

ОПЫТ ТИПИЗАЦИИ ЛОКАЛЬНЫХ ФЛОР СЕВЕРА СРЕДНЕЙ СИБИРИ ПО ШИРОТНОЙ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА

Е.Б. Поспелова, И.Н. Поспелов

*Государственный природный биосферный заповедник “Таймырский”,
647460, Красноярский край, с. Хатанга, ул. Советская, 18, e-mail: parnassia@mail.ru; taimyr@orc.ru*

Предпринята попытка выделения типов локальных флор (ЛФ) севера Средней Сибири по соотношению широтных элементов с применением кластерного анализа. Для этой цели использованы списки 82 ЛФ, составленные авторами и взятые из литературных источников. Границы кластеров, нанесенные на карту в тундровой зоне, совпадают с общепринятыми зональными границами. Соответственно диапазонам значений широтных фракций выделены типы ЛФ – высокоарктический, арктический, гипоарктический и бореальный.

Ключевые слова: Таймыр, арктические флоры, гипоарктические флоры, высокоарктические флоры, кластерный анализ, бореально-арктический экотон, типология флор.

EXPERIENCE OF LOCAL FLORAS TYPIFICATION OF MIDDLE SIBERIA NORTH BY LATITUDINAL GEOGRAPHICAL STRUCTURE WITH USE CLUSTER ANALYSIS

E.B. Pospelova, I.N. Pospelov

*The State Nature Biosphere Reserve “Taimyrsky”,
647460, Krasnoyarsk Territory, Khatanga, Sovjetskaya str., 18, e-mail: parnassia@mail.ru; taimyr@orc.ru*

The attempt of local floras (LF) types division in Middle Siberia North by their latitudinal element proportions with application of cluster analysis is initiated. For this purpose the lists of 82 LF are used, as by author's generated, as well as by taken from literature sources. Cluster borders, marked on the map in tundra zone, corresponds with generally accepted zone borders. Accordingly with range of latitudinal fractions, the next types of LF are divided: high arctic, arctic, hypoarctic and boreal.

Key words: Taimyr, arctic local flora, hypoarctic local flora, high arctic local flora, cluster analysis, boreal-arctic ecoton, flora typology.

ВВЕДЕНИЕ

В работах по сравнительной флористике, касающихся Арктической области, обычно используется типология локальных флор (далее ЛФ), основанная на соотношении составляющих их широтных элементов. Основные общепринятые термины принадлежат А.И. Толмачеву (1932), который ввел понятия “гипоарктических”, “арктических” и “высокоарктических” флор, свойственных соответствующим подзонам тундровой зоны. При этом он использовал такие качественные признаки, как преобладание, обеднение или отсутствие того или иного широтного элемента. Так, гипоарктическим флорам, по А.И. Толмачеву, свойственно “обилие бореальных элементов, массовое произрастание гипоарктических, неполнота арктических и арктоальпийских элементов, не занимающих отчетливо преобладающего положения”, в арктических “арктические и арктоальпийские виды представлены полностью и занимают отчетливо пре-

обладающее положение, гипоарктические затемнены, бореальные выражены слабо или совсем отсутствуют”, наконец, в высокоарктических флорах “бореальные и гипоарктические виды отсутствуют (в исключительных случаях единичны), арктические и арктоальпийские обнаруживают постепенное обеднение” (Толмачев, 1932: 25). Как видно из цитируемых определений, никаких количественных придержек для выделенных типов флор А.И. Толмачев не давал, что вполне понятно, поскольку в его задачи входило только определение самих понятий типов флор, к тому же, в то время, когда разрабатывалась эта система, материалов по флорам Арктики было явно недостаточно.

По мере накопления фактического материала по ЛФ Арктики появилась возможность систематизации их типов уже на количественной основе, т. е. с учетом конкретных соотношений широтных фракций. Б.А. Юрцев (1981) выделил несколько типов

флор для Чукотки, за основной показатель была принята доля криофитов (под ними подразумевалась арктическая фракция (далее Афр), но этот термин, по нашему мнению, не совсем удачен, так как под криофитами обычно понимаются просто растения холодных местообитаний). Были выделены: 1) высококриофитные флоры (Афр > 65 %), 2) среднекриофитные флоры с тремя подтипами, в которых доля этой фракции составляла от 35 до 65 % и низкокриофитные (<35 %). Эти определения в целом соответствуют типам А.И. Толмачева. В.В. Петровский и Т.М. Королева (1981) для ЛФ низовьев р. Колымы приводят несколько иные цифры, причем они не выделяют из арктического типа высокоарктический, поскольку в рассмотренном регионе последние отсутствуют. По мнению авторов, флора относится к арктическому типу при доле Афр > 55 %, для гипоарктического она составляет 54–46 %, бореальный тип они выделяют при доле бореальной фракции (далее Бфр) в сумме с гипоарктомонтанной группой >55 %. В более ранней работе этих авторов (Петровский, Королева, 1979) к гипоарктическому типу отнесены флоры, в которых все три фракции распределены более или менее равномерно и ни одна не преобладает. Наконец, в работе Н.А. Секретаревой (2010) для высокоарктических ЛФ приводится доля Афр > 70 %, для арктических – 50–

70, в среднем 60–65 %, для гипоарктических – менее 50 %, в последних “идеальное” соотношение трех фракций – по 33 %. К флорам, относящимся к бореальной флористической области, автор считает вполне правомерным отнесение ЛФ с долей Афр < 25–30 %.

Как видно из приведенного обзора, в определенных типах ЛФ по количественным данным имеются разночтения, хотя и не очень существенные. Во многом они связаны с тем, что авторы опирались на имеющиеся собственные данные, полученные в разных регионах. Большие трудности заключаются также в том, что в исходных материалах разные авторы относят некоторые виды к разным широтным группам, особенно часто путаница возникает при отнесении вида либо к гипоарктической, либо к арктобореальной группе, кроме того, многие выделяют дополнительные группы в пределах фракций. Эти вопросы детально рассмотрены в работе Н.А. Секретаревой (2010). Кроме того, все цитированные работы проводились почти исключительно для Арктической флористической области и в силу этого остается не до конца выясненным вопрос, как меняется состав ЛФ на ее границе с северотаежной подзоной, т. е. в области бореально-арктического (таежно-тундрового) экотона (Юрцев и др., 2004).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

По-видимому, наиболее объективным методом выявления количественных показателей типов флор и, возможно, создания хотя бы первого варианта их общей классификации можно считать кластерный анализ большой совокупности ЛФ, охватывающих крупный регион или группу регионов. Нам представилось интересным провести подобный анализ для большой совокупности ЛФ, расположенных на широтном градиенте в пределах одной флористической подпровинции. Среднесибирский сектор Арктики и Субарктики (п-ов Таймыр в сочетании с примыкающими с юга территориями) в этом отношении является почти идеальным местом. На протяжении почти 1000 км здесь сменяются три природные зоны – таежная (подзона северной тайги и лесотундра, или тундролесье по Ю.П. Пармузину (1964); тундровая с тремя подзонами: южных, типичных и арктических тундр, и полярно-пустынная, характерная для северной оконечности материка и островов морей Карского и Лаптевых. Н.В. Матвеева (1998) считает эту территорию “идеальным материком” для изучения проявлений зональности.

