

Учредители:

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ОТДЕЛЕНИЕ ОБЩЕЙ БИОЛОГИИ
РУССКОЕ БОТАНИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО

БОТАНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Издается 12 раз в год

Основан в декабре 1916 г.

Главный редактор

Р. В. КАМЕЛИН

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

А. Е. Васильев (зам. главного редактора), К. Л. Виноградова (зам. главного редактора),
Т. В. Егорова (зам. главного редактора), Н. В. Мальшева (отв. секретарь), О. М. Афонина,
Ю. В. Гамалей, П. Л. Горчаковский, С. Г. Жилин, В. С. Ипатов, Л. И. Орёл, М. Г. Пименов,
Б. А. Юрцев, Г. П. Яковлев

Editor-in-Chief

R. V. KAMELIN

EDITORIAL BOARD

A. E. Vassilyev (Associate Editor), K. L. Vinogradova (Associate Editor),
T. V. Egorova (Associate Editor), N. V. Malysheva (Secretary), O. M. Afonina,
Yu. V. Gamaley, P. L. Gorchakovskiy, S. G. Zhilin, V. S. Ipatov,
L. I. Oryol, M. G. Pimenov, B. A. Yurtsev, G. P. Yakovlev

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Л. Н. Андреев (Москва), И. О. Байтулин (Алма-Ата), Л. Ю. Буданцев (С.-Петербург),
Э. Ц. Габриэлян (Ереван), П. Г. Горовой (Владивосток), Ч. Джеффри (Лондон),
З. В. Карамышева (С.-Петербург), Л. И. Мальшев (Новосибирск),
Г. Ш. Нахуцишвили (Тбилиси), К. М. Сытник (Киев), Х. Х. Трасс (Тарту)

EDITORIAL COUNCIL

L. N. Andreev (Moscow), I. O. Baytulin (Alma-Ata), L. Yu. Budantsev (St. Petersburg),
E. Ts. Gabrielian (Yerevan), P. G. Gorovoy (Vladivostok), Ch. Jeffrey (London),
Z. V. Karamysheva (St. Petersburg), L. I. Malyshev (Novosibirsk),
G. Sh. Nakhutsrishvili (Tbilisi), K. M. Sytnik (Kiev), H. H. Trass (Tartu)

Ответственный редактор номера **А. Е. Васильев**
Зав. редакцией **Е. Б. Кривенко**. Технический редактор **Н. К. Румянцева**
Корректоры **О. М. Бобылева** и **Ф. Я. Петрова**
Компьютерная верстка **Л. Н. Напольской**

Министерство печати и массовой информации РФ
рег. № 0110163 от 04.02.93

Дата публикации «Ботанического журнала», т. 87, № 5: 23.05.2002
Лицензия ИД № 02980 от 06 октября 2000 г. Подписано к печати 29.05.2002. Формат 70 × 100 1/16. Бумага офсетная.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 14. Уч.-изд. л. 16. Тираж 473 экз. Тип. зак. № 221. С 99

Санкт-Петербургская издательская фирма «Наука» РАН
199034, Санкт-Петербург, Менделеевская линия, 1. main@nauka.spb.ru «Ботанический журнал». Телефон (812)328-62-91

Санкт-Петербургская типография «Наука» РАН. 199034, Санкт-Петербург, 9 линия, 12

© Коллектив авторов

0845/3⁺
ТОМ 87

БОТАНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

2002, № 6

УДК 581:581.9

© **Б. А. Юрцев, А. А. Зверев, А. Е. Катенин, Т. М. Королева,
И. Б. Кучеров, В. В. Петровский, О. В. Ребристая,
Н. А. Секретарева, О. В. Хитун, Е. А. Ходачек**

**ГРАДИЕНТЫ ТАКСОНОМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЛОКАЛЬНЫХ
И РЕГИОНАЛЬНЫХ ФЛОР АЗИАТСКОЙ АРКТИКИ
(В СЕТИ ПУНКТОВ МОНИТОРИНГА БИОРАЗНООБРАЗИЯ)**

