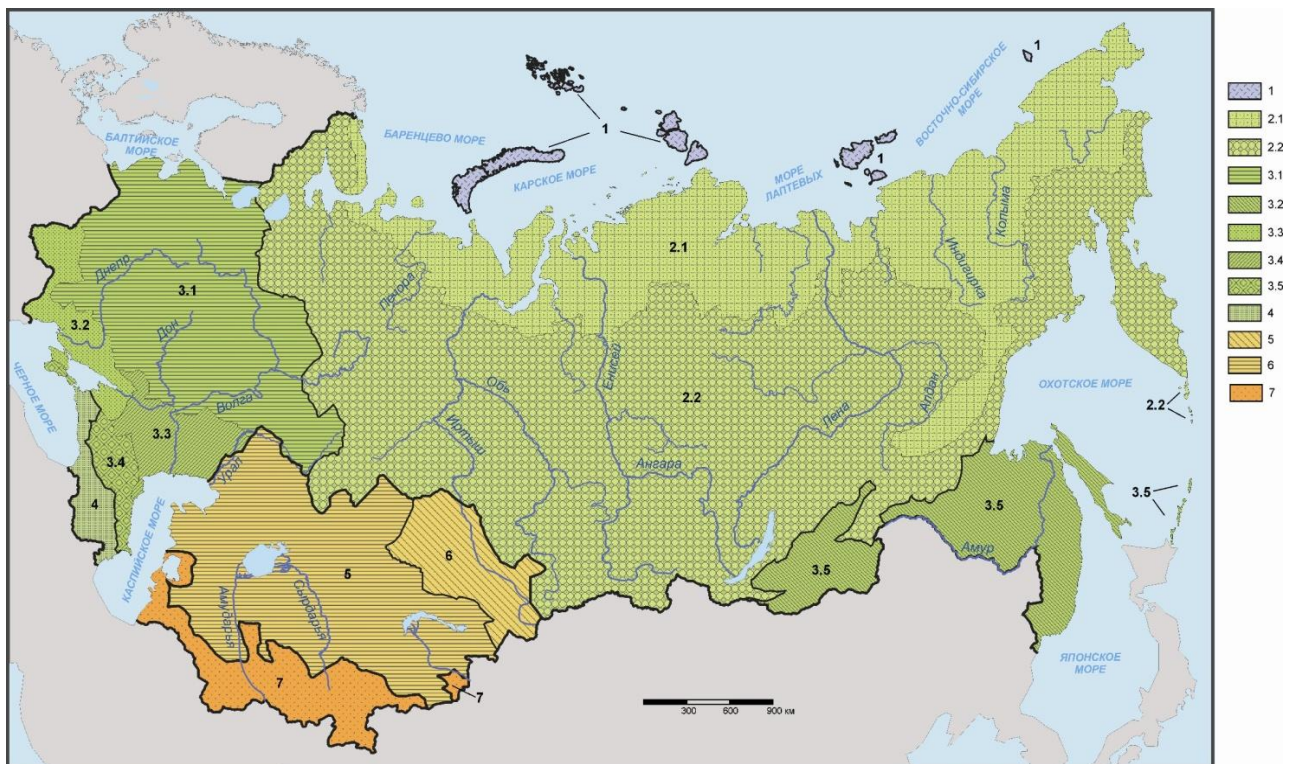
В соответствии с принятой во флористике терминологией, наши классификации и варианты районирования относятся в основном к конвергентным гармоническим (политетическим), статическим (актуальным, рецентным) и отчасти к флоро- и фауногенетическим [7, 24, 22]. Такое районирование, по мнению А.И. Толмачева [17], «не представляет собой естественную генетическую систему и служит лишь средством познания, поэтому типы районирования могут различаться в зависимости от задач исследования и применяемых методов» (по Л.И. Малышеву [7]). В идеале исследования должны завершаться созданием верифицируемой теории.

Составленные нами ранее иерархические классификации обычно имеют три таксономических уровня (регионы, подобласти, провинции). При этом в данной статье условно принято, что подобласти, кроме островных, как правило, могут состоять не менее чем из десяти участков. Кластеры, представленные меньшим количеством материковых участков, кроме периферийных, отнесены к окружающим их или к соседствующим с ними представительным группам. Периферийные анклавные подразделения, состоящие из меньшего, чем десять, числа участков, включены в формально выделенные кластеры ранга региона или подобласти, поскольку они могли быть объединены в них, если бы границы Северной Евразии не были искусственно ограничены пределами СССР на 1991 г. Этот приём способствует решению основной задачи, отсекая частности и акцентируя внимание на проявлении основных отличий, связанных с уровнем систематической дробности рассмотрения по видам, родам или семействам. Необходимо пояснить, что при проведении кластерного анализа зачастую возникают трудности в интерпретации результатов, связанные с континуальностью изменения признаков анализируемых объектов. Так, например, невозможно разделить совокупность даже разнородных объектов, если между ними есть плавные переходы выше выбранного порога сходства. В случае же одинакового сходства одного из вариантов разбиения с двумя и более кластерами он будет отнесен в отдельный кластер формализованного разбиения и при идеализации представлений объединен нами с наиболее представительной группой.

Результаты и их обсуждение

Районирование по родам древесных растений. В выполненном ранее районировании Северной Евразии по видам древесных растений выделено три флористических региона: Северный, Северо-

Восточный и Юго-Западный [12]. Регионы разделены на восемь подобластей, включающих 25 провинций (без учета не разделенных далее подобластей). По видам древесных растений граница между Юго-Западным и Северо-Восточным регионами проходит по диагонали с северо-запада на юго-восток от Финского залива Балтийского моря до Алтая. Это связано с современным этапом колебательного процесса в продвижении широколиственных пород к северу и востоку при потеплении климата и отступлении их в обратном направлении при похолодании, а также с современными различиями в гидротермическом режиме. По родам древесных растений выделено четыре региона, разделенных на семь подобластей, две из которых далее делятся, соответственно, на две и пять провинций (рис. 1).



