

Sabatier S., Barthelemy D. Growth dynamics and morphology of annual shoots according to their architectural position in young *Cedrus atlantica* (Endl.) Manetti ex Carrière (*Pinaceae*) // Ann. Bot. 1999. Vol. 84. P. 387—392.

Sabatier S., Barthelemy D. Annual shoot morphology and architecture in Persian Walnut, *Juglans regia* L. (*Juglandaceae*) // Acta Horticulturac. 2001. Vol. 544. P. 255—264.

SUMMARY

The structure of the upper crown is studied in generative trees *Tilia platyphyllos* Scop. of three age states: young, mature, old. The study was made of annual shoots, biennial shoot systems, axes of all orders of branching, branches rising from the trunk. Three types of biennial shoot systems are distinguished, which form the main and skeletal axis in branches and are specific to the certain age states, namely two growth types and one structural type. Changes at different studied levels of the organization are revealed, which lead to the formation of the crown shape characteristic of each generative age state.

Key words: annual shoot, shoot system, axis, branch structure, crown structure, individual age state, *Tilia platyphyllos* Scop.

УДК 581 : 581.9

Бот. журн., 2012 г., т. 97, № 9

© Т. М. Королева,¹ А. А. Зверев,² А. Е. Катенин,¹ В. В. Петровский,¹
И. Н. Поспелов,⁴ Е. Б. Поспелова,³ О. В. Ребристая,¹
О. В. Хитун,¹ С. В. Чиненко¹

ШИРОТНАЯ ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЛОКАЛЬНЫХ ФЛОР АЗИАТСКОЙ АРКТИКИ: АНАЛИЗ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ГРУПП И ФРАКЦИЙ

T. M. KOROLEVA, A. A. ZVEREV, A. E. KATENIN, V. V. PETROVSKY,
I. N. POSPELOV, E. B. POSPELOVA, O. V. REBRISTAYA, O. V. KHITUN,
S. V. CHINENKO. LATITUDINAL GEOGRAPHICAL STRUCTURE OF LOCAL FLORAS
IN THE ASIAN ARCTIC: SURVEY OF GROUPS AND FRACTIONS DISTRIBUTION

¹ Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН
197376 С.-Петербург, ул. Проф. Попова, 2
E-mail: korolevatm@gmail.com

² Томский государственный университет
Томск
E-mail: ibiss@rambler.ru

³ Московский государственный университет.
Государственный биосферный заповедник «Таймырский»
Москва

⁴ Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН
Москва, Государственный биосферный заповедник «Таймырский»
Москва

E-mail: taimyr@orc.ru
Поступила 19.04.2012

Представлена двухступенчатая система широтных географических элементов, разработанная в Лаборатории растительности Крайнего Севера БИН РАН. Она включает 7 групп, объединяемых в 3 фракции. На основе сети из 137 локальных флор рассмотрены особенности распределения двух показателей (числа видов и долевого (%) участия во флоре) этих групп и фракций по территории Ямало-Гыданского, Таймырского и Чукотского секторов Азиатской Арктики и Субарктики. Оценивается связь изменений этих параметров со сменой подзональных выделов тундровой зоны и прилегающих лесотундровых территорий.

Ключевые слова: биомониторинг, локальные флоры, биоразнообразие, широтные географические группы и фракции, флористические рубежи, зональные и подзональные границы, Азиатская Арктика.

Статья продолжает серию публикаций коллектива авторов (Юрцев и др., 2001, 2002, 2004; Королева и др., 2006, 2007, 2008, 2011, и др.) с обсуждением результатов многолетних исследований флоры, освещающих разные аспекты структуры локальных (далее ЛФ) и региональных флор (далее РФ) сети пунктов мониторинга биоразнообразия Азиатской Арктики (Юрцев, 1997). Географический анализ флор предполагает исследование параметров их долготной и широтной структуры. Долготная структура ЛФ и РФ была охарактеризована в двух предыдущих статьях (Королева, Зверев и др., 2008, 2011), где также подробно рассмотрены материалы и методы, используемые и в настоящей работе, посвященной анализу параметров широтной структуры 137 локальных флор. В данной статье мы рассмотрим особенности распространения всех широтных групп и фракций по территории трех секторов Азиатской Арктики, а результаты анализа спектров (соотношений) широтных групп и фракций предполагается рассмотреть в следующей, завершающей этот обзор, статье.

Логично предположить, что параметры широтной структуры локальной флоры (число видов и долевое (%) участие во флоре каждой группы и фракции) отражают зональную принадлежность ее территории, и вследствие этого позволяют уточнить наличие и количество зональных и подзональных выделов (или полос) и положение границ между ними. Насколько сходны эти параметры в одноименных подзонах тундровой зоны из разных ее секторов и индицируют ли они принадлежность территории ЛФ к подзональному выделу, можно выяснить, опираясь на данные сети локальных флор, расположенных в разных подзонах и разных провинциях Арктики. Сравнимые сектора разнообразны по господствующему рельефу и климату, но расположены в основном в пределах одной зоны — тундровой. На равнинных территориях полуостровов Ямал и Гыдан пространственное распределение растительности определяется прежде всего факторами солености и близостью к морским побережьям, а границы подзон в основном совпадают с изотермами июля. На Таймыре ситуация несколько усложняется из-за горного массива Бырранга, наиболее высокие участки которого приурочены к восточной части полуострова, где климат характеризуется еще и большей континентальностью, хотя и здесь в основном сохраняется равномерность широтного простираения подзон. Более сложная картина зональности наблюдается на Чукотке — территории с доминированием горного рельефа, омываемой с двух сторон обширными холодными морями, где резко проявляется градиент океаничности — континентальности и подзоны имеют и широтное, и, возможно, долготное простираение. Для оценки степени совпадения проводимых в разных схемах подзональных границ тундровой зоны северной окраины азиатской части России нами были сведены на единую картосхему границы подзон, предлагаемые авторами нескольких вариантов зонального подразделения Арктики (Александрова, 1977; Юрцев и др., 1978; Матвеева, 1998; Elvebakk et al., 1999; САУМ, 2003). В публикуемом варианте на картах нанесены границы подзон только по схеме САУМ, как результирующей все предыдущие достижения и более всего соответствующей наблюдаемым градиентам параметров широтных групп и фракций. Авторами принята двухступенчатая система широтных географических групп и фракций, разработанная по инициативе А. И. Толмачева, и отчасти вместе с ним, сотрудниками Лаборатории растительности Крайнего Севера БИН РАН для нескольких секторов азиатской Арктики (Ребристая, 1977; Юрцев и др., 1978, 1979; Петровский, Королева, 1979; Петровский, 1988; Ребристая и др., 1989; Поспелова, Поспелов, 2002, 2007; Юрцев и др., 2010, и др.). Эта система была унифицирована нами для всех секторов и, согласно этой системе, выделены три широтные географические фракции, состоящие из семи групп. Б. А. Юрцевым (Юрцев, 1981; Юрцев

и др., 2001) поздние названия фракций были изменены, но мы сохранили прежние названия, по нашему мнению, точнее отражающие содержание этих категорий.

Система широтных географических групп и фракций Азиатской Арктики

I. Арктическая фракция (АФр) — включает виды, ареалы которых приурочены только к тундровой зоне или к ней и горнотундровым поясам северных или южных высокогорий, и состоит из 3 групп:

1. А — Арктическая группа (виды распространены только в тундровой зоне);
2. МА — Метаарктическая группа (виды встречаются в тундровой зоне и выходят за ее пределы только в горнотундровых поясах прилегающих субарктических высокогорий);
3. А-АЛ — Арктоальпийская группа (ареалы видов приурочены к тундровой зоне и горнотундровым поясам и северных, и южных высокогорий).

II. Гипоарктическая фракция (ГАФр) — включает виды, распространенные в подзоне северной (изредка и средней) тайги и в подзонах южных и типичных тундр (реже в подзоне арктических тундр), в верхней части лесного пояса и в горнотундровых поясах северных и южных высокогорий, и состоит из 2 групп:

4. ГА — Гипоарктическая группа (виды распространены в подзоне северной, реже и средней, тайги и в тундровой зоне, изредка и в подзоне арктических тундр);
5. ГА-М — Гипоаркто-монтанная группа (виды распространены в подзоне северной, реже и средней, тайги и в тундровой зоне, в верхней части лесного пояса и горнотундровых поясах южных высокогорий).

III. Бореальная фракция (БФр) — включает виды, распространенные во всех подзонах таежной зоны (включая и южную) и, как правило, незначительно заходящие в тундровую зону.

6. А-Б — Арктобореальная группа (виды распространены в таежной зоне и широко заходят в тундровую зону, сюда же включены и виды, характерные еще и для степной зоны — АБС, и для южных высокогорий — АБМ);
7. Б — Бореальная группа (виды распространены в таежной или степной (БС) зоне и незначительно заходят в тундровую зону (как правило, отсутствуют в подзоне арктических тундр), сюда же включены бореально-монтанные (БМ) и полнзональные (БП) виды со сходным поведением на севере.

Очевидно, что уже в самой системе широтных географических групп и фракций, учитывающей расположение ареала вида только в растительных зонах и верхних поясах гор, которые ареал вида охватывает, заложена информация, которая может быть использована в качестве индикатора принадлежности территории флоры к той или иной растительной подзоне и зоне.