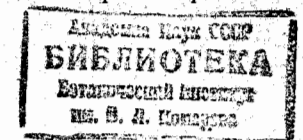
B. A. YURTSEV, A. E. KATENIN, O. V. KHITUN, E. A. KHODACHEK, T. M. KOROLEVA,
I. B. KUCHEROV, V. V. PETROVSKY, O. V. REBRISTAYA, N. A. SEKRETAJEVA, A. A. ZVEREV.
GRADIENTS IN TAXONOMICAL PARAMETERS OF LOCAL AND REGIONAL FLORAS IN ASIAN ARCTIC
(RELATED TO BIODIVERSITY MONITORING SITE NETWORKS)

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН
197376 С.-Петербург, ул. Проф. Попова, 2
e-mail: yurtsev@IK6026.spb.edu
Поступила 12.02.2002

Проведен множественный сравнительный картографический анализ 39 локальных флор (ЛФ) сети пунктов мониторинга биоразнообразия, создаваемой в Российской Арктике (Юрцев и др., 2001а). Сравнивались таксономические параметры флор, в том числе показатели видового разнообразия, семейственно-видовая структура, состав «головной» и «хвостовой» частей таксономического спектра на уровне семейств, соотношение ведущих семейств *Cyperaceae/Poaceae* по числу видов, соотношение основных мегаценозов сосудистых растений. Кроме 93 ЛФ, по тем же параметрам сравнивались их объединения в 6 подпровинций Арктической флористической области (Yurtsev, 1994) и средние показатели ЛФ подпровинций Ямало-Гыданской, Таймырской, 4 подпровинций Чукотской провинции: Континентально-Чукотской, Врангелевской, Южно-Чукотской, Берингийско-Чукотской. Показано, что большинство параметров локальных флор обнаруживает широтный (зональный) тренд, однако в разных долготных секторах (подпровинциях) его амплитуда и интенсивность, как правило, неодинаковы, а на некоторых протяженных отрезках зональных рядов градиент отдельных параметров (чаще в гипоарктической группе подзон) выражен слабо или отсутствует; иногда он заменен макро-мозаичностью флоры по данному показателю (чаще — в Чукотском секторе) или же зональный тренд проявляется на фоне сильной макро-мозаичности ЛФ. Долготный градиент в целом имеет ступенчатый, блочный характер с резкими переходами в полосе контакта секторов и слабыми — в их пределах. Контраст между Ямало-Гыданской и чукотскими подпровинциями, как и переходные черты во флоре Таймырской, интерпретируются в терминах особенностей их флорогенеза: молодости флоры первой, испытавшей разрушительное воздействие четвертичных оледенений и морских трансгрессий, и непрерывного развития флоры Чукотки как одной из центральных частей Берингии с конца неогена, большей сбалансированности и богатства этой флоры как многовидовой системы.

Ключевые слова: градиенты таксономических параметров, локальные и региональные флоры, мониторинг биоразнообразия, Азиатская Арктика.

В нашей предыдущей публикации (Юрцев и др., 2001а) была охарактеризована сеть пунктов мониторинга биоразнообразия (БР) на уровне локальных флор (ЛФ), создаваемая сотрудниками Лаборатории растительности Крайнего Севера Ботанического института им. В. Л. Комарова (БИН) РАН в Российской Арктике (по Таймыру преимущественно по литературным данным: Куваев и др., 1994; Поспелова, 1998; Матвеева, 1998), ее задачи и методы, а также некоторые особенности природных условий пунктов мониторинга. В числе важных задач — выявление пространственных градиентов БР, их связи с градиентами внешней среды как одна из предпосылок прогнозирования глобальных изменений и реконструкции природной истории северных территорий. В порядке апробации этого подхода мы провели сравнительный



анализ отобранных из общего числа 160 пунктов мониторинга (130 основных и 30 дополнительных) 93 представительных ЛФ по 4 параметрам, а priori тесно зависящим от широтных (зональных) характеристик климата (в первую очередь от теплообеспеченности лета). Таковы соотношения в локальных флорах 3 широтных фракций флоры (по убыванию их специфичности для холодных безлесных территорий), доля циркумполярных видов во флоре, соотношение (индекс) *Asteraceae/Poaceae*, доля деревянистых видов во флоре. Апробация метода дала нетривиальные результаты, показав не только различия в выраженности широтного градиента параметров флоры в разных долготных секторах, но и отсутствие широтного градиента по доле циркумполярных видов в Чукотской провинции (при снижении самой доли до 1/3), а также более высокий индекс *Asteraceae/Poaceae* в той же провинции — с макромозаичностью (чересполосницей) локальных флор по этому признаку. Резко обозначился контраст между молодой (в геологической шкале времени) флорой Ямало-Гыданской подпровинции и значительно более древней флорой Чукотской провинции, непрерывно развивающейся с неогена как часть Берингии.