Границы: ——— регионов ——— подобластей ——— провинций

Рис. 1. Районирование Северной Евразии по флоре древесных растений (на уровне рода)

Классификация, положенная в основу районирования по родам древесных растений, приведена ниже. Здесь и далее названия таксонов классификаций включают в себя состав преобладающих участков по их зонально-подзональной принадлежности или названия крайних из них в долготном направлении.

Северный островной регион

1. Полярнопустынно-тундровая островная подобласть (полярно-пустынных – 7, тундровых арктических – 3, субарктический – 1).

Срединный регион

2. Северо-Восточная тундровая материковая подобласть.

Провинции: 2.1 – Кольско-Чукотская тундрово-редколесная (редколесных предтундровых и предгорьцовых 48, тундровых арктических и субарктических 23 и 36, северо- и среднетаежных 2 и 1); 2.2 – Кольско-Камчатская редколесно-таежная (средне- и северотаежных 65 и 30, редколесных 29, горно-таежных 26, степных 18, южнотаежных 14, тундровых 12, лесостепных 6, подтаежных 2).

3. Европейско-Дальневосточная таежно-степная анклавная подобласть.

Провинции: 3.1 – Балтийско-Уральская таежно-степная (степных 16, подтаежных и лесостепных по 14, широколиственно-лесных 13, южно- и среднетаежных 8 и 1); 3.2 – Карпатско-Предкавказская таежно-лесостепная (южно- и среднетаежных 23 и 9, подтаежных 7, степных 6, горно-таежных 3, широколиственно-лесных 2); 3.3 – Азовско-Уральская степная (степных 13, подтаежных 2, широколиственно-лесной 1); 3.4 – Кубанско-Кавказская полупустынно-степная (степных 8,

полупустынных 7, пустынных 2); 3.5 – Забайкальско-Курильская лесо-полупустынно-степная (горно-лесных и степных по 5, полупустынных 2).

4. Кавказская полупустынно-лесная подобласть (горно-лесных 6, широколиственно-лесных и полупустынных по 2, степной 1).

Среднеазиатский северный регион

5. Северо-Западная полупустынно-степная подобласть (степных 7, полупустынных 4);

6. Северо-Восточная полупустынно-пустынная подобласть (пустынных 36, полупустынных 17, степных 9).

Среднеазиатский южный регион

7. Среднеазиатская южная пустынно-горностепная подобласть (пустынных 13, горно-степных 11, полупустынных 5).

Итак, по родам, в отличие от видового уровня систематического разделения древесных растений, выделено на один регион больше – в результате дробления среднеазиатской части Юго-Западного (по видам) региона на два самостоятельных региона – Северный и Южный. Европейская часть Юго-Западного региона (ранее выделенного нами по видам после повторной агрегации), при анализе по родам объединена с Северо-Восточным в единый Срединный регион. При этом следует особо отметить, что европейская территория вместе с забайкальско-дальневосточной частью образует единую анклавную Европееко-Дальневосточную подобласть. При анализе по видам восточная часть входила в Северо-Восточную подобласть, разделенную на четыре провинции.

Кроме того, самостоятельная Кавказская подобласть по видам была представлена тремя провинциями, а по родам занимает меньшую площадь и на провинции не разделена.

Изменения произошли и в границах Северного региона, выделенного ранее по видам. При анализе по родам материковая часть его отнесена к Срединному региону. При этом внутри материковой части влияние континентальности на провинциальные отличия не прослежено. Европееко-Дальневосточная подобласть по родам подразделена на провинции с совпадением направления основных отличий по градиенту континентальности. В среднеазиатской части по видам и родам выделено сходное число таксонов, хотя и разного ранга (4 и 3), границы которых во многом похожи, но не совпадают полностью. Таким образом, по родам четко прослежена бóльшая генерализация таксонов классификации по сравнению с таковой, выполненной по видам.

Районирование по семействам древесных растений.

Северный островной регион

1. Полярнопустынно-тундровая островная подобласть¹.

Срединный регион

2. Северо-Восточная подобласть.

Провинции: 2.1 – Кольско-Ямальская тундрово-редколесная; 2.2 – Гыданско-Колымская тундрово-редколесная; 2.3 – Колымская редколесная; 2.4 – Тазовско-Курильская тундрово-среднетаежная; 2.5 – Кольско-Абаканская таежно-степная; 2.6 – Ленско-Хемчикская южнотаежно-степная.

3. Европееко-Дальневосточная анклавная подобласть.

Провинции: 3.1 – Балтийско-Уральская среднетаежно-полупустынная; 3.2 – Кубанско-Кавказская полупустынно-лесная; 3.3 – Цимлянско-Эмбинская пустынно-степная; 3.4 – Приамурско-Курильская среднетаежно-лесная.

4. Забайкальская южнотаежно-степная подобласть.

Среднеазиатский северный регион

5. Урало-Карасорская степная подобласть.

6. Срединная полупустынно-пустынная подобласть.

Среднеазиатский южный регион

7. Юго-западная полупустынно-пустынная подобласть.

8. Юго-восточная горно-степная подобласть.

¹ Число участков по таксонам в этой и следующей классификации не приведено из-за значительного сходства тенденций в делении с таковым на родовом уровне рассмотрения. В результате взаимопроникновения видов, родов и семейств древесных растений в соседствующие природно-географические зоны и подзоны, сборность, комплексность по этому показателю выделенных таксонов флористических классификаций во всех вариантах прослеживается однозначно. Кроме того, не следует забывать, что названия таксонов даны только с целью упрощения их поиска на картах.