Для этого региона имеется очень большой массив ЛФ (Поспелова, Поспелов, 2007), которые расположены по всему меридиану; большинство из них можно

считать полностью обследованными. Это позволило нам провести кластерный анализ и построить дендрограммы в программе GRAPH5 1.46 (Новаковский, 2004) с использованием метода ближайшего соседа с помощью матриц сходства по коэффициенту Сёренсена–Чекановского. Основой для проведения анализа флор всех структурных уровней послужила составленная по материалам наших исследований, литературных источников и фондовых материалов база данных “Флора Таймыра”*, в которую были включены все имеющиеся сведения о ЛФ Таймыра и расположенных южнее гор Путорана и Анабарско-Котуйского массива.

Всего в нашем распоряжении было 128 списков ЛФ, для анализа мы отобрали 82 наиболее полно обследованные, чтобы исключить артефакты. Дендрограммы строились по соотношению как широтных фракций (арктической, гипоарктической и бореальной), так и групп. Было построено два варианта дендрограмм: 1) по общепринятым трем фракциям; 2) по широтным группам – собственно арктической, арктоальпийской и метаарктической в составе Афр, гипоарктической и гипоарктомонтанной в составе гипоарктической фракции (далее ГАфр), бореальной, арктобореальной и полизональной в составе Бфр. На

* Размещен на интернет-сайте <http://byrranga.ru/>.

**Средние показатели долевого участия широтных фракций в подкластерах (варианты 1 и 2)
и их зональная приуроченность**

Кластеризация ЛФ по доле широтных фракций						Кластеризация ЛФ по доле широтных групп					
Зона, подзона	Под-клас-тер	Стат. показа-тели	Доли фракций (%) и статистические показатели			Зона, подзона	Под-клас-тер	Стат. показа-тели	Доли фракций (%) и статистические показатели		
			А	ГА	Б				А	ГА	Б
ПП, сАТ	Пб1	ср. ± σ Δ* V**, %	96.52 ± 2.91 93–100 3.01	0.78 ± 0.75 0–1.6 96.1	2.70 ± 2.59 0–5.9 95.9	ПП	Пб2	ср. ± σ Δ V, %	97.09 ± 2.91 93–100 3.01	0.74 ± 0.75 0–1.6 96.1	2.16 ± 2.37 0–4.4 >100
сАТ, юАТ	Пб2	ср. ± σ Δ V, %	84.20 ± 3.30 78–91 3.92	8.71 ± 2.49 5–14 28.6	7.09 ± 1.47 4–9 20.70	АТ	Пб1	ср. ± σ Δ V, %	84.83 ± 3.96 78–93 4.7	8.16 ± 3.16 1–14 38.7	7.01 ± 1.45 4–9 20.7
сев., ср.ГТ	Па2	ср. ± σ Δ V, %	69.70 ± 2.92 66–74 4.19	19.10 ± 2.12 15–24 11.1	11.20 ± 1.49 9–14 13.30	сев., ср.ГТ	Па2	ср. ± σ Δ V, %	69.70 ± 2.92 66–74 4.2	19.10 ± 2.12 16–21 11.1	11.20 ± 1.49 9–14 13.3
юГТ	Па1	ср. ± σ Δ V, %	60.84 ± 2.28 57–63 3.75	24.66 ± 1.16 23–26 4.70	14.50 ± 2.74 12–18 18.90	юГТ	Па1	ср. ± σ Δ V, %	61.68 ± 1.48 59–62 2.4	24.51 ± 1.29 23–26 5.3	13.80 ± 2.61 12–18 18.9
ЮТ, ЛТ	Ia	ср. ± σ Δ V, %	49.27 ± 2.75 45–53 5.58	27.58 ± 1.00 26–29 3.62	23.15 ± 2.49 19–27 10.70	ЮТ	Ia1	ср. ± σ Δ V, %	54.47 ± 3.54 48–57 6.5	26.84 ± 1.06 25–29 3.9	21.70 ± 3.21 17–26 14.8
						ЛТ, гЛТ	Ia2	ср. ± σ Δ V, %	47.78 ± 3.56 42–53 7.4	28.13 ± 1.21 26–30 4.3	24.09 ± 2.74 19–27 11.4
гСТ	I61	ср. ± σ Δ V, %	37,53 ± 2,73 33–42 7.3	29,81 ± 1,94 26–34 6.5	32,66 ± 2,41 28–36 7.40	гСТ (Анабар)	I62a	ср. ± σ Δ V, %	36.98 ± 2.19 34–40 5.9	30.85 ± 2.55 25–32 8.3	32.18 ± 1.75 31–36 5.4
						гСТ (Котуй)	I62в	ср. ± σ Δ V, %	36.85 ± 2.22 34–40 6.0	28.02 ± 1.30 26–29 4.6	35.13 ± 2.51 31–39 7.1
						гСТ (Путорана)	I626	ср. ± σ Δ V, %	35.60 ± 2.17 32–40 6.10	26.02 ± 2.09 24–30 8.03	40.82 ± 2.01 38–44 4.9
рСТ, гСТ	I62	ср. ± σ Δ V, %	32.13 ± 3.91 26–37 12.20	26.11 ± 2.54 24–32 10.20	41.77 ± 2.73 38–49 6.50	рСТ	I61	ср. ± σ Δ V, %	27.61 ± 2.19 26–31 7.9	28.59 ± 2.55 25–32 8.9	43.8 ± 2.91 41–49 6.6

Примечание. ПП – полярные пустыни; сАТ, юАТ – северная и южная полосы арктических тундр (АТ); сев., ср., юГТ – северная, средняя, южная полосы подзоны типичных тундр; ЮТ – подзона южных тундр; ЛТ – лесотундра; гЛТ – горная лесотундра; рСТ, гСТ – равнинная и горная части северотаежной подзоны; А, ГА – арктическая и гипоарктическая фракции; Б – бореальная.