На следующем этапе (доклад на международном совещании в Апатитах, август 2001 г. и опубликованные тезисы: Юрцев и др., 2001б) мы включили выборочно изученные типологические параметры в более общий контекст (циркумполярные виды как одна из 4 долготных релятивных фракций; деревянистые виды растений как одна из 4 высших единиц биоморфной классификации жизненных форм (ЖФ) сосудистых растений) и, наоборот, раскрыли основные подразделения отдельных фракций (3 элемента широтной фракции криофитов; 4 основных подразделения фракции деревянистых растений), а также сравнили 93 ЛФ по их видовому разнообразию (как первый шаг таксономического анализа). Основные выводы, сделанные на первом этапе, получили более основательное подкрепление и отчасти объяснение (например, природа снижения доли циркумполярных видов в Чукотском секторе).

На данном (3) этапе мы разделили таксономический и типологический типы сравнительного множественного картографического анализа всего массива 93 ЛФ и существенно расширили круг таксономических параметров флоры, а также дополнили анализ всей совокупности ЛФ анализом их объединений: флор 6 подпровинций, а также статистическим сравнением средних показателей (также максимальных и минимальных) ЛФ каждой подпровинции.

Видовое разнообразие ЛФ 6 подпровинций (рис. 1—3; табл. 1)

Число видов (и рас) — одна из базовых характеристик любой флоры, тем более конкретной (Толмачев, 1970а) и локальной флоры. Оно четко отражает зональные изменения за счет уменьшения видового разнообразия с юга на север. Амплитуда и сам ход изменения числа видов неодинаков в сравниваемых секторах. Нисходящая крутая часть кривой особенно четко прослеживается на Таймыре в арктической группе подзон: высокоарктических тундр (= «полярных пустынь») (46—59 видов) и северных арктических тундр (96—135); на о-ве Белом к северу от Ямала — 75 видов. В гипоарктической группе подзон регулярное повышение с севера на юг видового разнообразия отмечается на Ямале (рис. 1), однако показатель свыше 200 видов (223) отмечен лишь в самой южной точке зональной трансекты (в северной лесотундре: Ребристая, 2000). На восточном побережье Обской губы показатели 210—215 видов отмечены значительно севернее — в средних гипоарктических тундрах, а 174 — в южных арктических (на Ямале 116—125 видов в ЛФ).

На Таймыре (рис. 2) уровень видового разнообразия в гипоарктической группе подзон сохтен, но в целом выше: большинство показателей видового богатства выше 200: (204) 211—238, достигая 241—261 вида в южных гипоарктических тундрах (стационары «Тарей» и «Ары-Мас») и даже 308—316 видов в двух горно-предгорных локальных флорах южного макросклона гор Бырранга в среднем течении р. Верхняя