Таким образом, при анализе по семействам результат классификации весьма сходен с таковым по родам. Значимы только два отклонения. По семействам, в отличие рассмотрения по родам, нет основания для выделения Кавказской подобласти, поскольку по этой территории на первом шаге вычленены лишь три участка из 11. Второе отклонение касается Забайкалья, которое по семействам можно считать самостоятельной подобластью. По видам, хотя и с большей представительностью, оно выделено как Прибайкальско-Зейская провинция. Все остальное, что проявилось при последнем делении, также хорошо прослежено в первых двух вариантах районирования. Следовательно, деление Северной Евразии по семействам древесных растений, в значительной мере повторяющее таковое по родам, можно не учитывать в дальнейшем анализе.

Судя по приведенным выше классификациям, полного совпадения границ зон, подзон и выделенных флористических подобластей и прочих таксонов по видам, родам и семействам древесных растений не прослеживается. По-видимому, это обусловлено встречаемостью большинства видов далеко за пределами характерных для них зонально-подзональных подразделений. Помимо этого сказываются различия в методологии: зоны и подзоны выделяют по доминированию характерных видов и общему облику растительности, а при проведенном нами флористическом районировании группировки любого ранга формировали только по коэффициентам сходства. Естественно, влияние оказывает и степень идеализации. Подробнее эти проблемы обсуждаются в классификациях и предыдущей работе [13].

Объединенное районирование по видам и родам древесных растений. Сопоставление результатов районирования, выполненного отдельно по видам и родам древесных растений, показало значительное сходство классификаций на уровне подобластей и существенные различия на уровне регионов и провинций. Причем большая часть отличий сводится к рангу деления: то, что раньше было отражено как провинции, в другом варианте, судя по очередности разбиения, можно трактовать как деление на подобласти. Гораздо информативнее отличия в регионах, при этом несомненный интерес представляют оба варианта деления территории, Юго-Восточный и Юго-Западный (по видам), а также Срединный и два среднеазиатских региона (по родам). В этом случае необходимо выявить более информативное деление, поскольку сохранить оба варианта в единой иерархической классификации невозможно, хотя они и комплементарны. Для решения этой задачи мы использовали предварительное усреднение матриц коэффициентов сходства Жаккара, как это было сделано ранее при биомном описании Западно-Сибирской равнины [16]. Только вместо простого усреднения матриц, как в указанной работе, по видам и родам их предварительно нормировали. Для этого сначала по каждой матрице сходства рассчитаны суммы коэффициентов без диагональных значений. При этом оказалось, что по родам такая сумма в 1,7 раза больше, чем по видам. Поэтому значения по родам для выравнивания влияния уменьшены в соответствующее число раз, после чего рассчитаны средние оценки сходства. На полученной таким способом матрице, используя тот же алгоритм, провели факторную классификацию флоры древесных растений одновременно по видам и родам.

Классификация на средней матрице сходства, судя по первому разбиению, показала целесообразность выделения шести подобластей (рис. 2). Первая из них совпадает с островной полярной дендрофлорой, кроме острова Колгуева, который имеет флору более сходную с материковой частью следующей (второй) Северо-Восточной подобласти. К ней же отнесены мелкие прилегающие к материкам острова, не выделенные в «БиоДате» в качестве участков. Большая часть европейских и среднеазиатских участков отнесена к Юго-Западной подобласти. Три последующих кластера показывают целесообразность выделения подобластей: Крымско-Кавказской, Приморско-Курильской и Среднеазиатской южной. Первое, что бросается в глаза, это значительно большая в целом степень генерализации, которая уже не требует дополнительной агрегации и выделения регионов. Попытка использовать этот прием привела к явной переагрегации. По результатам повторного сжатия информации можно говорить лишь о двух регионах: Северном островном и Южном материково-островном. Во второй регион в этом случае следует отнести всю материковую часть Северной Евразии и острова – Командорские, Шантарские, Курильские, Сахалин и Колгуев. Такое деление малоинформативно, хотя для единообразия мы оставляем его в классификации. В итоге по средней матрице число регионов равно двум, по видам – трем, а по родам и семействам – четыре. Число подобластей по видам и родам вместе равно шести, по видам отдельно и семействам – восьми, по родам – семи. Объединенная классификация по видам и родам древесных растений полностью приведена ниже.

Северный островной регион

1. Полярнопустынно-тундровая островная подобласть.

Южный материково-островной регион

2. Северо-Восточная подобласть.

Провинции: 2.1 – Северная Кольско-Чукотская; 2.2 – Северо-восточная Приохотско-Анадырская; 2.3 – Северо-западная Кольско-Чановская; 2.4 – Срединная Печоро-Колымская; 2.5 – Юго-восточная Витимско-Амурская.

3. Юго-Западная подобласть.

Провинции: 3.1 – Северо-западная Ладожско-Уральская; 3.2 – Срединная Уральско-Кулундинская; 3.3 – Юго-западная Приазовско-Каспийская; 3.4 – Юго-восточная Прикавказско-Балхашская; 3.5 – Южная Прииртышско-Иссыкульская.

4. Крымско-Кавказская подобласть.

5. Приморско-Курильская подобласть.

Провинции: 5.1 – Северная Удинско-Буреинская; 5.2 – Восточная Сахалино-Курильская; 5.3 – Срединная Приамурская; 5.4 – Приморская.

6. Южная среднеазиатская подобласть.

Провинции: 6.1 – Юго-западная Прикаспийско-Пянджская; 6.2 – Юго-восточная Памиро-Алайская.

В итоге классификация на средней матрице сходства после нормирования на минимум показала, что при объединенном анализе, по сравнению с рассчитанной по видам, сохраняется специфика только Полярнопустынно-тундровой островной подобласти как Северного островного региона. К Южному материково-островному региону следует отнести все остальные участки. Крымско-кавказскую и приморско-курильскую части территории можно считать самостоятельными подобластями. По сравнению с районированием по родам третью Европейско-Дальневосточную анклавную подобласть Срединного региона по объединенной матрице (по видам и родам) следует разделить на дальневосточную и европейскую части в качестве самостоятельных подобластей (последнюю вместе с прикаспийско-прибалхашскими участками), а забайкальскую часть, как провинцию, отнести к Северо-Восточной подобласти.