* Диапазон значений.

** Коэффициент вариации.

обеих дендрограммах массив четко делится на два макрокластера – I и II, это деление прослеживается примерно на одном и том же уровне – 50–60 %. Но дальнейшее подразделение на кластеры несколько различается: чем больше параметров задавалось, тем более дробным было деление и тем ниже уровень сходства, на котором оно происходит. За пороговый уровень сходства, выше которого нет смысла проводить дальнейшее деление на подкластеры, мы приняли 90 %. Это высокое сходство, но следует учесть, что все

флоры в пределах арктического и гипоарктического поясов (Юрцев и др., 1978) имеют сходную широтную структуру и сходство между ними и должно быть высокое. Соответственно в описанных вариантах выделялось 7 и 10 подкластеров, расходящихся на уровне 90 % и ниже. Средние значения долевого участия широтных фракций в выделенных подкластерах при кластеризации по фракциям и по группам даны в табл. 1, где подкластеры расположены по убыванию доли Афр и возрастанию доли Бфр.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В первом варианте кластеризации ЛФ по соотношению широтных фракций (рис. 1, А) макрокластер I объединяет флоры, относящиеся к южной части гипоарктического пояса в понимании Б.А. Юрцева (1966). В этих ЛФ сумма ГАфр и Бфр фракций почти всегда преобладает над Афр. На уровне сходства 83 % он делится на два кластера. Кластер Ia включает 12 ЛФ, в которых слабо преобладает Афр при примерно равном соотношении ГАфр и Бфр. Все ЛФ кластера Ia приурочены к подзоне южных тундр и лесотундре (как равнинной, так и горной), кроме того в него входят две высокогорные ЛФ плато Путорана – “оз. Боковое” и “оз. Аян” (Петроченко, 1976).

Кластер Iб делится на уровне 89 % на два подкластера – Iб1 и Iб2. Первый объединяет 13 ЛФ, в ко-

торых соотношение фракций примерно равное, второй – 14 ЛФ, в составе которых заметно преобладает Бфр. Локальные флоры подкластера Iб1 сосредоточены в районе Анабарского и Котуйского плато; ключевые участки, для которых они были составлены, характеризуются низкогорным рельефом. В нем выражены все пояса (кроме одного равнинного – “Хатанга”), находящиеся в северотаежной подзоне. К этой же подзоне относятся и почти все ЛФ подкластера Iб2, но они располагаются преимущественно на западе плато Путорана; в приенисейской лесотундре только одна равнинная ЛФ – “Дудинка”, сильно обогащенная бореальными видами, проникающими на север по долине Енисея. И только пять ЛФ, относящихся к этому подкластеру, находятся в восточном секторе – в доли-

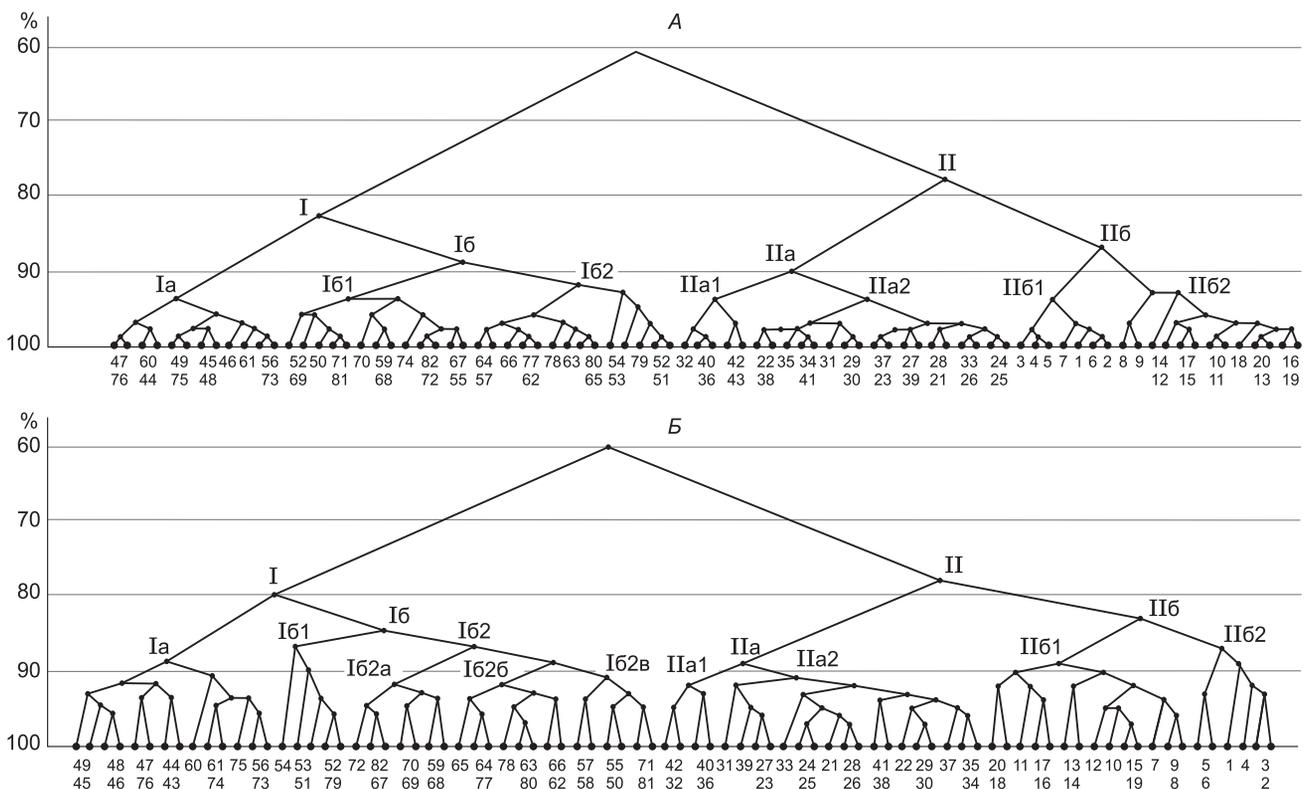


Рис. 1. Дендрограммы сходства локальных флор по спектрам:

А – широтных фракций; Б – широтных групп.