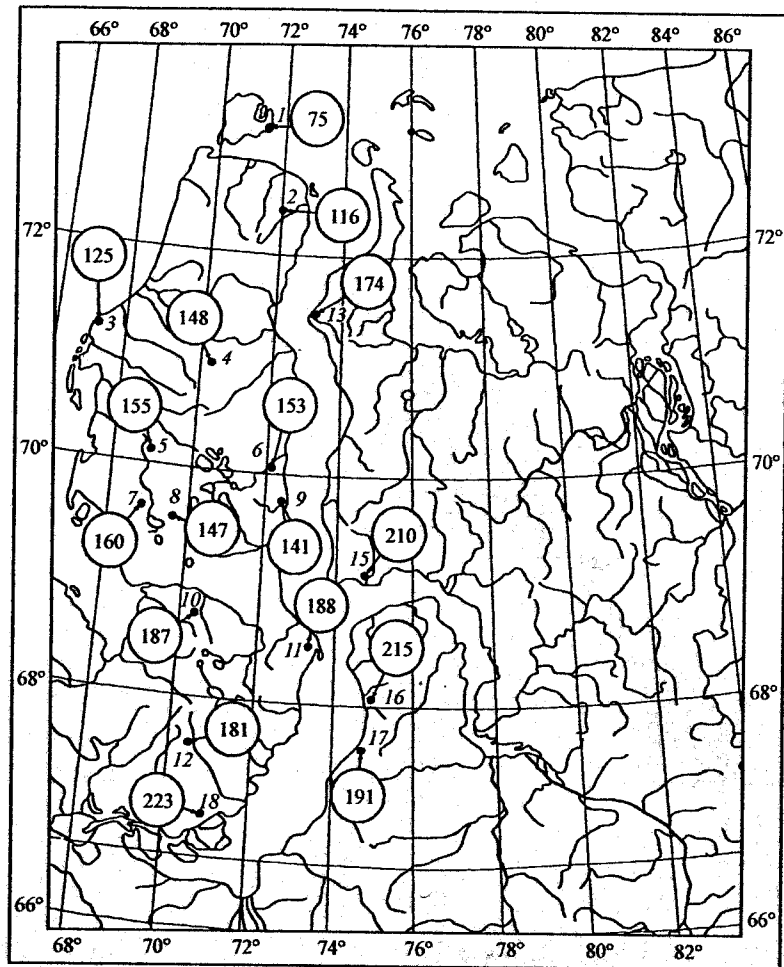


Рис. 1. Видовое разнообразие локальных флор Ямало-Гыданской подпровинции Западно-Евразийской провинции Арктической флористической области.

В кружках — число видов и подвидов, расшифровка номеров пунктов дана по: Юрцев и др., 2001а, рис. 1.

Таймыра (Поспелова, 2000), при этом во внутренних гористых частях полуострова ЛФ с 227—265 видами заходят на север до северного побережья Таймырского оз. (Поспелова, 1998, 2000).

На Чукотке (рис. 3) уровень видового разнообразия существенно выше, при этом он повышается с запада на восток. На Западной Чукотке (в основном в рамках Анойского нагорья) лишь 2 ЛФ: о-в Четырехстолбовой (Королева, Петровский, 2000) — северные арктические тундры, устье р. Рауча — северные гипоарктические s. str. насчитывают менее 200 видов: 121 и 172, соответственно. Если на северных отрогах нагорья преобладают ЛФ с численностью менее 300 видов, то южнее — наблюдается перевес ЛФ с численностью свыше 300 видов — примерно до 400 (пос. Бараниха в среднем течении р. Рауча, подзона южных гипоарктических тундр).

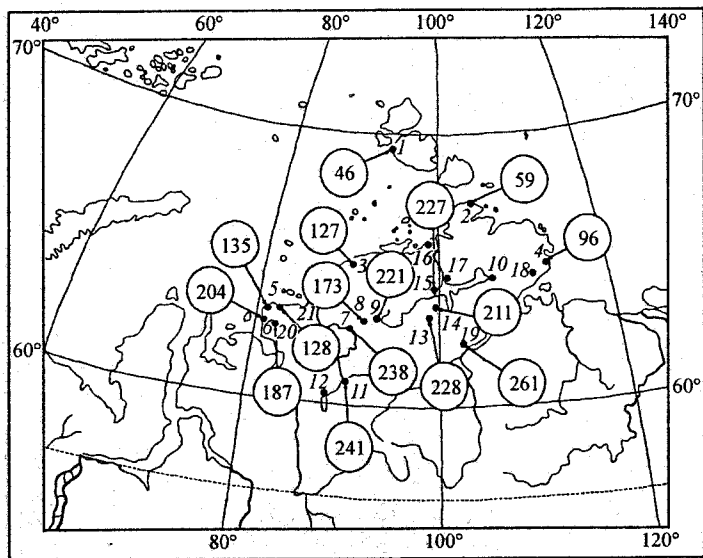


Рис. 2. Видовое разнообразие локальных флор Таймырской подпровинции Восточно-Сибирской провинции Арктической флористической области.