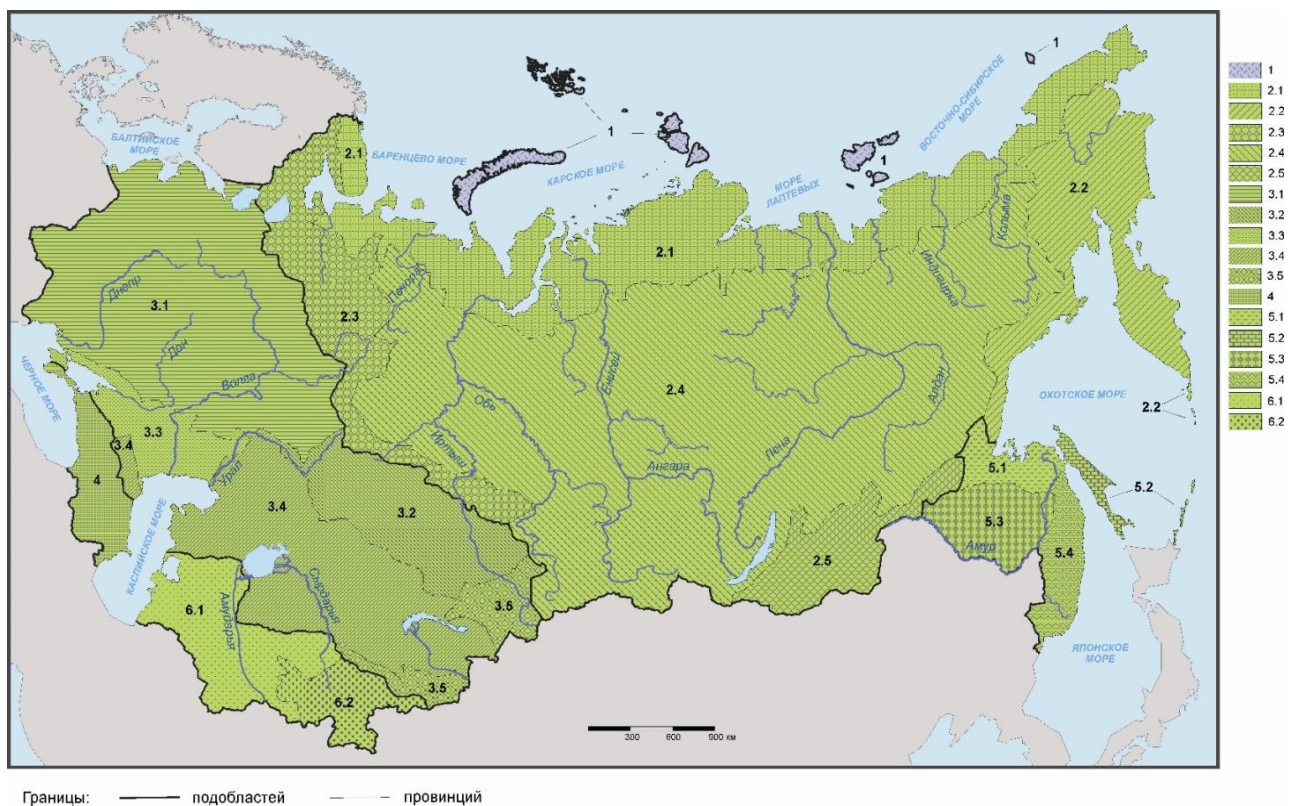
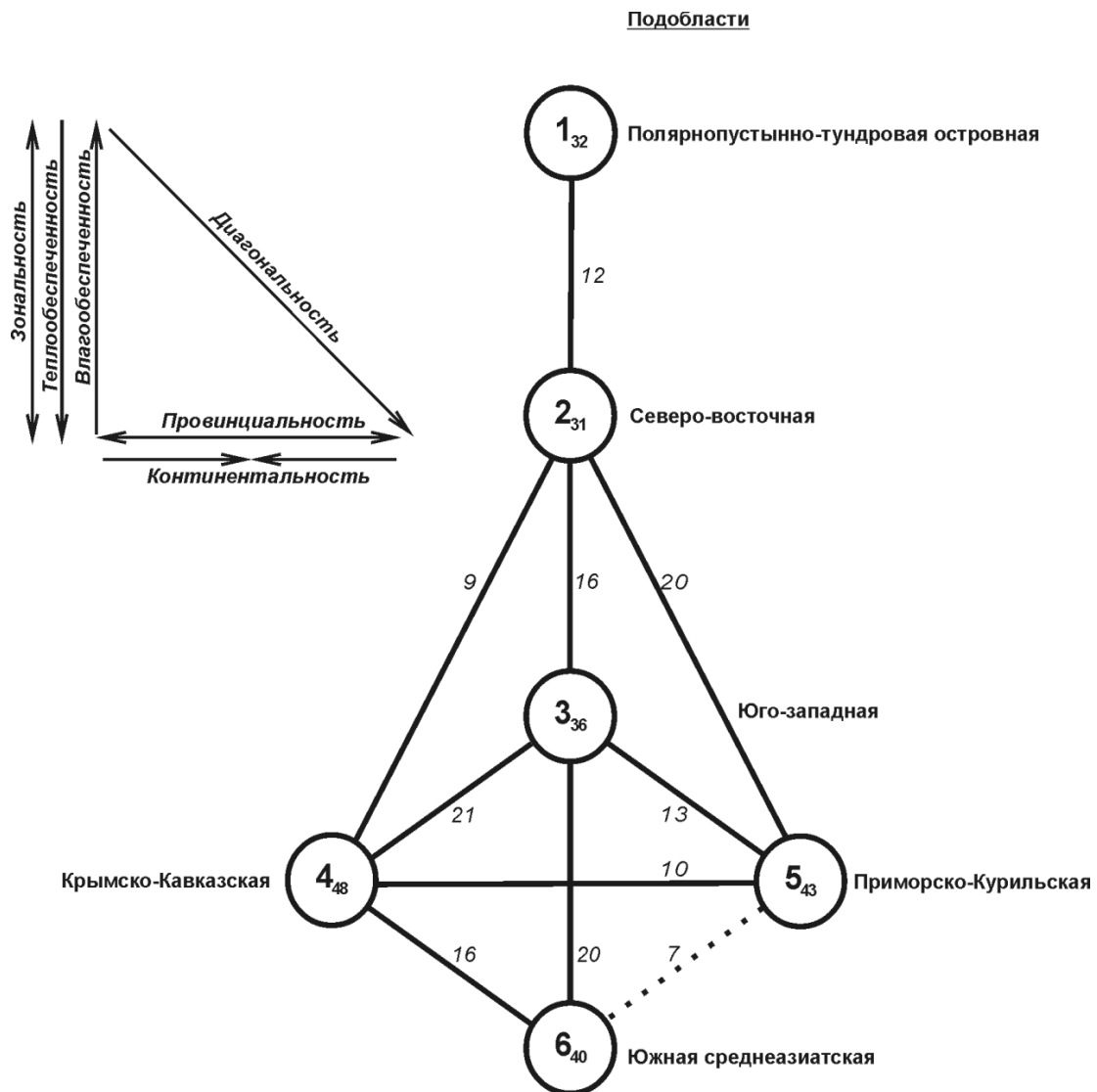