Ia–Iб2 – номера кластеров и подкластеров (см. текст); 1–82 – номера локальных флор ключевых участков: 1 – п-ов Жилой; 2 – о. Октябрьской Революции; 3 – север о. Большевик; 4 – о. Тройной; 5 – о. Свердруп; 6 – мыс Челюскин; 7 – бухта Прончищевой; 8 – р. Нижняя Таймыра; 9 – бухта Книповича; 10 – мыс Стрелегова; 11 – низовья р. Ленивая; 12 – р. Убойная; 13 – мыс Восточный; 14 – о. Сибирякова; 15 – о. Большой Бегичев; 16 – оз. Прончищева; 17 – р. Мамонта; 18 – р. Ленивая; 19 – пос. Диксон; 20 – о. Диксон; 21 – мыс Ефремов Камень; 22 – р. Бикада; 23 – р. Малахай-Тари; 24 – р. Ньюнкаракутари; 25 – устье р. Оленья; 26 – оз. Левинсон-Лессинга; 27 – р. Бол. Боотанкага; 28 – бухта Ледяная; 29 – р. Верхняя Таймыра; 30 – р. Фадьюкуда; 31 – р. Шайтан; 32 – устье р. Логата; 33 – оз. Ая-Турку; 34 – устье р. Тарей; 35 – р. Рагозинка; 36 – пос. Сындасско; 37 – р. Яму-Тарида; 38 – р. Сонасыты-Яму; 39 – оз. Надатурку; 40 – р. Мал. Логата; 41 – оз. Сырутатурку; 42 – р. Пура; 43 – пос. Воронцово; 44 – устье р. Мал. Балахня; 45 – участок Ары-Мас; 46 – участок Лукунский; 47 – р. Агапа; 48 – пос. Кресты Таймырские; 49 – устье р. Черная; 50 – с. Хатанга; 51 – р. Нижний Котуй; 52 – р. Маймечя; 53 – с. Волочанка; 54 – г. Дудинка; 55 – р. Фомич; 56 – Афанасьевские озера; 57 – р. Медвежья; 58 – р. Средняя Маймечя; 59 – оз. Хая-Кюель; 60 – оз. Боковое; 61 – оз. Аян; 62 – оз. Собачье; 63 – оз. Капчук; 64 – оз. Имангда; 65 – гора Талнах; 66 – г. Норильск; 67 – р. Мэрку; 68 – р. Чюстах; 69 – р. Илья; 70 – р. Джогджо; 71 – устье р. Котуйкан; 72 – гора Одихинча; 73 – р. Рассоха; 74 – р. Попигаи; 75 – устье р. Фомич; 76 – пос. Сопочное; 77 – оз. Кутармакан; 78 – оз. Хантайское; 79 – низовья р. Маймечя; 80 – оз. Лама; 81 – р. Эричка; 82 – р. Мэрку Верхняя.

нах рек Хета, Маймеча и Котуй. Для ЛФ этого подкластера, в отличие от предыдущего, характерно преобладание Бфр при доле Афр не более 37 % (см. табл. 1).

Таким образом, ЛФ подкластеров, входящих в кластер Iб, не различаются по широтной приуроченности, обнаруживая скорее меридиональную. По всей видимости, большую роль в их различиях играет ландшафтная структура ключевых участков. Разница в соотношении широтных фракций между подкластерами проявляется только для Бфр (28–36 % в Iб1 и 38–49 % в Iб2), диапазон значений остальных различается очень слабо.

Макрокластер II включает ЛФ арктического и северной части гипоарктического пояса; на уровне сходства 78 % он делится на два кластера – IIа и IIб. Для всех входящих в него ЛФ характерно существенное преобладание Афр (≥ 60 %), колебания остальных весьма существенны – от полного отсутствия обеих до 26 % для ГАфр и 18 % для Бфр.

Все ЛФ кластера II территориально относятся к подзоне типичных тундр, но на “критическом” уровне 90 % кластер делится на два неравных подкластера. Первый – IIа1, объединяет всего пять ЛФ, приуроченных к южной, равнинной полосе типичных тундр. Они отличаются от второго менее высоким процентом Афр (диапазон значений 57–63 % против 67–74 % в IIа2) и более значительной ролью ГАфр (23–26 %, что вполне сопоставимо с ЛФ кластера Iб) и Бфр (12–18 % против 8–14 %) фракций. По доле ГАфр он приближается и к южнотундрово-лесотундровым ЛФ кластера Ia.

Во второй подкластер – IIа2, входят 18 ЛФ северной, горно-предгорной полосы подзоны типичных тундр (горы Бырранга и их южные предгорья) и частично средней, равнинной полосы. Афр вдвое или более преобладает над остальными (см. табл. 1), что обусловлено не только широтным положением, но и повышенной ролью горных метаарктических и арктоальпийских видов, составляющих вместе до 50 % состава ЛФ, которые выходят и на лежащие южнее предгорные равнины, занимая там возвышенные и ошебенные местообитания. Соответственно понижена роль остальных двух фракций.

Кластер IIб объединяет ЛФ подзоны арктических тундр и зоны полярных пустынь. Абсолютно преобладает Афр, доля остальных крайне мала. На уровне сходства 87 % подразделяется на два подкластера. Подкластер IIб1 представлен семью ЛФ, доля Афр в которых выше 90 %, сюда входят все ЛФ полярных пустынь, преимущественно островных, и единственная ЛФ северной полосы арктических тундр – “Бухта Прончищевой”. В ней наиболее высока доля Бфр (6 %), исключительно за счет шести видов арктобореальной группы. В остальных эта фракция либо отсутствует, либо не превышает 4 %. ГАфр занимает не более 1,5 % или отсутствует совсем.

В подкластер IIб2 входят 13 ЛФ подзоны арктических тундр. В их составе Афр занимает 78–90 %, доля ГАфр очень варьирует – от 5 до 14 % (более высокие значения характерны для ЛФ о. Сибирякова и трех ЛФ бассейна р. Ленивая). Доля Бфр составляет от 4 до 9 %, также за счет арктобореальной группы, собственно бореальные виды присутствуют всего в пяти ЛФ, но и там их доля меньше 1 %.