Распространение видов 7 широтных групп в трех секторах Азиатской Арктики

Представленность разных широтных групп в Азиатской Арктике после унификации данных для сравниваемых секторов отличается от ранее опубликованных данных по разным регионам (например, Юрцев и др., 2001, 2004, 2010; Секретарева, 2004; Хитун и др., 2007; Флора Якутии, 2010, и др.), так как нередко авторами принимался секторальный подход к выявлению зонально-широтной принадлежно-

сти ареалов видов и один и тот же вид относили к разным широтным группам даже в соседних секторах (см. также: Секретарева, 2010). Использование данных по широтной структуре ЛФ требует подробного исследования характера изменений этих показателей по территории изучаемых секторов.

Наибольший интерес представляет распределение числа видов арктической (А) группы («эварктов» в трактовке А. И. Толмачева, 1952), как самой специфической для Арктики. По территории трех секторов прослеживаются ярко выраженные и широтно-зональный, и долготный тренды — во всех секторах с юга на север и с запада на восток их число увеличивается. В Ямало-Гыданском секторе — от 5—9 на юге до 15—17 (до 22) видов на севере, с максимумом на крайнем северо-востоке Гыдана, в Таймырском секторе — от 3—12 видов на юго-западе, у границы с лесотундрой, до 20—24 во всех ЛФ северной половины полуострова и 30—35 (до 39) видов в окрестностях оз. Таймыр (в последнем случае это связано с гористым рельефом территории и наиболее широким набором экотопов). В подзоне полярных пустынь и на островах в этих секторах их число снижается (до 11—14), как снижается и общее богатство флор. В Чукотском секторе закономерное, но незначительное увеличение числа арктических видов с юга на север (от 6—8 до 10—18 и до 30—35 — на побережье) прослеживается только на его западной территории, а в центральной и восточной — идет резкое возрастание от центральных и южных районов к восточной окраине материка. Максимальное число этих видов отмечено на о-ве Врангеля (50—80 видов, до 97), несмотря на относительно южное (по сравнению с Таймыром) географическое положение острова, и объяснимо тем, что на острове сохранилось много представителей древнего ядра арктической флоры, продолжают процессы видообразования и сформировались многие эндемичные арктические расы. Также многочисленны представители арктической группы на восточном побережье Чукотского п-ова (45—55, до 74 видов). Довольно высокая (не менее 16—20 видов) численность арктических видов во всех ЛФ Восточной Чукотки (и 30—40 на ее побережьях) известна давно и объясняется суровыми климатическими условиями, несмотря на ее относительно низкоширотное положение, и богатой историей формирования флоры этой территории как части древней Берингии, а также продолжающимися в современную эпоху процессами видо- и формообразования, что нашло отражение в довольно большом числе новоописанных видов и подвидов, преимущественно эндемичных, из этого региона, заметно пополнивших богатство ЛФ таксонами именно этой группы. Еще более четко прослеживается широтный тренд в изменении долевого (%) участия видов арктической группы в ЛФ (рис. 1). Ступенчатое изменение доли этих видов явно приурочено к определенным широтным выделам: не более 2—4% у границы леса и в подзоне стлаников (зона Е — здесь и далее по схеме САУМ, преимущественно Чукотский сектор), 5—7% в подзоне южных тундр (зона Е в западных секторах и зона Д в Континентальной Чукот-

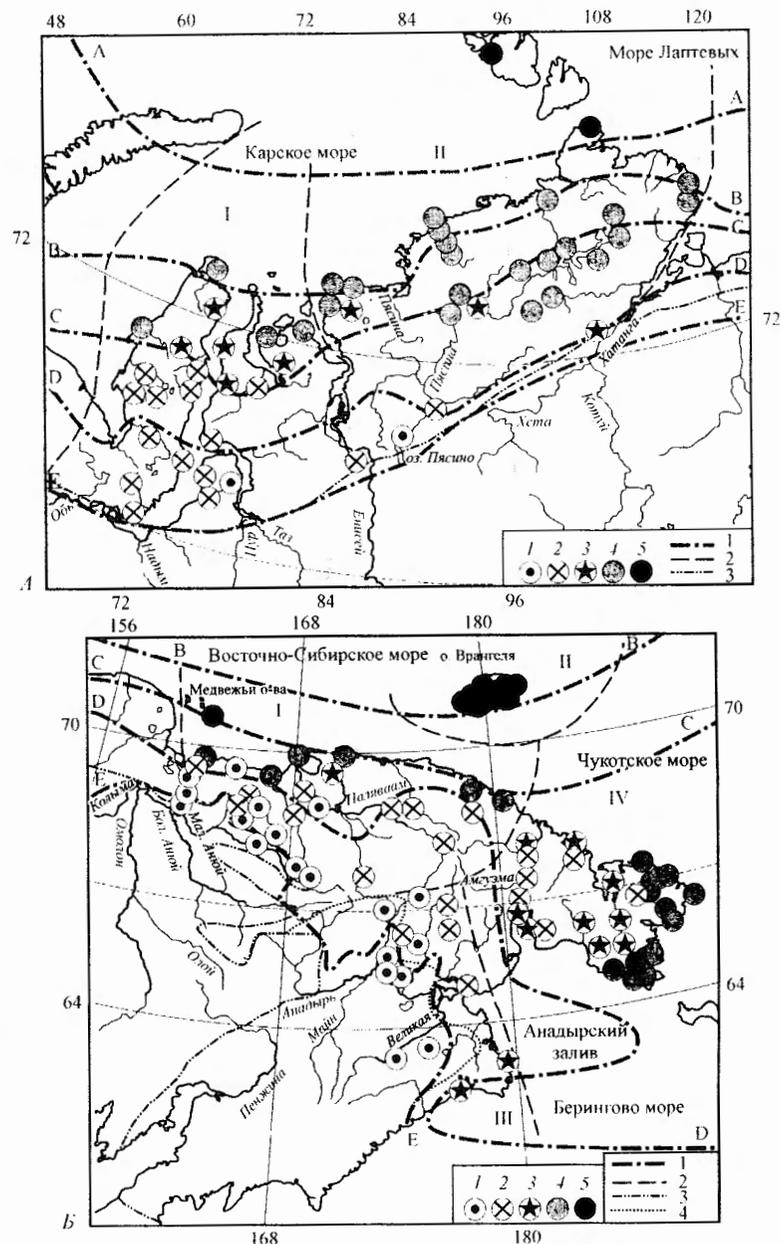


Рис. 1. Доля видов арктической группы в локальных флорах трех секторов Азиатской Арктики. 1 — 1.5—3.8%, 2 — 4.0—6.6, 3 — (6.9) 7.0—9.6, 4 — (9.9) 10.0—18.0, 5 — 20.0—29.8%. Здесь и на рис. 1—6: 1 — границы подзон по САУМ, 2003, с обозначением названия подзоны литерой: А — подзона высокоарктических тундр (по: Юрцев и др., 1978) или зона полярных пустынь (Матвеева, 1998); В — северный вариант подзоны арктических тундр по Юрцеву и др., подзона арктических тундр по Матвеевой; С — южный вариант подзоны арктических тундр по Юрцеву и др., подзона типичных тундр по Матвеевой; Д — подзона северных гипоарктических тундр по Юрцеву и др., подзона южных тундр по Матвеевой; Е — подзона южных гипоарктических тундр по Юрцеву и др., подзона южных тундр по Матвеевой (сопоставление схем приводится из пояснительного текста к карте САУМ, табл. 2). 2 — граница лиственного леса; 3 — граница крупных стлаников (*Pinus pumila*). Римскими шифрами на картосхеме обозначены провинции (секторы): западные — на картосхеме А: I — Ямало-Гыданская; II — Таймырская, Чукотский сектор — на картосхеме Б: I — Континентально-Чукотская, II — Врангелевская, III — Южночукотская, IV — Берингийско-Чукотская.

ке); 7—10 % — в подзоне типичных тундр (зона Д — в западных секторах и на Берингской Чукотке); 10—18 % — в подзоне арктических тундр в западных секторах (зона С), а на Чукотке такой диапазон присущ флорам полуострова и всего северного побережья (но здесь это зона Д); и более 20 % (20—30 %) — на арктических островах (в зоне А — Таймырского сектора и зонах С и В — Чукотского сектора). Очевидно, что роль видов этой группы в одноименных подзонах в западных секторах и на Чукотке немного различается по степени участия во флоре.