Рис. 2. Районирование Северной Евразии по флоре древесных растений (по средней матрице по видам и родам при нормировании на минимум)

Таким образом, можно утверждать, что анализ объединенной матрицы сходства дает своеобразное разбиение, хотя и сходное с повидовой и родовой классификациями. При этом отличия не хаотичны, а образуют закономерное смещение границ по трендам с севера на юг и с запада на восток. Наиболее сложным, но вполне понятным, можно считать изменение в отнесении забайкальской и дальневосточной частей территории. Забайкалье вместе с дальневосточной частью то объединяется с европейской территорией в единую, хотя и анклавную подобласть, то входит в Северо-Восточную. Дальневосточная часть по видам отнесена к Северо-Восточному региону, а по родам объединена вместе с Юго-Восточной частью. На уровне подобластей она то входит в единую с европейской частью подобласть, то может быть выделена в качестве самостоятельной подобласти.

Пространственная структура и организация неоднородности флоры древесных растений по видам и родам вместе взятым. Пространственную изменчивость сходства таксонов объединенной классификации в ранге подобласти отображает структурный граф, построенный по матрице среднеподобластных коэффициентов Жаккара (рис. 3). Основной вертикальный тренд совпадает с увеличением теплообеспеченности и уменьшением влагообеспеченности по направлению с севера на юг, иллюстрируя постепенную смену по флоре древесных растений от полярных пустынь через тундры, редколесья и леса – к степям, полупустыням и пустыням. Горизонтальный ряд демонстрирует провинциальные изменения с запада на восток с выделением Крымско-Кавказской и Приморско-Курильской подобластей, хотя, по сути, это вклинивание форпостов более южных флор – Средиземноморской и Японско-Китайской [19].



Информативность итоговой иерархической классификации и структурного графа, сила связи с факторами среды, а также с их сочетаниями (природными режимами) оценены по доле учитываемой ими дисперсии объединенной матрицы коэффициентов сходства. При этом использованы алгоритм и программа линейной качественной аппроксимации матриц связи по выделенным грациям [14]. Этот метод представляет собой качественный аналог регрессионной модели и позволяет количественно сопоставить классификации, положенные в основу районирования нашими предшественниками, а также полноту объяснения неоднородности различными флористическими и фаунистическими построениями.

На территории Северной Евразии наиболее велика сила связи неоднородности по взятым отдельно и вместе видам и родам древесных растений с теплообеспеченностью (совместная оценка по зональности, провинциальности и высотной поясности составляет 54–58% дисперсии (таблица). Индивидуальная связь с зональностью и провинциальностью примерно в полтора раза меньше. Можно предположить, что влияние зональности и провинциальности связано с наличием двух групп организмов, хотя подтверждения этому нам не известны. Так, распределение пойкилотермных животных могут непосредственно лимитировать зимние температуры, а теплокровных и перелетных – еще и летние, хотя и косвенно. В этом случае неоднородность фауны первых должна примерно совпадать с январскими изотермами, направленными с севера на юг, вторых – с июльскими, которые проходят с запада на восток [8].

Оценка связи пространственной изменчивости факторов среды с неоднородностью флоры древесных растений Северной Евразии

Фактор, режим	Учтенная дисперсия, %		
	по видам ¹	по родам	по видам и родам в среднем
Теплообеспеченность (зональность+провинциальность+поясность)	54	57	58
Региональность	38	28	3
Зональность	36	44	41
Провинциальность	35	35	36
Инсулярность	2	4	3
Высотная поясность	0.7	1	1
Все факторы	55	61	58
Режимы:			
классификационные	66	59	60
структурные	58	51	44
Все режимы	73	60	61
Все факторы и режимы	80	73	76
Районирование:			
флористическое	40	22	35
биогеографическое (биотическое)	36	26	35
климатическое	32	26	32
физико-географическое	28	19	26
лесорастительное	22	13	20

Влияние инсулярности (островного эффекта) и высотной поясности на неоднородность флоры древесных растений в целом невелико потому, что существенно отличающиеся по ней острова и высокогорья занимают незначительную площадь и, соответственно, меньшую часть выделенных участков. Несколько меньшие, чем по нашей классификации, оценки дает аппроксимация матриц сходства результатами районирования: флористического [19], биотического [5, 25], а также климатического и природно-географического [1]. Все перечисленные варианты районирования, по сравнению с предлагаемым нами, учитывают примерно в 2,2–2,9 раз меньшую часть дисперсии матрицы коэффициентов сходства состава древесных растений Северной Евразии. Лесорастительное районирование [6] на уровне провинции аппроксимирует объединенную матрицу коэффициентов сходства по древесным растениям почти в четыре раза меньше.