В итоге на дендрограмме четко выделяются семь совокупностей ЛФ, сходных на уровне 90 % по соотношению трех основных широтных фракций. При нанесении на картосхему этих ЛФ видно, что если в тундровой части Таймыра они достаточно четко ложатся на соответствующие подзональные выделы (полярные пустыни, арктические тундры), то в южной, лесотундрово-северотаежной части такое четкое распределение отсутствует, что связано, по-видимому, с перекрытием диапазонов значений для ГАфр и Бфр. Некоторые ЛФ (например, ЛФ “Попигаи”) явно попадают не в свою группу, у этой ЛФ только значения ГАфр вписываются в общий диапазон, а остальные ближе к кластеру Ia.

Второй вариант кластеризации – по широтным группам, дает более достоверные, на наш взгляд, результаты (см. рис. 1, Б). В целом полученные ранее закономерности соблюдаются, но при этом некоторые из описанных кластеров разбиваются, образуя самостоятельные единицы. Практически в том же составе сохраняется макрокластер II, объединяющий ЛФ полярных пустынь, арктических и типичных тундр, характеризующиеся высокими значениями доли Афр (> 60 %), и он также делится на кластеры, объединяющие, соответственно, ЛФ полярных пустынь и подзоны арктических тундр (подкластеры IIб2 и IIб1) и подзоны типичных тундр (IIа) с разделением на ЛФ южной полосы и ЛФ средней и северной полос этой подзоны. При этом ЛФ “Бухта Прончищевой”, в отличие от первого варианта, вошла в “свою” группу ЛФ арктических тундр, а не полярных пустынь.

Другая ситуация наблюдается для макрокластера I, объединяющего более южные ЛФ. Он делится на два кластера. Кластер Ia объединяет ЛФ подзоны южных тундр и лесотундры, но его состав несколько меняется. Как и в предыдущих вариантах, он делится на два, но только при кластеризации по широтным группам это деление идет на уровне сходства < 90 % и при этом четко выделяются подкластеры ЛФ южных тундр (Ia1) и лесотундры, включая горную (Ia2). И самая заметная трансформация происходит в кластере Iб. Вместо двух описанных выше подкластеров при кластеризации по широтным группам выделяется четыре. На самом низком уровне сходства (85 %) отделяется подкластер, объединяющий ЛФ равнинных северотаежных редколесий, расположенных в низовьях рек Енисей (“Дудинка”), Хета (“Волочанка”), Маймеча и Котуй. Все ЛФ остальных трех подкластеров, разделяющихся на уровне сходства 87–89 %, от-

носятся к горным северотаежным лесам и редколесьям, но различаются скорее по географическому положению: I62a – ЛФ Анабарского щита, среди трех подкластеров в них наименьшую роль играет Бфр и входящие в нее группы и максимум остальных, причем среди широтных групп лидирует гипоарктомон-танная, от остальных подкластеров этот отделяется на уровне 87 %; I62b – ЛФ северо-западной части Пу-торана, с максимальной долей Бфр в целом и бореаль-

ной группы; I62в – ЛФ среднего течения рек Котуй и Маймечя, также горно-северотаежные, по всем пока-зателям они промежуточные между первыми двумя подкластерами, но значительно ближе ко второму, впрочем уровень сходства их достаточно велик – 89 %.

Расположение вошедших в определенные под-кластеры ЛФ по результатам последнего варианта кластеризации на территории дано на рис. 2. “Гене-

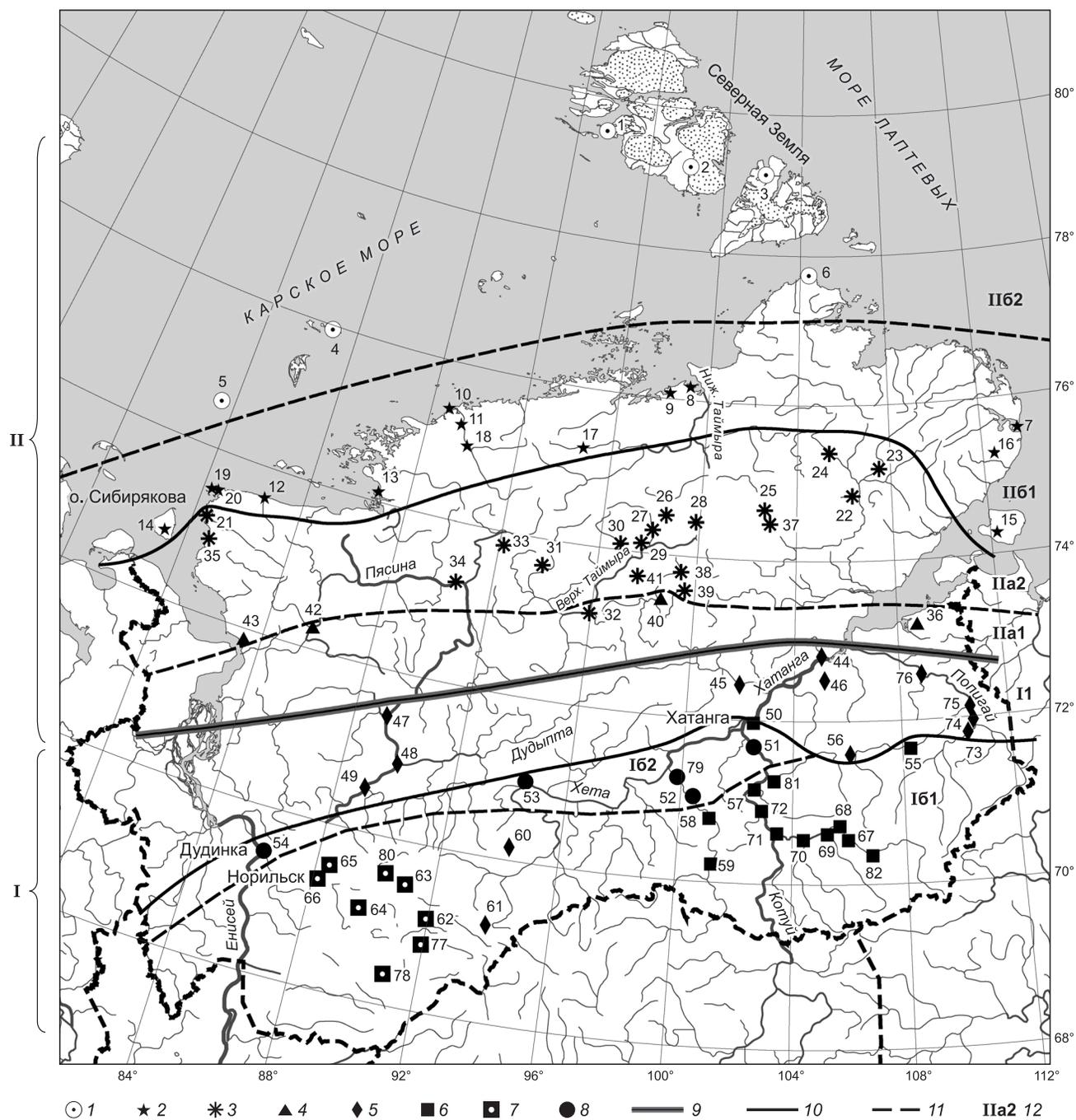


Рис. 2. Картографическое представление границ между кластерами и подкластерами с указанием типов и подтипов локальных флор (см. табл. 2).