Вторая очень характерная именно для тундровой зоны группа — **метаарктическая** (МА), была выделена Б. А. Юрцевым из состава арктоальпийской, что справедливо, так как виды с такими ареалами преимущественно являются арктическими горными, а не горнотундровыми или гольцовыми, т. е. характерными для пояса горных тундр южных высочайших гор. МА группа оказалась самой многочисленной в подавляющем большинстве исследуемых 137 ЛФ, но широтный тренд в изменении ее численности в ЛФ в отличие от предыдущей группы выражен слабее (от 10 до 40 видов в западных секторах, а на Чукотке почти не прослеживается), а сильнее — долготный: от 10—20 видов на равнинах юга Ямала и Тазовского п-ова, 60—80 видов в горах на Восточном Таймыре и на Западной Чукотке, до самых высоких значений — 90—115 видов — в восточной половине Чукотского сектора. Долевое (%) участие видов этой группы в составе большинства ЛФ также высокое и несколько отличается от такового арктической группы. Широтный тренд более или менее четко прослеживается в западных секторах, где можно заметить 3—4 полосы с увеличением роли этих видов с юга на север. Так, в Ямало-Гыданском секторе таких полосы 3: крайний юг с участием МА видов <10 %, самый север — в подзоне арктических тундр (21—30 %) и центральная часть с промежуточными значениями. На Таймыре низким (<20 %) значением доли этих видов характеризуются только 2 ЛФ на его юго-западе, значения 20—30 %, характерные для севера Ямала и Гыдана, здесь отмечаются в подзоне типичных тундр, а более 30 % — в самых северных ЛФ Таймыра. В Чукотском секторе такое высокое участие МА видов отмечается только в ЛФ о-ва Врангеля и Чукотского п-ова, а в большинстве материковых ЛФ отмечается тоже 20—30 % этих видов, только в одной ЛФ, относящейся к подзоне северной тайги, их меньше 12 %. Таким образом, по показателям этой группы заметное изменение (снижение до 11—20 %) фиксируется только в самых южных ЛФ (в подзоне Е, в лесотундре и окраине северной тайги), а основная часть территории рассматриваемых секторов отличается незначительным варьированием доли этих видов.

Третья характерная для тундровой зоны группа — **арктоальпийская** (А-АЛ) — тоже широко представлена в ЛФ и играет большую роль в их составе. Наблюдается небольшое снижение ее численности на южной и северной границах тундровой зоны — на самом юге Ямала, Тазовского п-ова, побережьях севера-востока Таймыра, о-ве Четырехстолбовом и юго-западе Западной Чукотки (пос. Черский) их меньше 30, а на самом севере в Таймырском секторе (в зоне полярных пустынь) — меньше 20. Число арктоальпийских видов во всех секторах довольно постоянно, но в своих пределах: в Ямало-Гыданском секторе их в основном 30—40, в Таймырском — 40—60 (до 70), в Чукотском — 50—70 (до 80), но на о-ве Врангеля, как и на Таймыре — 35—60. И по доле (%) видов этой группы в ЛФ (рис. 2) прослеживаются лишь небольшие колебания (16—24 %), но в западных секторах широтный тренд выражен (16—20 % — подзона Е, 20—24 % — подзона Д, а более 25 % — подзоны В и А), а в Чукотском секторе дифференциация отсутствует и самое низкое значение (9 %) наблюдается возле границы леса лишь в одной ЛФ.

Таким образом, участие во флорах групп, входящих в состав арктической фракции, в среднем увеличивается с юга на север в пределах тундровой зоны. Эта зако-

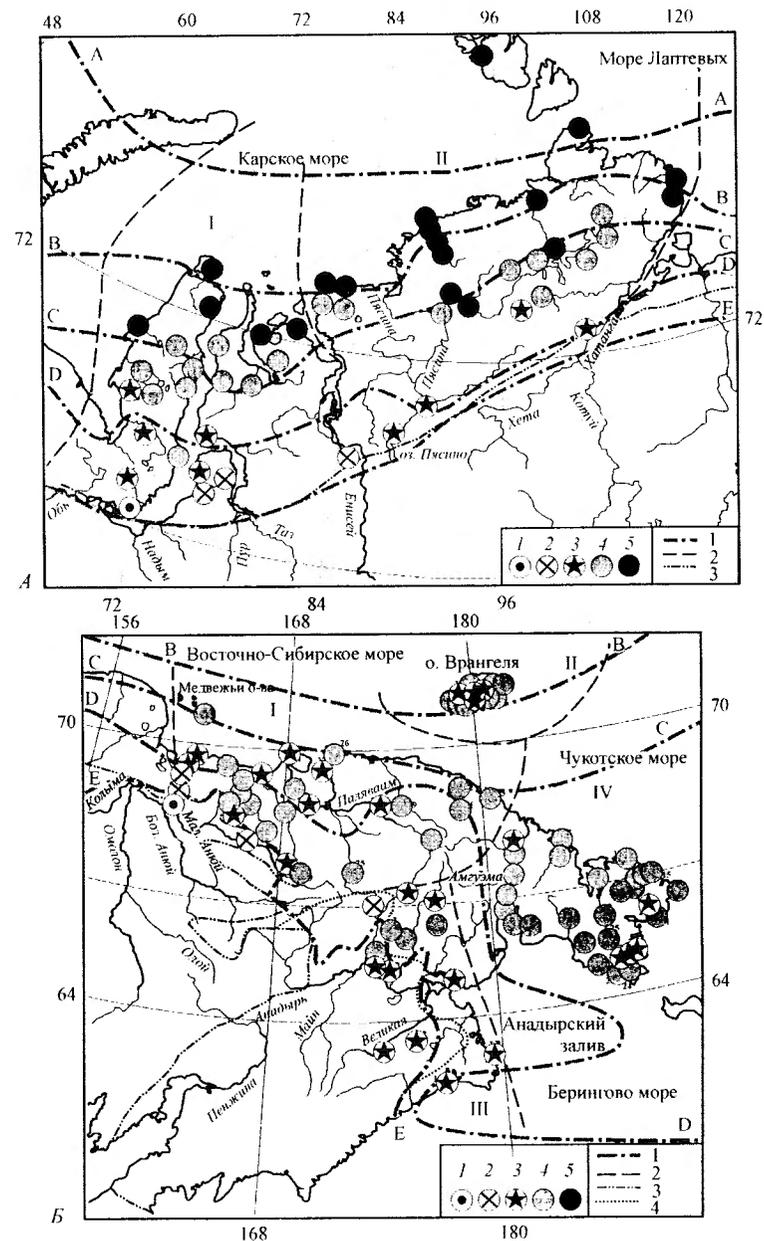


Рис. 2. Доля (%) видов арктоальпийской группы в локальных флорах трех секторов Азиатской Арктики. 1 — 8,6—9,1 %, 2 — 13,0—15,0, 3 — 16,0—19,6, 4 — (19,9) 20,0—24,6, 5 — 25,0—32,5 %.

номерность сильнее всего выражена в арктической группе, меньше — в метаарктической и менее всего в арктоальпийской. Изменения более четко выражены в доле (%) участия групп, хотя число видов варьирует сильнее.

Гипоарктическая (ГА) группа видов не менее характерна для флоры тундровой зоны, особенно ее южной полосы. Число видов этой группы на большей части территории западных секторов составляет 20—30, в северной половине Ямала и вблизи от побережий Таймыра — 13—18 и 6—12 видов на крайнем севере материка, а в пределах полярных пустынь они единичны или отсутствуют. На Чукотке диапазон колебаний числа этих видов выше: 40—50 вблизи северных границ леса и стланика, на Южной Чукотке до 60—63, вдоль северного побережья 30—40 и заметно меньше в ЛФ Чукотского п-ова (преимущественно 20—30, единично до 49), о-ва Врангеля (14—22, редко до 30 видов) и о-ва Четырехстолбового (14 видов). Т. е. во всех сравниваемых секторах наблюдается слабо выраженный широтный (в западных секторах) или субширотный и субмеридиональный (на Чукотке) градиент численности видов. По долевого (%) участию видов ГА группы широтный тренд прослеживается более четко, но заметное снижение доли происходит только на крайнем северных территориях на Таймыре и на северных и восточных на Чукотке. Долевое участие ГА видов сходно в ЛФ разных секторов. На большей части Ямала, Гыдана и Таймыра их 7—14 %, а наименьшее значение (1.6 %) отмечено для ЛФ зоны А (мыс Челюскин). В Чукотском секторе доля их <10 % на Чукотском п-ове и о-ве Врангеля, несколько выше (16—18 %) — в ЛФ на правобережье р. Колымы, на юго-западе у южного побережья Чаунской губы и в некоторых ЛФ подзоны стлаников. Можно заметить, что на Чукотке изменение доли этих видов происходит, скорее, в долготном направлении, что, вероятно, отражает реальную картину смены подзон в этом регионе.

Численность видов **гипоаркто-монтанной (ГА-М) группы** имеет более выраженный, чем у гипоарктической группы, широтный тренд: в западных секторах 40—50 видов отмечены в ЛФ вблизи от границы леса, 30—40 видов — в южной половине Ямала, Гыдана и окрестностях оз. Таймыр, 20—30 видов — севернее этих территорий и 9—17 на северных побережьях. Меньше всего этих видов на самом севере Таймыра и на островах (1—5 видов). На Чукотке численность этой, как и предыдущей, группы выше, чем в западных секторах, но долготный тренд мало выражен. Большинство ЛФ Центральной и Южной Чукотки богаче этими видами (50—70 видов), чем ЛФ Западной (40—50 видов) и ЛФ Чукотского п-ова (30—40 видов). Численность ГА-М видов заметно снижается на северном побережье Чукотки (22—26 видов) и на о-ве Врангеля (13—24, редко до 32). Широтный тренд в изменении доли (%) видов этой группы четко прослеживается только на Таймырском п-ове: от 15—19 % на юге сектора до 9—14 % на севере и 5—6 (до 2) в самых крайних северных точках и на островах. В Ямало-Гыданском секторе доля ГА-М видов в основном 15—19 % и только на самых северных территориях их участие снижается до 7—13 %. В Чукотском секторе участие этой группы довольно постоянно — 15—18 %, оно снижается только на востоке — на Чукотском п-ове — 12—14 % и на северных побережьях — 10—13 % и о-ве Врангеля — 6—9 %. Резких перепадов в участии видов этой группы не регистрируется. Таким образом, участие гипоарктической и гипоаркто-монтанной групп (особенно последней) обнаруживает слабую широтную дифференциацию в западных секторах, а на Чукотке оно более выровненное, заметное снижение их участия происходит только на северных окраинах и на крайнем востоке.