¹ По видам и родам расчеты проведены на соответствующих матрицах, а в среднем, по слоям и в целом – по объединенной матрице сходства.

Внутри значков приведены номера таксонов классификации, в виде подстрочного индекса показана величина внутригруппового сходства. Сплошные линии между значками означают существенное сверхпороговое сходство; пунктирные – меньшее сходство, имеющее вспомогательное значение. Рядом с этими линиями обозначена величина межгруппового сходства. Стрелки у перечня основных структурообразующих факторов среды указывают направление увеличения их влияния и флористические тренды.

Оценки связи с факторами и режимами по расчетам на единой матрице обычно близки к средним по сравнению с коэффициентами по видам и родам отдельно. Только по региональности значение существенно меньше из-за показанной ранее переагрегации. В какой-то степени такой прием снимает некоторые проблемы, упомянутые Э. Ульманом [по 4], к которым отнесены подвижность границ, их комплементарность, столкновение возможностей при классификации и субъективность при выборе методов и подходов («вкусовщина» по В.А. Шуперу [21]).

Заключение

Результаты районирования Северной Евразии по флоре древесных растений, выполненного раздельно на уровне видов и родов, существенно различаются, а по родам и семействам очень сходны. Поэтому последний вариант в дальнейшем был исключен из рассмотрения во избежание дублирования. Отличия в границах и объемах флористических регионов значимы и информативны, при существенном сходстве деления на подобласти и меньшем – на провинциальном уровне. Во избежание потери этой комплементарной информации выполнена интегрированная классификация на усредненной матрице сходства по видам и родам вместе, после нормирования его на минимум. Полученные после этого результаты в значительной степени отражают оба варианта разбиения. Сопоставление всех четырех классификаций (по видам и родам отдельно, затем вместе, а также по семействам) иллюстрирует вариабильность («подвижность») и условность проведенных флористических границ, высокую степень континуальности изменений флоры проанализированной группы растений так же, как это было показано ранее для фауны позвоночных животных и состава видов клавариоидных грибов [20]. Кроме того, прослежена зависимость результатов от дробности предварительного деления территории на участки [11], выбранных исследователем меры сходства и алгоритма кластерного анализа, а также взглядов интерпретатора.

Следует отметить, что по видам древесных растений рельефнее проявляется провинциальность, а по родам – зональность, хотя полного совпадения фаунистического и флористического деления с зонально-подзональными границами не прослежено. Можно предположить, что диагональность, как интегральное проявление зональности и провинциальности, связана с наличием двух групп экологически различающихся видов. Распространение одних, из числа животных, видимо, лимитируют зимние температуры. Другие виды больше реагируют на летнюю теплообеспеченность. Поскольку изотермы января направлены в основном с севера на юг, а июльские – преимущественно с запада на восток, имеет место «столкновение» возможностей проведения границ широтного и долготного направлений. Эти отличия в какой-то мере и определяют диагональное изменение сходства условий по участкам. Три основных тренда – зональность, провинциальность (континентальность) и диагональность выявляются однозначно, хотя иногда и в разном ранге деления (региональном, подобластном или провинциальном).

Границы всех флористических и фаунистических таксонов весьма вариабельны и условны. Их колеблемость отражает континуальность изменений флоры и фауны, а также зависимость мест проведения границ и объема таксонов от условий кластеризации. Это в значительной степени снимает проблему оценки частных отличий в классификациях в связи с их комплементарностью и правомерности постановки вопроса о верности или ошибочности разделений территории при районировании. Сама задача, несмотря на вариабельность границ, не теряет актуальности как процедура обобщения, сжатия информации с гносеологическими, иллюстративными или прикладными целями.

Авторы искренне признательны Д.И. Берману, В.В. Дубатолову и И.В. Покровской за участие в обсуждении статьи до ее публикации.

Библиографический список

1. *Атлас СССР*. М.: Главное управление геодезии и картографии, 1983. 260 с.
2. *БиоДат*. Живая природа и биоразнообразие. Ареалы животных и растений. URL: <http://biodat.ru/db/areal/areal.php?fil=3> (дата обращения: 15.12.2017).