ТАБЛИЦА 1

Параметры локальных и региональных флор 6 подпровинций Азиатской Арктики (сеть мониторинга БР)

| Параметры флор | Флористические подпровинции Азиатской Арктики | | | | | | Чукотская провинция* | Азиатская Арктика** |
|---|---|----------------|---------------------------|-------------------------|-----------------|------------------------|----------------------|---------------------|
| | Ямало-Гыданская | Таймырская | Чукотская континентальная | Чукотская врангелевская | Чукотская южная | Чукотская берингийская | | |
| Среднее число видов в ЛФ | 164.06 ± 9.29 | 174.41 ± 15.85 | 273.07 ± 11.23 | 276.57 ± 20.15 | 345.50 ± 9.44 | 310.19 ± 13.40 | 295.45 ± 7.54 | 249.80 ± 8.55 |
| Максимальное число видов в ЛФ | 223 | 262 | 405 | 333 | 399 | 388 | 405 | 405 |
| Минимальное число видов в ЛФ | 75 | 46 | 121 | 182 | 307 | 192 | 121 | 46 |
| Число видов в объединении ЛФ подпровинции | 393 | 489 | 793 | 419 | 732 | 672 | 1094 | 1269 |
| Число ЛФ в подпровинции | 17 | 17 | 27 | 7 | 10 | 16 | 60 | 93 |

Примечание. Здесь и в табл. 2—4 данные по максимальному числу видов (и подвидов) в ЛФ для Берингийско-Чукотской и Южно-Чукотской подпровинций занижены, так как самые богатые ЛФ сети мониторинга пока не включены в анализ (ЛФ окр. пос. Янракыноот в Берингийской Чукотке — 450 видов; ЛФ окр. пос. Шахтерский в Южной Чукотке — св. 400 видов). * — объединение флор 4 подпровинций; ** — объединение флор 6 подпровинций.