Число и доля видов **арктобореальной (А-Б) группы**, как и двух предыдущих, варьируют в небольших пределах (1—67 видов, или 2—20 %), но снижение их уча-

стия с юга на север происходит более резко. По числу видов этой группы в западных секторах прослеживается четкий широтный градиент: 30—40 видов в южной половине этих секторов, 15—25 — в северной, 10—15 — на северных побережьях и 5—9 видов — в крайнем северных и островных районах, до 1—3 — в зоне полярных пустынь. На Чукотке также просматриваются несколько ступеней в широтном тренде: 50—60 (до 65) видов насчитывают ЛФ на юге (у границы леса) Западной и на всей Южной Чукотке, 30—40 видов — на севере Западной и в Центральной Чукотке, а также в большинстве ЛФ Чукотского п-ова, 20—25 видов отмечены на северных побережьях материковой части и в большинстве ЛФ о-ва Врангеля. Меньше всего — 7—11 видов — встречаются только в нескольких ЛФ о-ва Врангеля и о-ва Четырехстолбового. Следует отметить, что по количеству видов этой группы многие чукотские ЛФ, особенно южные, почти вдвое превосходят ЛФ западных секторов. Долевое (%) же участие видов А-Б группы невысокое в подавляющем большинстве ЛФ всех секторов. В западных секторах оно четко демонстрирует широтный тренд: 16—19 % в южных районах Ямала и Гыдана, 12—15 % — севернее, 9—11 % — на побережьях Ямала (но не Гыдана!) и 2—8 % — в крайнем северных точках Таймыра. На Чукотке участие этой группы незначительно варьирует на большей части территории: в большинстве ЛФ она составляет 12—15 %, на юге Западной Чукотки их доля повышается до 16—19 %, а в части ЛФ на Чукотском п-ове снижается до 9—11 %, т. е. прослеживается не столько широтный, сколько слабо выраженный долготный тренд. Только на о-ве Врангеля и в нескольких ЛФ северного побережья Центральной Чукотки участие этих видов заметно меньше — 5—9 %, т. е. индикатором подзональных выделов участие видов этой группы может служить, видимо, только на равнинных территориях.

По числу видов **бореальной (Б) группы** широтный градиент прослеживается очень четко во всех секторах. Больше всего их — 48—64 вида — в ЛФ у границы леса и в подзоне стланика, а в двух ЛФ отмечен их максимум — 85 на юге Ямала и 92 — в низовьях р. Колымы. Немного севернее их число существенно снижается — до 25—40 видов, причем такая численность отмечается лишь на Южной Чукотке и в подзоне южных тундр на Ямале и Тазовском п-ове, а на Западной Чукотке и на Таймыре снижение еще более резко — сразу до 12—18 и 6—12 соответственно. В центральных частях Ямала и Гыдана, на юге Таймыра, в южной части Чукотского п-ова этих видов 7—16, а на самом севере Ямала и Гыдана, в средней части Таймыра, в большинстве ЛФ Центральной Чукотки, на севере Чукотского п-ова и в нескольких ЛФ о-ва Врангеля — 1—6. Следует отметить, что это еще одна группа (кроме гипоарктической), представители которой могут и отсутствовать в ЛФ: на северном побережье Таймыра, в большинстве флор о-ва Врангеля и на других арктических островах. По долевого (%) участию видов бореальной группы (рис. 3) широтный тренд резко проявляется во всех секторах, причем наиболее резкий переход отмечается на границах лесотундры и стлаников. В Ямало-Гыданском секторе этот показатель достигает 25—39 % в ЛФ у границы леса, а на Таймыре таких значений нет и даже в южных тундрах и лесотундре он не превышает 12—16 %. На Чукотке близ границы подзоны стлаников он составляет 15—18 %, и только в северогаечной ЛФ «Черский» этих видов 38 %. К северу доля бореальных видов очень резко падает во всех секторах: на Ямале, Гыдане и на Чукотке до 5—10 %, а на Таймыре — сразу до 2—4 % и ниже. Такие же значения отмечаются на севере Ямала и Гыдана, на севере и крайнем востоке Чукотки. Таким образом, бореальная группа также очень показательна, так как степень участия этих видов довольно четко регистрирует подзональную ситуацию в Ямало-Гыданском и Таймырском секторах и хорошо прослеживается и в Чукотском секторе.

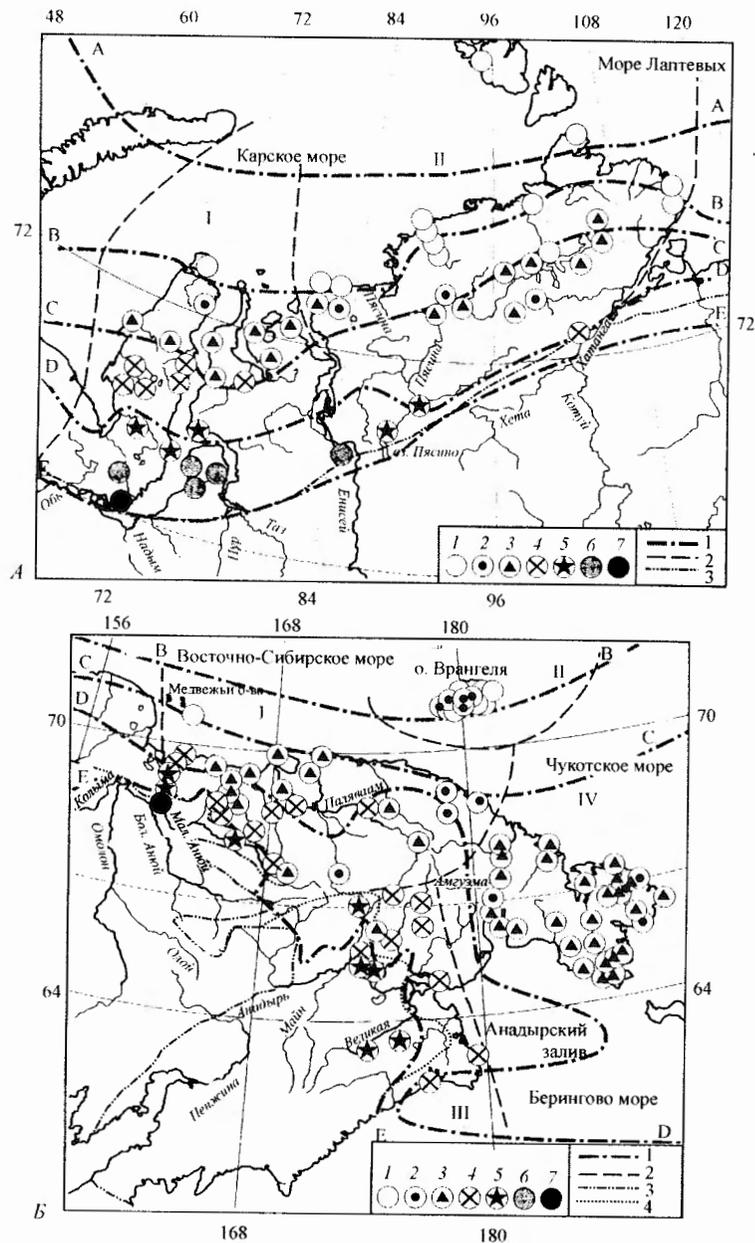


Рис. 3. Доля (%) видов борсальной группы в локальных флорах трех секторов Азиатской Арктики.
 1 — отсутствуют, 2 — меньше 1,0%, 3 — (1,0) 1,2—4,2 (4,6), 4 — (4,8) 5,0—10,2, 5 — (10,9) 11,0—17,0 (18,5), 6 — 19,5—25,7, 7 — 28,8—38,5%.

Распространение видов 3 широтных фракций в трех секторах Азиатской Арктики

Для выявления подзональной ситуации не менее показательны и изменения параметров широтных географических фракций, в которые объединены рассмотренные выше группы.