3. Блинова Т.К., Равкин Ю.С. Орнитофаунистическое районирование Северной Евразии // Сибирский экологический журнал. 2008. Т.15. №1. С. 101–121.
4. Бунге В. Теоретическая география. М.: Прогресс, 1967. 279 с.
5. Воронов А.Г., Кучерук В.В. Биотическое разнообразие Палеарктики: проблемы изучения и охраны // Биосферные заповедники: тр. I советск.-амер. симп. СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1977. С. 7–20.
6. Курнаев С.Ф. Лесорастительное районирование СССР. М.: Наука, 1973. 203 с.
7. Мальшев Л.И. Моделирование флористического районирования кластерным анализом элементарных выделов Северной Азии и Европы // Сравнительная флористика на рубеже III тысячелетия: достижения, проблемы, перспективы: мат. V рабочего совещания по сравнительной флористике. СПб., 2000. С. 20–36.
8. Медико-географический атлас России. Природно-очаговые болезни. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2015. С. 35–36.
9. Мосеев Д.С., Сергиенко Л.А. К флоре островов архипелага Земля Франца Иосифа и северной части архипелага Новая Земля (аннотированный список видов) // Уч. зап. Петрозав. гос. универ. Общая биология. 2017. №4(165). С. 48–64.
10. Нухимовская Ю.Д., Губанов И.А., Исаева-Петрова Л.П., Пронькина Г.А. Современное состояние биологического разнообразия на заповедных территориях России. Вып.1. Сосудистые растения: в 2 ч. М.: МСОП, 2003. 783 с.
11. Равкин Ю.С., Богомолова И.Н., Николаева О.Н. О влиянии предварительного деления территории на результат зоогеографического районирования // Известия РАН. Сер. географическая. 2017. №4. С. 31–42.
12. Равкин Ю.С., Богомолова И.Н., Цыбулин С.М. Сравнительное районирование Северной Евразии по древесным растениям и наземным позвоночным // Сибирский лесной журнал. 2015б. №5. С. 42–53.
13. Равкин Ю.С., Богомолова И.Н., Цыбулин С.М. Фаунистическое районирование Северной Евразии // Известия РАН. Сер. географическая. 2015а. №3. С. 29–40.
14. Равкин Ю.С., Куперитох В.Л., Трофимов В.А. Пространственная организация населения птиц // Птицы лесной зоны Приобья. Новосибирск: Наука, 1978. С. 253–269.
15. Равкин Ю.С., Ливанов С.Г. Факторная зоогеография. Новосибирск: Наука, 2008. 205 с.
16. Седельников В.П., Равкин Ю.С., Титлянова А.А., Богомолова И.Н., Николаева О.Н. Пространственно-типологическая дифференциация экосистем Западно-Сибирской равнины. Сообщение I. Растительный покров // Сибирский экологический журнал. 2011. Т.18. №3. С. 311–324.
17. Толмачев А.И. Введение в географию растений. Л.: Изд-во ЛГУ, 1974. 244 с.
18. 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.
19. Флора СССР / под ред. В.Л. Комарова. М.;Л., 1934–1964. Т.1. 302 с.
20. Ширяев А.Г., Равкин Ю.С., Ефимов В.М., Богомолова И.Н., Цыбулин С.М. Пространственно-типологическая дифференциация биоты клавариоидных грибов Северной Евразии // Сибирский экологический журнал. 2016. №5. С. 648–660.
21. Шупер В.А. Характерное пространство в теоретической географии // Известия РАН. Сер. географическая. 2014. №4. С. 5–15.
22. Hengeveld R. Dynamic biogeography. UK., 1990. 249 p.
23. Jaccard P. Lois de distribution florale dans la zone alpine // Bull. Soc. Vaud. Sci. Nat. 1902. V. 38. P. 69–130.
24. Sneath P.H.A., Sokal R.R. Numerical taxonomy: the principles and practice et numerical classification. San Francisco, 1973. 573 p.
25. Udvardy M.D.F. Classification of the Biogeographic Provinces of the World Occasional. № 18 Int. Union for Conservation of Nature. Morges. Switzerland, 1975. P. 1–48.

References

1. Atlas SSSR (1983), Glavnoe upravlenie geodezii i kartografii Publ., Moscow, USSR.
2. Biodat, “Wildlife and biodiversity. Areas of animals and plants”, available at: <http://biodat.ru/db/areal/areal.php?fil=3> (Accessed 15 December 2017).

3. Blinova, T.K. and Ravkin, Yu.S. (2008), “Evrazii [Ornithofaunistic zoning of Northern Eurasia]”, *Sibirskiy ekologicheskiy zhurnal*, no. 1. pp. 101–121.
4. Bunge, V. (1967), *Teoreticheskaya geografiya*, Progress Publ., Moscow, USSR.
5. Voronov, A.G. and Kucheruk, V.V. (1977), “Bioticheskoe raznoobrazie Palearktiki: problemy izuchenija i ohrany”, *Biosfernye zapovedniki: Trudy I sovetsko-amerikanskogo simpoziuma SSSR*, Leningrad, USSR, 5–17 May 1976, pp. 7–20.
6. Kurnaev, S.F. (1973) *Lesorastitel'noe rajonirovanie SSSR*, Nauka Publ., Moscow, USSR.
7. Malyshev, L.I. (2000), “Modelirovanie floristicheskogo raionirovaniya klasternym analizom elementarnykh vydelov Severnoy Azii i Evropy”, *Sravnitel'naya floristika na rubezhe III tysyacheletiya: dostizheniya, problemy, perspektivy. Materialy V rabocheho soveshchaniya po sravnitel'noj floristike*. St. Petersburg, Russia, pp. 20–36.
8. *Mediko-geograficheskiy atlas Rossii. Prirodno-ochagovye bolezni* (2015), Moscow State University Publ., Moscow, Russia.
9. Moseev, D.S. and Sergienko, L.A. (2017), “K flore ostrovov arhipelaga Zemlya Franca-Iosifa i severnoi chasti arhipelaga Novaya Zemlya (annotirovanniy spisok vidov)”, *Uchenye zapiski Petrozavodskogo gos. univer. Obshaya biologiya*, no. 4 (165). pp. 48–64.
10. Nukhimovskaya, Ju.D., Gubanov, I.A., Isaeva-Petrova, L.S. and Pronkina, G.A. (2003), *The current state of the biological diversity within protected areas in Russia. 2nd issue: Vascular plants*. Moscow, Russia.
11. Ravkin, Yu.S., Bogomolova, I.N., and Nikolaeva, O.N. (2017), “On the Influence of Preliminary Territorial Division on Results of Zoogeographic Regionalization”, *The News of Russian Academy of Sciences. Geographical seria*, no. 4. pp. 31–42.
12. Ravkin, Yu.S., Bogomolova, I.N., and Tsybulin, S.M. (2015), “Comparative zoning of Northern Eurasia on woody plants and terrestrial vertebrates”, *Sibirskiy lesnoy zhurnal*, no. 5. p. 42–53. In Russian.
13. Ravkin, Yu.S., Bogomolova, I.N., and Tsybulin, S.M. (2015), “The faunistic zoning of Northern Eurasia”, *Izvestiya Rossiyskoy akademii nauk. Seriya geograficheskaya*, no. 3. pp. 29–40.
14. Ravkin, Yu.S., Kupershtoh, V.L. and Trofimov, V.A. (1978) “Prostranstvennaya organizatsiya naseleniya ptic”, *Pticy lesnoy zony Priob'ya*, Nauka, Novosibirsk, pp. 253–269.
15. Ravkin, Yu.S. and Livanov, S.G. (2008), *Faktornaya zoogeografiya* [Factor zoogeography], Nauka, Novosibirsk, Russia.
16. Sedel'nikov V.P., Ravkin Yu.S., Titlyanova A.A., Bogomolova I.N. and Nikolaeva O.N. (2011), “Spatial-typological differentiation of ecosystems of the West Siberian Plain”, Communication I: Plant cover”, *Contemporary Problems of Ecology*. no 3. pp. 229–240.
17. Tolmachev, A.I. (1974), *Vvedenie v geografiyu rastenij*, Leningradskij gosudarstvennij universitet publ., Leningrad, USSR.
18. Trofimov, V.A. and Ravkin, Yu.S. (1980), “Express method for assessing the relationship between the spatial heterogeneity of the animal population and environmental factors”, *Kolichestvennyye metody v ekologii zhivotnykh*, pp. 113–115.
19. *Flora SSSR. 1934–1964*, in V. L. Komarova (ed.), T. 1., Moscow, Leningrad, USSR.
20. Shiryayev, A.G., Ravkin, Yu.S., Efimov, V.M., Bogomolova, I.N. and Tsybulin, S.M. (2016), “Spatial-typological differentiation of clavarioid mycobiota in Northern Eurasia”, *Contemporary Problems of Ecology*, no. 5. pp. 535–543.
21. Shuper, V.A. (2014), “Harakternoe prostranstvo v teoreticheskoy geografii”, *Izvestiya Rossiyskoy akademii nauk. Seriya geograficheskaya*, no. 4. pp. 5–15.
22. Hengeveld R. *Dynamic biogeography*. UK., 1990. 249 p.
23. Jaccard P. Lois de distribution florale dans la zone alpine // *Bull. Soc. Vaud. Sci. Nat.* 1902. V. 38. P. 69–130.
24. Sneath P. H. A., Sokal R. R. *Numerical taxonomy: the principles and practice et numerical classification*. San Francisco. 1973. 573 p.
25. Udvardy MDF. *Classification of the Biogeographic Provinces of the World Occasional*. № 18 Int. Union for Conservation of Nature. Morges. Switzerland, 1975. P. 1–48.