Типы и подтипы локальных флор: 1 – высокоарктические; 2 – собственно арктические; 3 – умеренно арктические; 4 – низкоарктические; 5 – умеренно гипоарктические; 6 – гипоарктомон-танная; 7 – гипоарктобореальные; 8 – бореальные. Границы: 9 – генеральная между макрокластерами, 10 – 1-го порядка, 11 – 2-го порядка; 12 – обозначения кластеров и подкластеров.

ральная” граница, соответствующая разделению макрокластеров, проходит примерно по линии, разделяющей подзоны южных и типичных тундр, что соответствует значениям доли Афр <60 % и >60 % (см. табл. 1). В северной части (макрокластер II) граница 2-го порядка, разделяющая входящие в него кластеры Па и Пб, соответствует границе между подзонами арктических и типичных тундр (доля Афр 65–75 % и >75 %). Граница 3-го порядка на севере отделяет арктические тундры от зоны полярных пустынь, а на юге – южную полосу типичных тундр. Все эти границы в целом соответствуют схеме Ю.И. Чернова (1980), кроме последней, поскольку в цитируемой работе полос в пределах подзон не выделяется. Тем не менее в пределах подзоны типичных (северных субарктических) тундр В.Д. Александрова (1977) рассматривает три полосы по признакам растительности – северную, среднюю и южную. По нашему мнению, с точки зрения флористического состава эту полосу следует рассматривать как промежуточный экотон между подзонами типичных и южных тундр в трактовке Б.А. Юрцева с соавторами (1978).

В южной части (макрокластер I) граница 2-го порядка примерно соответствует южной границе лесотундры и постепенного перехода к северотаежной подзоне, где доля Афр снижается до <50 %. Граница 3-го порядка между подкластерами Ia1 и Ia2 неясная, делит ЛФ южных тундр и лесотундры, а на юге, между подкластерами Ib1 и Ib2, за небольшим исключением, идет по северной границе горных поднятий Путорана, Котуйского и Анабарского плато, т. е. уже имеет не зональный, а скорее ландшафтный смысл. Но большинство ЛФ кластера Ib носит гипоарктический, а не бореальный характер, поскольку наличие высотной поясности обуславливает именно ту степень ландшафтного разнообразия, которая обеспечивает примерно равные пропорции видов всех трех фракций – в нижнем поясе преобладает Бфр, в верхнем – Афр, а гипоарктические виды присутствуют по всему профилю. Несмотря на меньшую численность они имеют высокую активность в лесном и подгольцовом поясе.

По сути, основная – генеральная граница должна разделять собственно арктический пояс от бореально-арктического экотона (Юрцев и др., 2004; Юрцев, 2006), где происходит постепенное обогащение арктического комплекса за счет снижения роли бореального. Но на нашей схеме “южный” макрокластер I включает и ЛФ подзоны южных тундр, поскольку резкое насыщение видами бореального комплекса происходит как раз при переходе к ним от типичных тундр (20–26 % против 16–21 %), хотя отнесение этой подзоны к Арктической области и общепринято. Однако следует учесть, что растительность южных тундр в настоящее время безусловно носит тундровый облик, но в геологически недалеком прошлом она была лесотундровой, о чем свидетельствуют многочислен-

ные палеогеографические данные (Белорусова, Украинцева, 1980; Украинцева, 2002; и др.). Флора, будучи более консервативной составляющей растительного покрова, сохранила в своем составе большое количество видов бореального комплекса, что подтверждено полученными результатами. В большинстве обследованных ЛФ этой подзоны присутствует лиственница, хотя бы в стланиковой форме (на западе она распространена по р. Пясины до устья р. Дудыпта, на востоке присутствует во всех ЛФ, вплоть до 73° с.ш.), и везде есть ольховник. Поэтому с точки зрения состава флоры (без учета активности отдельных видов) отнесение этой подзоны к бореально-арктическому экотону кажется вполне правомерным.

В то же время достаточно резкое нарастание доли видов гипоарктического комплекса происходит на нашей схеме уже при переходе от арктических тундр к типичным, что подтверждает отнесение всей подзоны типичных тундр к гипоарктическому поясу (Юрцев, 1966) или к гипоарктической группе подзон (Юрцев и др., 1978), особенно заметно оно при переходе к южной полосе типичных тундр, достигая максимума в горно-северотаежных ЛФ.

Опираясь на полученные данные, мы попытались охарактеризовать типы флор Таймыра, соответствующие определенным широтным выделам, дать для них количественные придержки по доле определенных фракций и групп и сравнить с данными других авторов (табл. 2). За основу, как и во всех других работах, мы взяли долю Афр, как основной при анализе флор арктического и гипоарктического поясов. Придерживаясь выделенных на дендрограммах совокупностей ЛФ, мы обозначили следующие типы, некоторые из них сочли возможным разделить на подтипы, как это было сделано в работе Б.А. Юрцева (1981).

Высокоарктический тип: доля Афр – >90 %, Гафр – <2 %, Бфр – <5 %. В составе Афр доля арктической группы составляет 26–41 %, арктоальпийской – 24–30 %, долевое участие этих групп наивысшее. К этому типу мы отнесли все ЛФ полярных пустынь (см. рис. 2, 1).