Арктическая фракция (Афр) оказывается по числу видов самой многочисленной в подавляющем большинстве исследуемых ЛФ, а распределение этого показателя по территории секторов аналогично таковому входящих в нее групп — по числу видов слабо прослеживается широтный тренд и более заметно — долготный градиент, причем не только на Чукотке, но и в западных секторах. Меньше всего видов этой фракции (40—60) отмечено в самых южных ЛФ Ямало-Гыданского сектора, а также на островах Ледовитого океана этого и Таймырского секторов, тогда как в Чукотском секторе таких низких показателей не выявлено. По 60—95 этих видов содержат ЛФ основной территории п-ова Ямал, южной половины Гыдана и крайнего юго-запада и северо-востока Таймыра. В Чукотском секторе такие показатели самые низкие и отмечены только в нескольких ЛФ: на правобережье р. Колымы, на Южной Чукотке, на о-ве Четырехстолбовом и в устье р. Раучуа. 100—130 видов этой фракции отмечены в ЛФ крайнего севера Гыдана, на северо-западе и крайнем востоке Таймыра, а на Чукотке — в нескольких ЛФ лесотундры и подзоны стланика и в большинстве ЛФ северных приморских равнин. Максимальные показатели для западных секторов — 130—190 видов — отмечены в горных ЛФ к северу от оз. Таймыр. На Чукотке в западных и южных районах отмечается преимущественно 140—150 видов Афр, в центральных — 160—180, в восточных — 180—190. Более 200 видов Афр содержат ЛФ только на Восточной и Южной Чукотке, а также на о-ве Врангеля (в основном 170—220, до 246), а в ЛФ «Янракиннот» на востоке Чукотского п-ова зафиксирован их максимум (270). Таким образом, по числу видов Афр какие-либо подзональные границы практически не прослеживаются, но во всех секторах наблюдается увеличение их числа во флорах к востоку и снижение к югу.

По доле (%) участия видов арктической фракции четко прослеживается широтный тренд в западных секторах (в Ямало-Гыданской и Таймырской подпровинциях), а на Чукотке наблюдаются менее выраженные широтный и долготный тренды (рис. 4). Так, самое высокое долевое участие видов арктической фракции (90% и более) отмечено только в ЛФ полярных пустынь Таймырского сектора (подзона А), и 70—85% составляют эти виды в самых северных ЛФ Ямала и Таймыра (подзона В), а на Чукотке — только в ЛФ островов Врангеля (подзона В) и Четырехстолбового (подзона С). Т. е. флоры с участием арктической фракции более 70% характерны для всей подзоны арктических тундр, а в западных секторах — только для ее северной полосы. Интервал 60—70% в западных секторах в общем совпадает с границами подзоны С, а на Чукотке — подзоны Д. Интервал 50—60% слабо выражен в ЛФ Ямало-Гыданского и Таймырского секторов, но характерен для большинства ЛФ материковой Чукотки (преимущественно подзона Е). 40—50% виды этой фракции составляют в ЛФ средней части Ямала, Гыдана и юга Таймыра (подзона Д), а на Чукотке такие флоры единичны около границы леса или подзоны стлаников. 30—40% этих видов отмечено в ЛФ юга Ямала, Гыдана и юго-запада Таймыра (подзона Е), в лесотундровых и стланиковых районах Чукотки. Самое низкое содержание видов арктической фракции в ЛФ отмечено в лесотундре на крайнем юге Ямала (18%) и на юго-западе Чукотки (22%). В западных секторах (рис. 4) выделяющиеся по изменению доли (%) арктической фракции полосы примерно совпадают с подзональными границами. Очень единообразны по

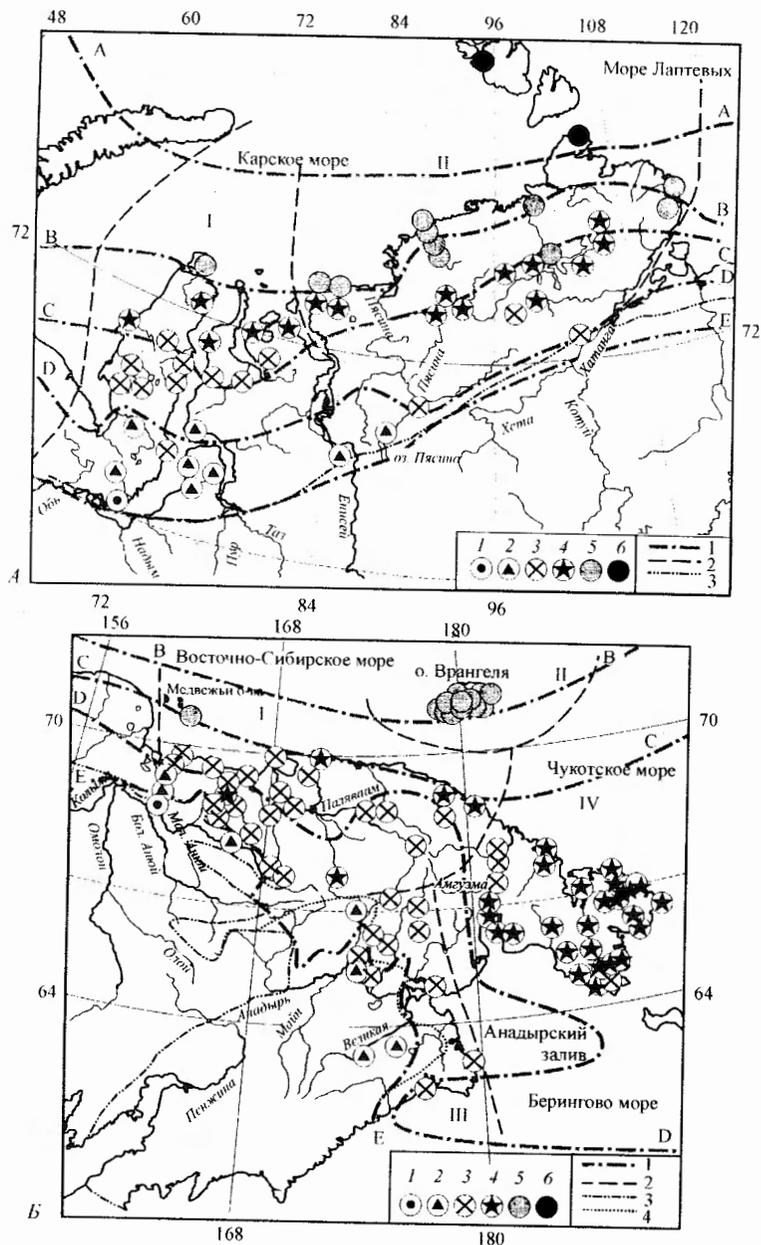


Рис. 4. Доля (%) видов арктической фракции в локальных флорах трех секторов Азиатской Арктики.
 1 — 17,6—21,9%, 2 — 27,0—39,4, 3 — 41,2—57,5, 4 — 58,7—70,0, 5 — 71,6—84,3, 6 — 90,3—91,3%.

1216

доле арктической фракции флоры Чукотского п-ова, в которых она достигает максимальных значений (60—70 %) для материковой части и намечаемый рубеж почти совпадает с южной границей подзоны D (проходящей здесь меридионально), которая по схеме САУМ продолжается по побережью Центральной и Западной Чукотки, но флор с такими же значениями на Западной Чукотке нет. Можно констатировать, что доля видов арктической фракции увеличивается с юга на север во всех секторах, а на Чукотке еще и к востоку. Отмечается лишь ее резкое снижение во флорах лесотундровых районов, а в целом по всей тундровой зоне изменение происходит более плавно.

Гипоарктическая фракция (ГАФр) объединяет виды, распространенные в умеренной Арктике и в северной полосе (северотаежной подзоне) лесной зоны, т. е. в гипоарктическом поясе (Юрцев, 1966). В изменении числа ее видов также прослеживается широтный тренд в западных секторах: 50—60 (до 80 у границы леса) видов в их южных районах, 20—40 — в северной половине, 11—20 — на побережьях и меньше всего — от 1 до 5 видов — на крайне северных побережьях и полярных островах. В Чукотском секторе число видов этой фракции в ЛФ выше: 80—100 видов характерны для почти всей территории, кроме о-ва Врангеля, несколько меньше (60—90) их на Чукотском п-ове и еще меньше на о-ве Врангеля (20—40, до 60). В нескольких ЛФ на Южной Чукотке численность этих видов достигает максимальных значений в 120—126. На северных побережьях снижения числа видов не фиксируется, и даже на о-ве Четырехстолбовом их более 20. Таким образом, тренд по числу видов здесь прослеживается и носит как широтную, так и долготную направленность.

По долевого участию видов ГА фракции широтный градиент довольно четко выражен в западных секторах, но диапазон колебаний незначителен во всех секторах (рис. 5). В южной половине Ямала и Гыдана их в основном 30—32 % (от 25 до 34 %), причем этот интервал сохраняется вплоть до северной границы типичных тундр (подзона С). На Таймыре значения немного ниже (25—29), а 20—24 % характерны для подзоны арктических тундр Ямала и Гыдана (подзона В) и севера подзоны типичных тундр Таймыра (горные ЛФ). Наконец, 14—17 % (от 10 до 19 %) характерны для подзоны В на побережье обоих секторов и меньше всего (2—8 %) доля видов этой фракции в зоне полярных пустынь. В ЛФ Западной, Центральной и Южной Чукотки их 26—32 %, а на Чукотского п-ове немного меньше (20—25 %). В ЛФ островов Врангеля и Четырехстолбового (подзоны В и С) их роль самая низкая в секторе — 11—18 %. В нескольких ЛФ, как и в западных секторах, отмечено и самое высокое содержание этих видов — 33—34 (36) %, причем эти ЛФ расположены как в подзоне стлаников, так и в тундровых районах правобережья низовой р. Колымы (что обусловлено отепляющим влиянием долины крупной реки, текущей в этом районе с юга на север).