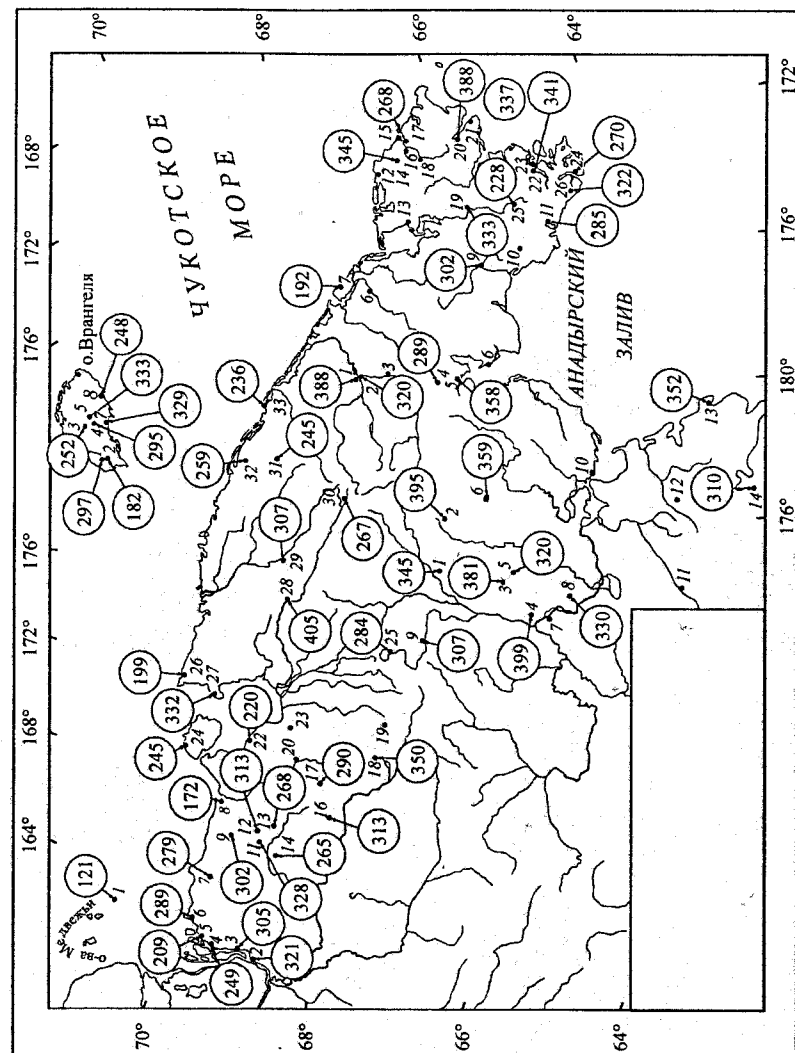


Рис. 3. Видовое разнообразие локальных флор для 4 подпровинций Чукотской провинции Арктической флористической области. Номера пунктов каждой подпровинции начинаются с единицы, расшифровка номеров пунктов дана по: Юрцев и др., 2001а, рис. 1, табл. 2.

В долготном створе (с юга на север: Южная Чукотка → Центральная как восточная часть Континентально-Чукотской подпровинции → о-в Врангеля) на Южной Чукотке (Коробков, Секретарева, 1997, 2001), включая северо-восток Корякского нагорья, все флоры насчитывают свыше 300 видов (свыше 400 в Шахтёрском и, очевидно, в ЛФ р. Северный Пекульнейедем, и р. Паляваам — среднее течение, на рубеже Западной и Центральной Чукотки). На северных отрогах Чукотского нагорья ЛФ с численностью свыше 200, но менее 300 видов составляют значительную часть; 2 локальные флоры северного побережья материковой Чукотки (южные арктические тундры) насчитывают 199—236 видов, но на о-ве Врангеля снова резко преобладают ЛФ с численностью свыше 250 видов (до 329—333) (в климате северных арктических тундр с анклавами южных арктических). Наконец, на Чукотском п-ове собственно подавляющее большинство ЛФ имеет свыше 300 видов (до наибольшего показателя 450 видов близ пос. Явракыннот на юго-восточном побережье). Фон составляют средние гипоарктические тундры с анклавами южных и участками северных гипоарктических на выступах побережий. Если обобщить данные по ЛФ 6 подпровинций 3 провинций (табл. 1), о-в Врангеля займет 3-е место (после Южной и Берингийской Чукотки) по среднему числу видов в ЛФ (276 видов; средняя ЛФ Ямало-Гыданской подпровинции 164 вида, Таймыра — 174, Континентальной Чукотки — 273). Если же объединить ЛФ каждой подпровинции, ситуация изменится за счет значительного таксономического разнообразия ЛФ в каждой подпровинции, с увеличением списка в 2—3 раза, а о-ва Врангеля — в 1.5 раза; но и в этом случае флора острова будет насчитывать 419 видов и подвидов, превосходя равнинную флору обширной Западно-Сибирской Арктики (393), но уступая флоре Таймыра (489). Флора самой обширной Континентально-Чукотской подпровинции объединит 793 вида и подвида, Южно-Чукотской — 732, Берингийско-Чукотской — 672, всей Чукотской провинции — 1094 вида и подвида, считая только те таксоны, что зарегистрированы хотя бы в одном из 93 пунктов сети мониторинга, включенных в обработку.

Таким образом, показана индивидуальность структуры широтного (подзонального) градиента видового разнообразия в 6 подпровинциях Азиатской Арктики.

Разнообразие семейств в ЛФ 6 подпровинций (рис. 4—6; табл. 2)

Переходя от разнообразия видов и рас к разнообразию филумов, мы в качестве последних избрали семейства в широкой их трактовке, принятой в «Арктической флоре СССР» (1960—1987) и, в общем более удобной для таксономического анализа флоры. По отношению к видам семейство представляет таксономический фактормножество. Из картосхем (рис. 4—6) видно, что закономерности распределения видового и семейственного разнообразия ЛФ, в общих чертах, сходны. Отмечается плавное повышение уровня разнообразия семейств с севера на юг в Ямало-Гыданской подпровинции, увязанное с дифференциацией подзон: 16 → 27—28(30) → 31—36(41) → (39)41—45 (северные арктические тундры → южные арктические тундры → северные и средние гипоарктические тундры → южные гипоарктические тундры и северная лесотундра). На Таймыре подзоне высокоарктических тундр (= зоне полярных пустынь) соответствует уровень разнообразия 12—15 семейств, северным арктическим тундрам (17) 23—26 семейств, северным гипоарктическим (с переходом к южным арктическим) 28—36, южным гипоарктическим — 42—43 семейства. Как и в видовом разнообразии, уровень разнообразия семейств в аналогичных подзонах 2 секторов оказался сходным.