Поступила в редакцию: 07.09.2017

Сведения об авторах**Равкин Юрий Соломонович**

доктор биологических наук, профессор,
заведующий лабораторией зоологического
мониторинга, Институт систематики и экологии
животных СО РАН;
Россия, 630091, г. Новосибирск, ул. Фрунзе, 11;
Профессор кафедры зоологии позвоночных и
экологии, Национальный исследовательский
Томский государственный университет;
Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, д. 36

e-mail: zm@eco.nsc.ru

Богомолова Ирина Николаевна

научный сотрудник лаборатории зоологического
мониторинга, Институт систематики и экологии
животных СО РАН;
Россия, 630091, г. Новосибирск, ул. Фрунзе, 11

e-mail: i3335907@mail.ru

Цыбулин Сергей Михайлович

доктор биологических наук, ведущий научный
сотрудник лаборатории зоологического
мониторинга, Институт систематики и экологии
животных СО РАН;
Россия, 630091, г. Новосибирск, ул. Фрунзе, 11

e-mail: tcsm_tomsk@mail.ru

Чеснокова Светлана Витальевна

кандидат биологических наук, научный
сотрудник лаборатории зоологического
мониторинга, Институт систематики и экологии
животных СО РАН;
Россия, 630091, г. Новосибирск, ул. Фрунзе, 11

e-mail: tchsvet@mail.ru

About the authors**Yuri S. Ravkin**

Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of
the Laboratory of Zoomonitoring, Institute of
Systematics and Ecology of Animals, Siberian
Branch of the Russian Academy of Sciences;
11, Frunze st., Novosibirsk, 630091, Russia;
Professor of the Department of Vertebrate Zoology
and Ecology, National Research Tomsk State
University;
36, Lenina prospect, Tomsk, 634050, Russia

Irina N. Bogomolova

Researcher, Laboratory of Zoomonitoring, Institute
of Systematics and Ecology of Animals, Siberian
Branch of the Russian Academy of Sciences;
11, Frunze st., Novosibirsk, 630091, Russia

Sergey M. Tsybulin

Doctor of Biological Sciences, Leading Researcher,
Laboratory of Zoomonitoring, Institute of
Systematics and Ecology of Animals, Siberian
Branch of the Russian Academy of Sciences;
11, Frunze st., Novosibirsk, 630091, Russia

Svetlana V. Chesnokova

Candidate of Biological Sciences, Researcher,
Laboratory of Zoomonitoring, Institute of
Systematics and Ecology of Animals, Siberian
Branch of the Russian Academy of Sciences;
11, Frunze st., Novosibirsk, 630091, Russia

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Равкин Ю.С., Богомолова И.Н., Цыбулин С.М., Чеснокова С.В. О различиях результатов флоро-географического районирования Северной Евразии по видам, родам и семействам древесных растений // Географический вестник = Geographical bulletin. 2018. №2(45). С. 5–17. doi 10.17072/2079-7877-2018-2-5-17

Please cite this article in English as:

Ravkin Yu.S., Bogomolova I.N., Tsybulin S.M., Chesnokova S.V. Differences in results of floro-geographical zoning of Northern Eurasia by the species, genera and families of woody plants // Geographical bulletin. 2018. №2(45). P. 5–17. doi 10.17072/2079-7877-2018-2-5-17