Таким образом, довольно стабильная роль видов гипоарктической фракции во флорах большей части территории изученных секторов отражает, вероятнее всего, их принадлежность к тундровой зоне в целом, а к смене подзональных выделов этот показатель мало чувствителен. Только для подзоны арктических тундр можно назвать характерные цифры — этих видов всегда менее 20 %, а по всей остальной территории наблюдается 20—30 %.

Бореальная фракция, суммирующая в основном виды, не характерные для тундровой зоны, отчетливо демонстрирует широтный тренд в распределении по территории секторов и числа этих видов, и их долевого участия. По числу видов прослеживаются следующие ступени: 150 видов отмечено в одной ЛФ на Западной Чукотке (пос. Черский, полоса северных редколесий), 100—120 видов — только в двух самых южных ЛФ на Ямале и Гыдана и в южных районах Западной и Южной

1217

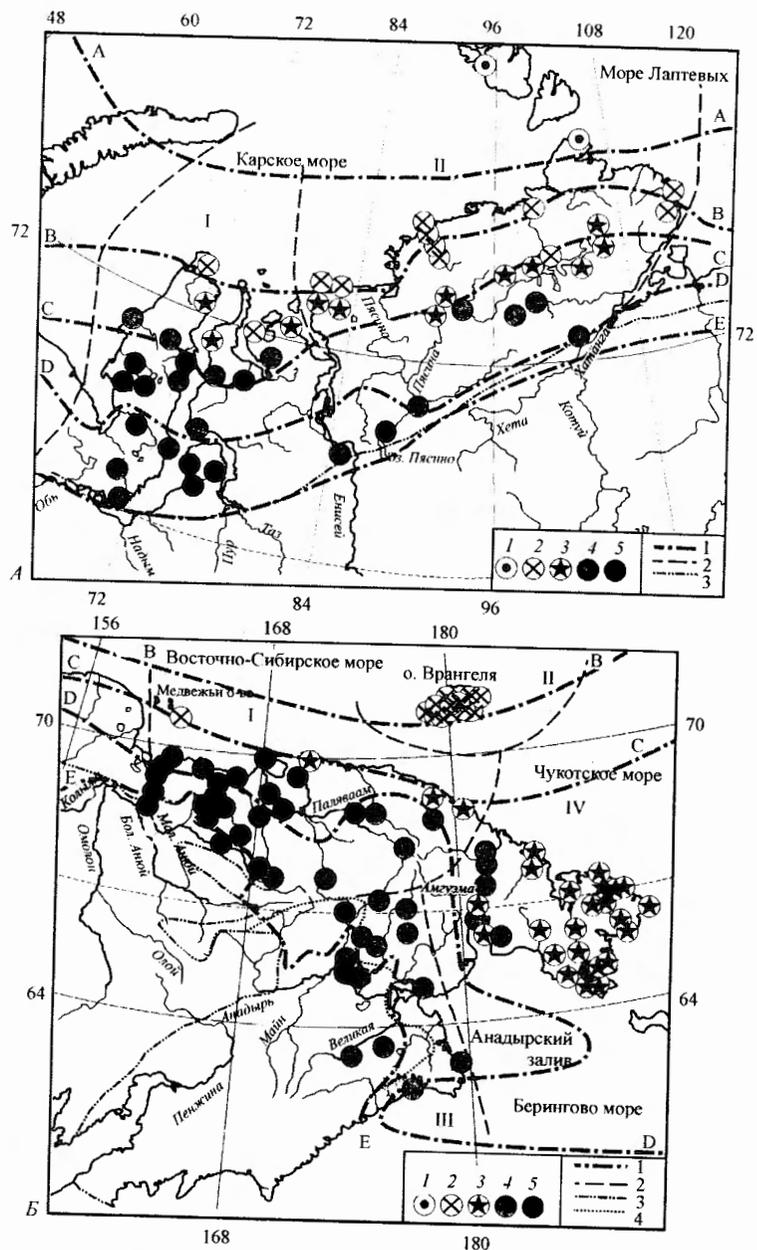


Рис. 5. Доля (%) видов гипоарктической фракции в локальных флорах трех секторов Азиатской Арктики. 1 — 2,0—8,1 %, 2 — 10,0—19,0 %, 3 — 20,0—25,6 %, 4 — (25,9) 26,0—30,5 %, 5 — 31,0—34,4 (36,1) %.

Чукотки, в основном у границы леса. 60—90 видами фракция представлена в ЛФ юга Ямало-Гыданского и Таймырского секторов, на юге и востоке Западной и в большинстве ЛФ Южной Чукотки. По 30—50 видов насчитывается в ЛФ центральной части Ямала, Гыдана и западного Таймыра, северной части Западной и Центральной Чукотки, на большей части Чукотского п-ова. 15—27 — характерно для ЛФ севера Ямала, Гыдана и Таймыра, а также для северных побережий Центральной и Восточной Чукотки и о-ва Врангеля. По 5—11 видов отмечено в ЛФ на побережьях Таймыра и полярных островах, а в пределах Чукотского сектора такая численность отмечена лишь в 2 ЛФ о-ва Врангеля и на о-ве Четырехстолбовом. И всего 1—3 вида отмечено в подзоне полярных пустынь. Таким образом, резкое изменение числа видов бореальной фракции в ЛФ совпадает с южными границами подзон арктических (подзоны В и С) и южных тундр (подзона Е).

По долевого участию (%) видов бореальной фракции четко прослеживаются несколько ступеней (рис. 6), отражающих смену подзональных выделов. Самое высокое содержание (46—55 %) этих видов отмечено в 1 самой южной ЛФ Ямало-Гыданского сектора (лесотундра) и 1 ЛФ Западной Чукотки (северная тайга), причем наиболее высокий показатель отмечен на Ямале (что косвенно свидетельствует о присутствии здесь лесной растительности в совсем недавнем геологическом прошлом). Диапазон в 30—40 % характерен для остальных южных ЛФ Ямало-Гыданского сектора, правобережья р. Колымы и западной части подзоны стланика, вблизи от границы леса. До 20—30 % снижается участие этих видов в ЛФ центральной части Ямала, Гыдана и в южных районах Таймыра, в большинстве ЛФ Западной и Южной Чукотки. На Чукотке по этому показателю подзона стланика и лесотундра (где всегда видов этой фракции более 30 %) хорошо отделяются от подзоны южных тундр (зона Е). Интервал в 10—17 (20) % соответствует северным окраинам Ямала, Гыдана (подзона С) и северо-западной и центральной части Таймыра (подзона С и частично север подзоны D), северной части Западной и Центральной Чукотки и подавляющему большинству ЛФ Чукотского п-ова (подзона D). Значения <10 % отмечены только в ЛФ на севере Таймырского сектора (в основном 6—7 %), на островах Врангеля (в основном 8—9 %) и Четырехстолбовом (9 %), т. е. в подзонах А и В.

Таким образом, бореальная фракция, как и входящие в нее группы, четко маркирует смену растительных подзон во всех секторах — как по числу видов, так и по их доле (%) в ЛФ. Рубежи, наметившиеся по распределению показателей бореальной фракции, еще более сходны с границами подзон по схеме САУМ, чем по таковым арктической фракции, и более того, они прослеживаются и по перепадам числа видов этой фракции.

Обсуждение результатов

Особенности распространения видов 7 широтных групп и 3 фракций по территории трех секторов Азиатской Арктики проявляются в закономерном изменении их параметров (числа видов и их долевого (%) участия во флоре) в нескольких направлениях.