Арктический тип: доля Афр – 56–89 %, доли остальных фракций колеблются в зависимости от этого, а также от доли отдельных групп, выделяются три подтипа:

а) **собственно арктический:** доля Афр – 80–89 %, Гафр – <15 %, Бфр – 5–9 %. В составе Афр наиболее высока роль метаарктической группы (36.8 %), доли арктической и арктоальпийской высокие, но ниже, чем в ЛФ высокоарктического типа. В составе Бфр собственно бореальные виды отсутствуют, минимум (0–0.8 %) составляют полизональные, преобладают арктобореальные (5–8 %). Гипоарктическая фракция представлена очень неровно – от 1–5 % в наиболее северных ЛФ до 10–14 % в западных и континентальных, причем доминируют собственно гипоарктичес-

Сравнение количественных характеристик выделенных типов и подтипов ЛФ с данными других авторов

Доля широтных фракций, % (по результатам кластеризации)			Типы и подтипы ЛФ				
			Данные авторов (Таймыр)		Юрцев, 1981 (Чукотка)	Петровский, Королева, 1981 (Зап. Чукотка)	Секретарева, 2010 (вся Арктика России)
Афр	ГАфр	Бфр	Тип	Подтип			
≥90	<2	<5	Высокоарктический	–	Высококриофитный	Арктический	Высокоарктический
80–89	3–15	5–9	Арктический	Собственно арктический			
65–79	15–23	9–14		Умеренно арктический			
56–65	23–26	13–18		Низко-арктический	Умеренно высококриофитный	Арктический	
40–55	25–30	20–25	Гипоарктический	Умеренно гипоарктический	Умеренно криофитный		Гипоарктический
30–39	26–35	31–39		Гипоаркто-монтанный	Умеренно низкокриофитный	Гипоарктический	
30–36	24–26	38–44		Гипоаркто-бореальный			Бореальный
≤30	25–32	41–49	Бореальный	Бореальный	Низкокриофитный	Бореальный	

кие виды, только в ЛФ северных предгорий несколько выше доля гипоарктомонтанных. Все ЛФ этого подтипа сосредоточены в подзоне арктических тундр (см. рис. 2, 2).

б) **умеренно арктический**: доля Афр – 65–79 %, ГАфр – 15–23 %, Бфр – 9–14 %. Состав Афр изменяется незначительно, но заметно снижается доля арктической группы (12–18 % против 19–28 % в ЛФ предыдущего подтипа). Состав ГАфр варьирует в зависимости от ландшафтной приуроченности участков – в ЛФ гор и предгорий всегда выше доля гипоарктомонтанных видов. В составе Бфр доля видов арктобореальной группы (в сумме с арктобореально-монтанной) – 8–13 %, собственно бореальных видов по-прежнему мало, но выше, чем в ЛФ предыдущего подтипа – до 1–2 % (см. рис. 2, 3).

в) **низкоарктический**: доля Афр колеблется в близких пределах (56–65 %), но резко возрастает доля других фракций – ГАфр 23–26 %, Бфр – 13–18 %. Это ЛФ южной полосы типичных тундр. Доля арктической и арктоальпийской групп еще ниже (1–14 и 17–21 %), метаарктической остается на прежнем уровне. Почти в 2 раза увеличивается доля бореальной группы (до 4 %), арктобореальная составляет 9–12 %; в пределах ГАфр гипоарктомонтанная группа преобладает над гипоарктической: 16–18 % против 10–12 % (см. рис. 2, 4).

Гипоарктический тип: доля Афр – 30–55 %, доля ГАфр – 25–40 %, Бфр – 20–39 %. Мы выделили два подтипа, различающихся соотношением двух последних фракций и входящих во фракции групп:

а) **гипоарктический**: доля Афр (40–55 %) > ГАфр (25–35 %) > Бфр (20–25)%, т. е. пропорции Афр: ГАфр + Бфр примерно соответствуют 5:5. В составе Афр доминирует метаарктическая группа (21–29 %),

доля остальных понижена, среди ГАфр отчетливо преобладает гипоарктомонтанная группа, особенно в горно-лесотундровых ЛФ. Доля бореальных и арктобореальных видов в составе Бфр почти одинакова (6–14 % против 11–14 %). Это ЛФ подзоны южных тундр и лесотундры, включая горные редколесья северных предгорий и высокогорий Путорана и Анабарско-Котуйского массива (см. рис. 2, 5).

б) **гипоарктомонтанный**: доля Афр – 30–39 %. Доля ГАфр самая высокая среди всех типов и подтипов – 26–35 %, причем доля гипоарктомонтанной группы почти вдвое выше гипоарктической (16–22 % против 9–12 %). В составе Бфр (31–39 %) доля бореальной группы выше, чем арктобореальной (17–21 % против 11–16 %). Таким образом, соотношение фракций здесь почти равное, что является признаком “классической” гипоарктической флоры. Локальные флоры с такими показателями приурочены к горным лесам и редколесьям Анабарско-Котуйского массива, лежащим уже в северотаежной подзоне. Пропорции широтных групп и фракций сильно варьируют в зависимости от конкретных физико-географических условий – высоты гор, характера пород, наличия или отсутствия развитой долины и др., но в целом сохраняется соотношение фракций Афр > Бфр > ГАфр (см. рис. 2, 6).

в) **гипоарктобореальный**: Бфр (38–44 %) > Афр (30–36 %) > ГАфр (24–26 %). В составе Бфр (и во всем спектре групп) преобладает бореальная группа (25–30 %), в составе ГАфр – гипоарктомонтанная (15–18 %). Это значительно отдаленные от предыдущих ЛФ западного сектора плато Путорана, где в нижнем поясе развиты настоящие таежные леса, в том числе со значительным участием ели и лесных видов, находящихся там на северном и восточном пределах рас-

пространения (см. рис. 2, 7). Основное его отличие от предыдущего подтипа – высокая доля видов бореальной фракции. По ряду признаков (и по положению на дендрограмме) их можно было бы отнести к бореальному типу, но по значительному участию Афр, сравнимому с остальными подтипами гипоарктического типа, и гипоарктомонтанной группы все же скорее – к гипоарктическому.