Что же касается подпровинций Чукотской провинции, то уровень разнообразия семейств ЛФ в них существенно выше. Менее 20 семейств (19) имеет единственная флора о-ва Четырехстолбового (подзона северных арктических тундр) на границе с Яно-Колымской подпровинцией (и скорее принадлежащая последней). К той же подзоне северных арктических тундр принадлежат тундры побережий о-ва Врангеля

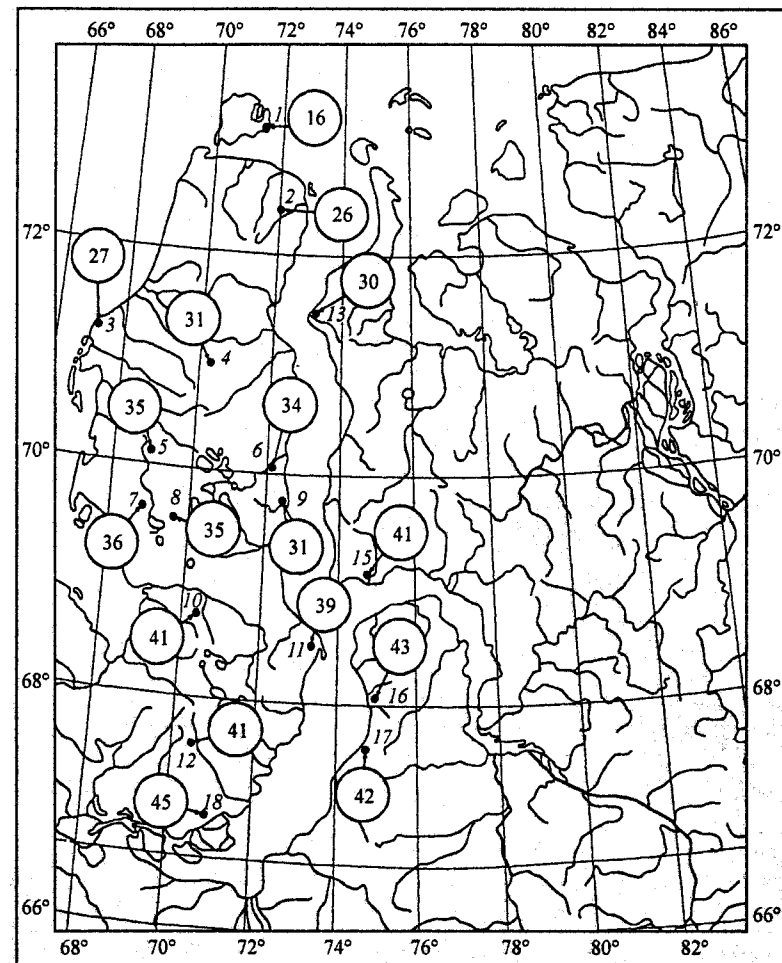


Рис. 4. Число семейств (в кружках) в локальных флорах Ямало-Гыданской подпровинции.

и его восточных нагорий, однако, их ЛФ насчитывают 27—30 семейств, а ЛФ анклавов южных арктических тундр западно-центральной части острова — 31—33 (всего на острове известны представители 33 семейств, что полностью реализуется в одной из ЛФ: верховье р. Неизвестная). ЛФ в южных арктических тундрах прилегающего материкового побережья Чукотки насчитывают 31—34 семейства (Валькаркай, Мыс Шмидта), а северные (в узком смысле, т. е. исключая средние) гипоарктические тундры — 36—37 семейств. В остальном ЛФ нагорий и высоких равнин Континентальной, Южной и Берингийской Чукотки насчитывают 39—48 семейств (вкрапления ЛФ с числом семейств менее 40 чаще всего приурочены к высокоподнятым участкам: 400 м над ур. м. и выше), при этом отмечается чередование более богатых и менее богатых флор на всем протяжении рассматриваемой территории. Максимальное число семейств (50—51) отмечено в гористо-таежном низовье р. Колымы (Королева, Петровский, 2000), в подзоне крупных стлаников на р. Энмываам