Широтный градиент показателей на уровне и групп, и фракций наиболее четко выражен на равнинах в западных секторах (Ямало-Гыданском и Таймырском) и слабее — в Чукотском секторе, что обусловлено географическим положением его на окраине материка Евразии и доминированием горного рельефа. Проявляется градиент как в увеличении числа видов и/или их доли (%) в локальных фло-

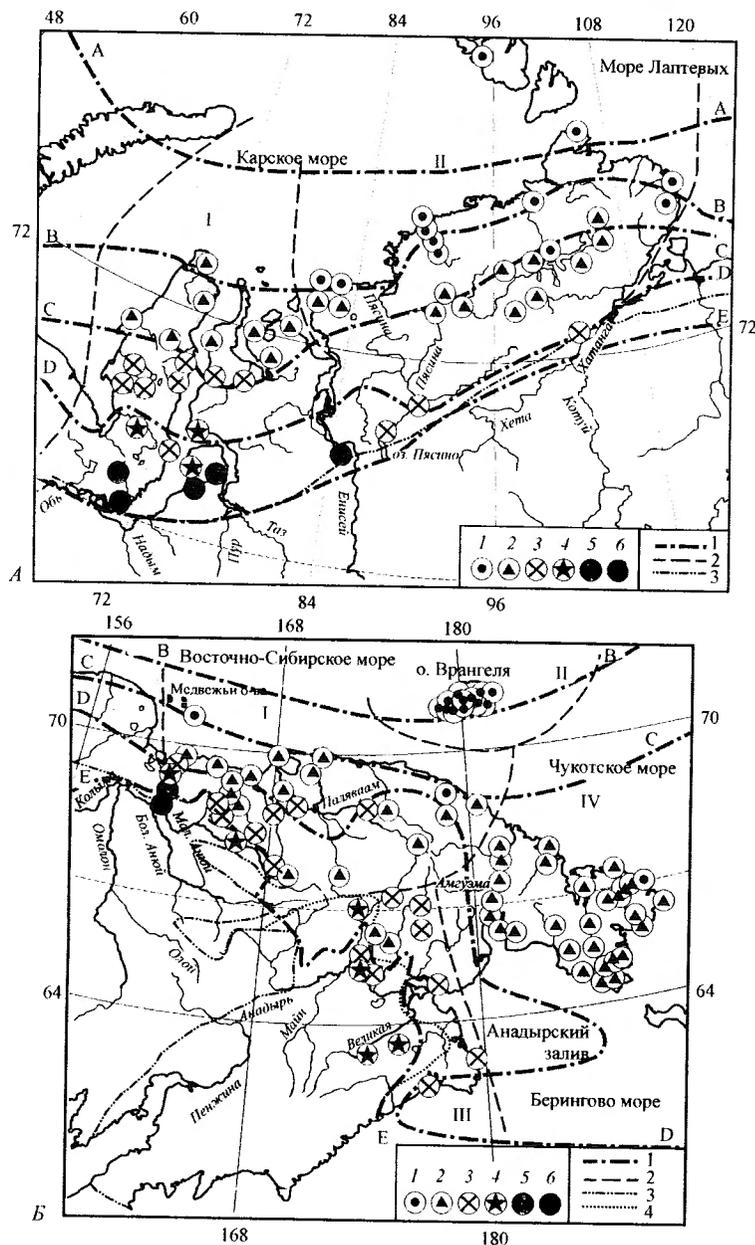


Рис. 6. Доля (%) видов бореальной фракции в локальных флорах трех секторов Азиатской Арктики.
 1 — 1.0—9.0%, 2 — 10.0—20.5, 3 — 21.0—30.5, 4 — 31.0—35.8, 5 — 36.0—42.2, 6 — 46.6—54.8%.

рах при продвижении с юга на север — довольно значительном в арктической группе и одноименной фракции, слабее выраженном (в основном по долевого участию) в метаарктической и арктоальпийской группах, так и в противоположной тенденции — *уменьшении числа и доли* в направлении с юга на север, что сильнее всего проявляется в бореальной группе и одноименной фракции, слабее — в арктобореальной и гипоарктической группах и незначительно — в гипоаркто-монтанной. Следует отметить, что на обеих границах тундровой зоны — южной (с северной тайгой) и северной (на морских побережьях и на островах) — широтный градиент проявляется в изменении параметров *всех* групп и фракций, что регистрирует смену зоны с юга и зоны (или подзоны) на севере.

Долготный градиент в исследуемых параметрах чаще и сильнее проявляется в *увеличении численности* представителей разных групп и фракций в направлении с *запада на восток* и четко прослеживается в арктической и метаарктической группах, арктической и гипоарктической фракции, слабее — в арктоальпийской, арктобореальной (только в Чукотском секторе) и гипоарктической группах, в гипоарктической фракции. Значительно слабее выражена противоположная тенденция — *уменьшение численности* с запада на восток — например, в гипоаркто-монтанной (в западных секторах), арктобореальной и в гипоарктической (на Чукотке) группах. Наличие долготного тренда, проявившегося в изменении параметров многих широтных групп и фракций, подтверждает предполагавшееся ранее долготное (субмеридиональное и меридиональное вдоль основания Чукотского п-ова) простирание подзон на Центральной, Южной и Восточной Чукотке.

Отсутствие отчетливого градиента в изменении параметров широтной структуры флор (очень незначительные колебания численности, или мозаичное распределение значений параметров без выраженного тренда, особенно по числу видов), наблюдается в арктоальпийской и гипоаркто-монтанной (особенно на Чукотке) группах.

Разнообразие тенденций в изменении численности видов каждой из широтных групп и фракций подтверждает обоснованность принятого в системе подразделения ареалов видов. Показатели широтной структуры четко привязаны к определенной зоне (зонам), а возможно, и подзоне, что и позволяет привлекать эти данные для индикации подзонального и зонального положения территории флоры.

Подзональные рубежи прослеживаются по ступенчатому изменению показателей в арктической, гипоарктической и бореальной (во всех секторах), гипоаркто-монтанной и арктобореальной (в западных секторах) группах. Наиболее четко широтный градиент проявляется в арктической и бореальной группах, несмотря на их немногочисленность. Слабее всего градиент выражен в самых многочисленных метаарктической и арктоальпийской, а также в гипоаркто-монтанной группах.

Анализ совпадения подзональных границ с рубежами массового (во многих или всех ЛФ данной полосы) изменения (ступенчатого или плавного) параметров широтной структуры показал, что они могут совмещаться полностью или частично или совпадать с границами только южных, или только северных подзон тундровой зоны. При этом ни в одной группе или фракции градиенты параметров не проявили все имеющиеся на схеме подзоны. Границы же зон, как правило, индицируются этими показателями во всех группах и фракциях.

В *арктической группе* по числу видов градиенты слабо выражены и редко совпадают с границами подзон, а по долевого участию градиент более четкий и имеется совпадение с границами, в первую очередь, северных подзон А и В, а граница подзон D и E менее четко разграничивается этими показателями. В *метаарктической группе* градиенты по числу видов не прослеживаются, а по долевого участию

в западных секторах и на Чукотке проявляются четко и более или менее совпадают с границами южных подзон. В *арктоальпийской группе* перепады по числу видов не совпадают с границами подзон, а по долевого участию более или менее совмещаются с ними в западных секторах, а на Чукотке перепады не прослеживаются. В *гипоарктической группе* ступени по числу видов совпадают только с границей подзоны В в западных секторах, а на Чукотке они нечетко выражены и не связаны с границами подзон. По долевого участию только подзона В маркируется в западных секторах и на о-ве Врангеля, а прочие границы подзон не прослеживаются. В *гипоаркто-монтанной группе* в западных секторах по числу видов прослеживается довольно четкий широтный градиент, со ступенями, более или менее совпадающими с границами подзон В и С, но границы более южных подзон не фиксируются, а на Чукотке выделяется только о-в Врангеля (подзона В). По долевого участию перепад значений более или менее совпадает только с границами подзоны D (за исключением участка на центральном Ямале) и В (включая и о-в Врангеля). В *арктобореальной группе* по числу видов ступени наблюдаются, но совпадают с границами подзон только в западных секторах (подзоны А и В) и на о-ве Врангеля (подзона В), а по доле более или менее маркируется граница подзоны D в западных секторах. В *бореальной группе* прослеживаются четкие перепады по числу видов, особенно в западных секторах, которые более или менее совпадают с границами всех подзон, а на Чукотке — с границами подзон В, С и D. По долевого участию проявляется еще более четкое соответствие границ всех подзон со ступенями градиентов, т. е. бореальная группа оказывается наиболее показательной для индикации границ подзон по градиентам числа и доли видов.

Не менее четкая связь ступеней градиентов и границ подзон тундровой зоны прослеживается и по показателям широтных фракций.

В *арктической фракции* по числу видов градиентов нет, а наблюдается только снижение числа видов на северных и южных пределах тундровой зоны. По долевого участию ступени широтного градиента совпадают с границами подзон в западных секторах (за исключением окрестностей озера Таймыр), а на Чукотке — только с границей подзоны В (о-в Врангеля), а остальные ступени имеют меридиональную направленность. В *гипоарктической фракции* по числу видов наблюдается ступенчатое изменение, более или менее совпадающее с подзонами в западных секторах, а на Чукотке — только с границей подзоны D. По долевого (%) участию прослеживаются слабо выраженные перепады на Чукотке, индицирующие границы подзон В, С и D, а в западных секторах, напротив, градиент выражен более четко, но ступени его совпадают только с границами подзон В и С. В *бореальной фракции* по числу видов прослеживается очень четкий широтный градиент, ступени которого совпадают с границами подзон в западных секторах, а на Чукотке хорошо фиксируются границы почти всех подзон — В, D, E. По долевого (%) участию видов этой фракции в западных секторах не регистрируется лишь граница подзон А и В, а все более южные маркируются и на Чукотке, и в западных секторах.

Приведенные данные показывают, что по доле многих групп и фракций граница подзоны С, проведенная по северному побережью озера Таймыр, вероятно, должна быть смещена на его южное побережье. Также, скорее всего, к югу следует сместить и границу подзоны В, поскольку ЛФ, расположенные и к югу, и к северу от нее, близки по показателям и групп, и фракций (рис. 1—6). Южная граница подзоны С на Ямале и Гыдане тоже, вероятно, требует небольшой корректировки. Меридиональное положение границы подзоны D на востоке Чукотского сектора согласуется с градиентами долевого (%) участия всех фракций, а также арктической и бореальной групп.