Бореальный тип: Бфр занимает ведущее положение (41–49 %), доля Афр – ≤30 %, ГАфр незначительна

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлагаемая схема совершенно не претендует на универсальность, но является иллюстрацией одного из региональных вариантов широтного распределения ЛФ. Сравнение данных, приведенное в табл. 2, показывает, что наибольшие несоответствия типизации ЛФ Таймыра с другими регионами наблюдаются в разделении высокоарктического и арктического типов, в то время как значения соотношения фракций для гипоарктического и бореального типов примерно совпадают. По всей вероятности, это связано с тем, что при выделении типов флор только на Таймыре имеется полный зональный спектр ЛФ, и поэтому существует четкое разделение их на полярно-пустынные (высокоарктические) и арктические. Именно благодаря этому удалось проследить смену состава широтных элементов и, соответственно, типов флор по всему меридиану вплоть до северотаежной подзоны, находящейся за границей Арктики в трактовке В.Д. Александровой (1977) и Б.А. Юрцева (Юрцев и др., 1978), т. е. в области бореально-арктического экотона, что представляется нам наиболее интересным. А.И. Толмачев (1986: 125) считал, что уже “начиная с пространств, флора которых имеет выраженный гипоарктический характер, мы вступаем в пределы Арктики как флористической области”. В данном случае мы видим, что таким характером обладают ЛФ, расположенные значительно южнее южной границы тундровой зоны, хотя при этом надо учитывать горный характер территории. Ничего странного в этом нет, поскольку они расположены в пределах единого гипоарктического пояса, хотя Б.А. Юрцев (1977: 133) отмечал, что, несмотря на сходство флор, присоединять эти районы к Арктической флористической области “можно считать принципиально возможным с точки зрения правил районирования”, но нецелесообразным. Тем не менее мы полагаем, что для задач ботанико-географического (не геоботанического!) зо-

ее превышает (25–32 %). Среди широтных групп отчетливо доминирует бореальная (23–34 %), на втором месте – гипоарктомонтанная (13–18 %); наименьшие значения свойственны арктической группе – 1–3 %; 12–16 % составляет метаарктическая, наиболее представленная в составе Афр. Бореальная фракция занимает преобладающее положение (>40 %), доля Афр колеблется в пределах 26–36 %, ГАфр – 25–30 %, с преобладанием гипоарктомонтанной группы (см. рис. 2, 8).

нирования и районирования такое присоединение вполне уместно и позволит более точно проследить изменения состава и структуры флор (как локальных, так и региональных) на широтном градиенте.

Из приведенных для Центрально-Сибирского сектора Арктики и Субарктики цифровых характеристик видно, насколько плавно, с перекрытием диапазонов значений доли широтных фракций, происходит смена типов флор в пределах гипоарктического пояса (в отличие от Арктики). В связи с этим интересно, что только несколько ЛФ, лежащих в равнинной части северотаежной подзоны, можно причислить без особых сомнений к бореальному типу, даже горно-таежные флоры Путорана склоняются к гипоарктическому, а ЛФ высокогорий – к типично гипоарктическим по соотношению фракций. Эта “мозаика” ЛФ свойственна именно широкой полосе бореально-арктического экотона, где конкретная ландшафтная ситуация в значительной степени влияет на характер флоры, обеспечивая условия для доминирования той или иной фракции. Виды каждой из них находят свои оптимальные ниши и в зависимости от соотношения последних фракции занимают преобладающее или подчиненное положение.

Безусловно, было бы интересно сравнить полученные данные с ЛФ других секторов Арктики и Субарктики, что позволило бы провести более точные (по крайней мере единообразные) границы в системе выделения ботанико-географических зон и подзон. Это одна из дальнейших задач наших исследований.

Благодарности

Мы благодарны коллективу Лаборатории растительности Крайнего Севера Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН (г. Санкт-Петербург) за постоянную поддержку и помощь в работе и совместное сотрудничество, что и способствовало появлению настоящей работы.

ЛИТЕРАТУРА

- Александрова В.Д. Геоботаническое районирование Арктики и Антарктики. Л., 1977. 187 с.
- Белорусова Ж.М., Украинцева В.В. Палеогеография позднего плейстоцена и голоцена бассейна р. Новой на Таймыре // Бот. журн. 1980. Т. 65, № 3. С. 386–389.
- Матвеева Н.В. Зональность в растительном покрове Арктики. СПб., 1998. 219 с.
- Новиковский А.Б. Возможности и принципы работы программного модуля “Graphs” // Автоматизация научных исследований / Коми научный центр УрО РАН; Вып. 27. Сыктывкар, 2004. 31 с.

- Петровский В.В., Королева Т.М.** К флоре дельты р. Колымы // Бот. журн. 1979. Т. 64, № 1. С. 19–31.
- Петровский В.В., Заславская Т.М. (Королева).** К флоре правобережья р. Колымы близ ее устья // Там же. 1981. Т. 66, № 5. С. 662–673.
- Петроченко Ю.Н.** Обзор обследованных участков конкретных флор Путорана // Флора Путорана. Новосибирск, 1976. С. 32–39.
- Пармузин Ю.П.** Средняя Сибирь. Очерк природы. М., 1964. 310 с.
- Поспелова Е.Б., Поспелов И.Н.** Флора сосудистых растений Таймыра и сопредельных территорий. Ч. 1. Аннотированный список флоры и ее общий анализ. М., 2007. 457 с.
- Секретарева Н.А.** О терминологии географических широтных элементов в Арктике // Бот. журн. 2010. Т. 94, № 4. С. 448–463.
- Толмачев А.И.** Флора центральной части Восточного Таймыра. Ч. I // Тр. Полярной Комиссии АН СССР. 1932. Вып. 8. 126 с.
- Толмачев А.И.** Теоретические проблемы изучения флоры Арктики // Методы сравнительной флористики и проблема флорогенеза. Новосибирск, 1986. С. 110–131.
- Украинцева В.В.** Растительность и климат Сибири эпохи мамонта. Красноярск, 2002. 192 с.
- Чернов Ю.И.** Жизнь тундры. М., 1980. 236 с.
- Юрцев Б.А.** Гипоарктический ботанико-географический пояс и происхождение его флоры. М.; Л., 1966. 93 с.
- Юрцев Б.А.** О соотношении арктической и высокогорных субарктических флор // Проблемы экологии, геоботаники, ботанической географии и флористики. Л., 1977. С. 125–138.
- Юрцев Б.А.** Распределение криофитов во флорах Чукотской тундры // Биол. проблемы Севера. 9-й симпозиум: Тез. докл. Ч. 1. Сыктывкар, 1981. С. 50.
- Юрцев Б.А.** Использование индексов региональной встречаемости и региональной активности для ботанико-географического анализа растительного покрова // Бот. журн. 2006. Т. 91, № 3. С. 375–391.
- Юрцев Б.А., Толмачев А.И., Ребристая О.В.** Флористическое разграничение и разделение Арктики // Арктическая флористическая область. Л., 1978. С. 9–104.
- Юрцев Б.А., Зверев А.А., Катенин А.Е., Королева Т.М., Кучеров И.Б., Петровский В.В., Ребристая О.В., Секретарева Н.А., Хигун О.В., Ходачек Е.А.** Пространственная структура видового разнообразия локальных и региональных флор Азиатской Арктики // Бот. журн. 2004. Т. 89, № 11. С. 1689–1727.