Заключение

Проведенный анализ выявил более или менее четкую корреляцию между долевым участием широтных групп и фракций в составе 137 локальных флор и зонально-подзональным положением территории каждой из них. Диапазон участия разных фракций в локальных флорах значительно варьирует: наиболее широкий он в арктической (17—90%), немного меньше — в бореальной (2—55%) и самый узкий — в гипоарктической (2—36%) фракциях. Гипоарктическая фракция, включающая виды, присущие почти всем подзонам тундровой зоны, а также и северотаежным и стланиковым, менее четко индицирует смену подзон, изменение долевого участия в ней происходит постепенно. Уровень численности видов арктической фракции в западных секторах четко привязан к той или иной подзоне — с максимумом в северной части и плавным снижением к югу, а на Чукотке наблюдаются небольшие широтный и долготный тренды, как и в группах, входящих в эту фракцию. Среди групп арктической фракции наиболее заметно выражен широтный тренд у арктической, составленной эвартками, не выходящими, как правило, за пределы тундровой зоны и наиболее богато представленными в подзоне арктических тундр и северном варианте типичных. Столь же показательным и широтное распределение доли бореальной фракции, причем на границе типичных и южных тундр это происходит достаточно резко. Бореальная фракция ярко демонстрирует широтный тренд в распределении по территории секторов как числа этих видов, так и их долевого участия. Как упоминалось выше, именно эти 2 контрастные фракции (арктическая и бореальная), как и одноименные группы, наиболее хорошо индицируют подзональную ситуацию, и именно соотношения арктической и бореальной фракций используются в качестве критериев при типологии северных флор.

Подтверждается, что параметры широтной структуры ЛФ (число видов и их доля) отражают зональную принадлежность территорий ЛФ и одновременно позволяют уточнить наличие зональных и подзональных выделов (или полос) и положение границ между ними. В тех случаях, когда классический рисунок зональности нарушен (например, горным рельефом, специфическим локальным климатом), соотношение широтных групп и фракций, как правило, индицирует и эти отклонения. Отсюда следует, что результаты широтно-географического анализа любой локальной флоры могут быть использованы для уточнения ее зонального положения. Последнее будет проверено еще при анализе сходства спектров широтных групп и фракций, который будет представлен в следующей, завершающей этот обзор, статье.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 10-04-01087а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Александрова В. Д. Геоботаническое районирование Арктики и Антарктики // Комаровские чтения. Л., 1977. Вып. 29. 188 с.
- Королева Т. М., Зверев А. А., Катенин А. Е. и др. Апробация методов сравнительной флористики (на основе сети пунктов мониторинга биоразнообразия Азиатской Арктики) // Устойчивость экосистем и проблема сохранения биоразнообразия на Севере: Матер. Междунар. конф. Кировск, 2006. Т. 1. С. 101—105.
- Королева Т. М., Зверев А. А., Катенин А. Е. и др. Анализ долготного распространения видов в Азиатской Арктике по данным сети пунктов мониторинга биоразнообразия // Биоразнообразие расти-

тельного покрова Крайнего Севера: инвентаризация, мониторинг, охрана: Матер. Всерос. конф. Сыктывкар, 2007. С. 63—77.

Королева Т. М., Зверев А. А., Катенин А. Е. и др. Долготная географическая структура локальных и региональных флор Азиатской Арктики // Бот. журн. 2008. Т. 93. № 2. С. 193—220.

Королева Т. М., Зверев А. А., Катенин А. Е. и др. Долготная структура локальных и региональных флор Азиатской Арктики. 2 // Бот. журн. 2011. Т. 96. № 2. С. 145—169.

Матвеева Н. В. Зональность в растительном покрове Арктики // Тр. Ботанического ин-та РАН. Вып. 21. СПб., 1998. 220 с.

Петровский В. В. Сосудистые растения острова Врангеля (Аналитический обзор). Магадан, 1988. 37 с.

Петровский В. В., Заславская Т. М. К флоре правобережья реки Колымы близ ее устья // Бот. журн. 1981. Т. 66. № 5. С. 662—673.

Петровский В. В., Королева Т. М. К флоре дельты реки Колымы // Бот. журн. 1979. Т. 64. № 1. С. 19—31.

Поспелова Е. Б., Поспелов И. Н. Особенности флоры сосудистых растений гор Бырранга, Таймыр // Бот. журн. 2002. Т. 87. № 12. С. 1—16.

Поспелова Е. Б., Поспелов И. Н. Флора сосудистых растений Таймыра и сопредельных территорий. Аннотированный список флоры и ее общий анализ. М., 2007. 457 с.

Ребристая О. В. Флора востока Большеземельской тундры. Л., 1977. 334 с.

Ребристая О. В., Таорогов В. А., Хитун О. В. Флора Тазовского полуострова (север Западной Сибири) // Бот. журн. 1989. Т. 74. № 1. С. 22—35.

Секретарева Н. А. Сосудистые растения Российской Арктики и сопредельных территорий. М., 2004. 131 с.

Секретарева Н. А. О терминологии географических широтных элементов в Арктике // Бот. журн. 2010. Т. 95. № 4. С. 448—463.

Толмачев А. И. О количественной характеристике флор и флористических областей // Тр. Сев. базы АН СССР. М.; Л., 1941. Вып. 8. 40 с.

Толмачев А. И. К истории развития флор Советской Арктики // Арчал. М.; Л., 1952. Вып. 1. С. 13—19.

Толмачев А. И. Теоретические проблемы изучения флор Арктики // Проблемы Севера. М.; Л., 1964. С. 5—18.

Толмачев А. И. Введение в географию растений. Л., 1974. 244 с.

Хитун О. В., Зверев А. А., Ребристая О. В. Изменение структуры широтных географических элементов локальных и парциальных Западно-Сибирской Арктики на зональном градиенте // Бот. журн. 2007. Т. 92. № 12. С. 65—81.

Флора Якутии: Географический и экологический аспекты / Л. В. Кузнецова, В. И. Захарова, Н. К. Сосина и др. Новосибирск, 2010. 192 с.

Юрцев Б. А. Ботанико-географическая характеристика Южной Чукотки // Комаровские чтения. Владивосток, 1978. Вып. 26. С. 3—62.

Юрцев Б. А. Мониторинг биологического разнообразия на уровне локальных флор // Бот. журн. 1997. Т. 82. № 6. С. 60—70.

Юрцев Б. А., Зверев А. А., Катенин А. Е. и др. Градиенты таксономических параметров локальных и региональных флор Азиатской Арктики (в сети пунктов мониторинга биоразнообразия) // Бот. журн. 2002. Т. 87. № 6. С. 1—28.

Юрцев Б. А., Зверев А. А., Катенин А. Е. и др. Пространственная структура видového разнообразия локальных и региональных флор Азиатской Арктики (по данным сети пунктов мониторинга биоразнообразия) // Бот. журн. 2004. Т. 89. № 11. С. 1689—1727.

Юрцев Б. А., Катенин А. Е., Королева Т. М. и др. Опыт создания сети пунктов мониторинга биоразнообразия Азиатской Арктики на уровне локальных флор: зональные тренды // Бот. журн. 2001. Т. 86. № 9. С. 1—27.

Юрцев Б. А., Королева Т. М., Петровский В. В. и др. Конспект флоры Чукотской тундры. СПб., 2010. 628 с.

Юрцев Б. А., Петровский В. В., Коробков А. А. и др. Обзор географического распространения сосудистых растений Чукотской тундры // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1979. Т. 84. Вып. 5. Сообщ. 1. С. 111—122; Т. 84. Вып. 6. Сообщ. 2. С. 74—83.

Юрцев Б. А., Толмачев А. И., Ребристая О. В. Флористическое ограничение и разделение Арктики // Арктическая флористическая область. Л., 1978. С. 9—104.

CAVM Team. Circumpolar Arctic vegetation map. Scale 1 : 7 500 000. U. S. Fish and Wildlife Service, Anchorage, Alaska, 2003.

Elvehakk A., Elven R., Razzhivin Y. Delimitation, zonal and sectorial subdivision of the Arctic for the Panarctic Flora Project // The species concept in the High North — A Panarctic Flora Initiative. Det Norske Videnskaps-Akademi. I. Matematisk Naturvitenskapelige Klasse. Skrifter. 1999. Ny serie 38. P. 375—386.

SUMMARY

Two-level system of latitudinal geographic elements, representing 7 groups combined into 3 fractions is presented. It was elaborated in the Laboratory of the Far North Vegetation of the Komarov Botanical Institute, RAS. At the base of the local floras network containing 137 local floras the specific of distribution of such variables as number of species and portion (%) of those groups and fractions in each local flora throughout Yamal-Gydan, Taymyr and Chukotka sectors of the Asian Arctic and Subarctic is discussed. Connections of the patterns observed in distribution of these variables and subzonal boundaries in tundra zone and neighboring territories are discussed. Arctic and boreal latitudinal boundaries (and the same named groups) are the best indicators of the subzonal situation whereas hypoarctic fraction does not clearly indicate change of subzones. Parameters of latitudinal structure are reflecting the (sub)zonal position of the local flora territory and simultaneously can help to identify the correct position of the subzonal boundaries