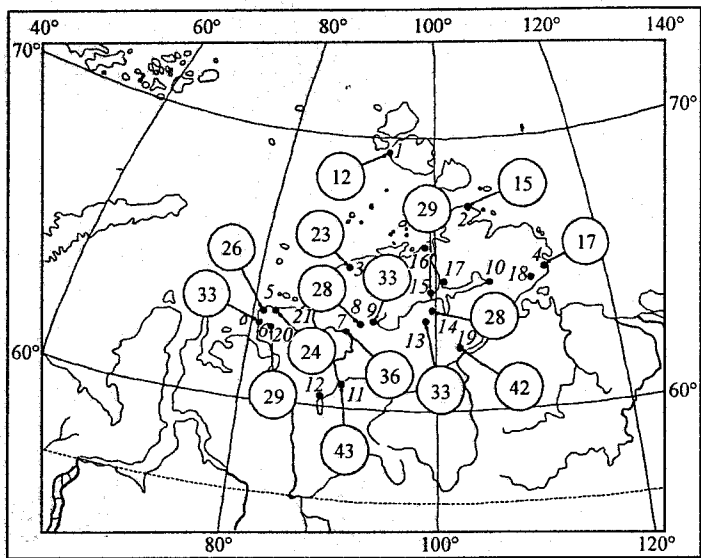


Рис. 5. Число семейств (в кружках) в локальных флорах Таймырской подпровинции.

в Анадырском нагорье близ пос. Мухоморное и, наконец, в окр. пос. Беринговский у северо-восточной оконечности Корякского нагорья. Отметим также, что локальные флоры южного и юго-восточного побережий Чукотского п-ова, относимые нами по растительности к собственно северным гипоарктическим тундрам («приморскому варианту подзоны северных гипоарктических тундр» в более ранних публикациях: Юрцев, 1973), а также отдельные соседние ЛФ подзоны средних гипоарктических тундр, иногда с анклавами южных, насчитывают 40—42 семейства, а таковые северного побережья — менее 40. Наконец, локальные флоры о-ва Врангеля несколько беднее по числу семейств таковых противоположащего материкового побережья, а не наоборот (как в случае видового разнообразия).

В целом же в материковых подпровинциях Чукотской провинции отмечается сдвиг от классической зональности, свойственной Ямало-Гыданской и Таймырской подпровинциям, к макро-мозаичности и относительной выравненности ЛФ Амфиберингийского сектора.

Среднее число семейств в ЛФ (табл. 2) минимально в Таймырской подпровинции (27; во Врангелевской — 29, Ямало-Гыданской — 32), максимально в Южно-Чукотской (44; в Берингийско-Чукотской — 38, как во всей провинции в среднем, в Континентальной Чукотке — 37). Это во многом связано с тем, что Таймырская подпровинция включает много бедных семейств локальных флор 2 северных подзон, напротив, в Южно-Чукотской резко доминируют локальные флоры из подзоны южных гипоарктических тундр. Если же объединить локальные флоры по соответствующим подпровинциям, флоры Ямало-Гыданской и Таймырской подпровинций выходят на один уровень (47 и 48 семейств), флоры Континентально-Чукотской и Южно-Чукотской — на другой, более высокий (57 и 56; Берингийско-Чукотской — 50) за счет реализации резерва разнообразия локальных флор: увеличение числа семейств в Континентальной Чукотке в 1.5 раза, Южной и Берингийской — в 1.3, на Таймыре — в 1.7, Ямале — в 1.4, и только на о-ве Врангеля в 1.1 раза. Таким образом, «банк» филумов (семейств) на острове почти в 2 раза меньше, чем в остальных подпровинциях, а на Континентальной и Южной Чукотке приближается к общему «запасу» семейств на всей Чукотке и во всей Азиатской Арктике.

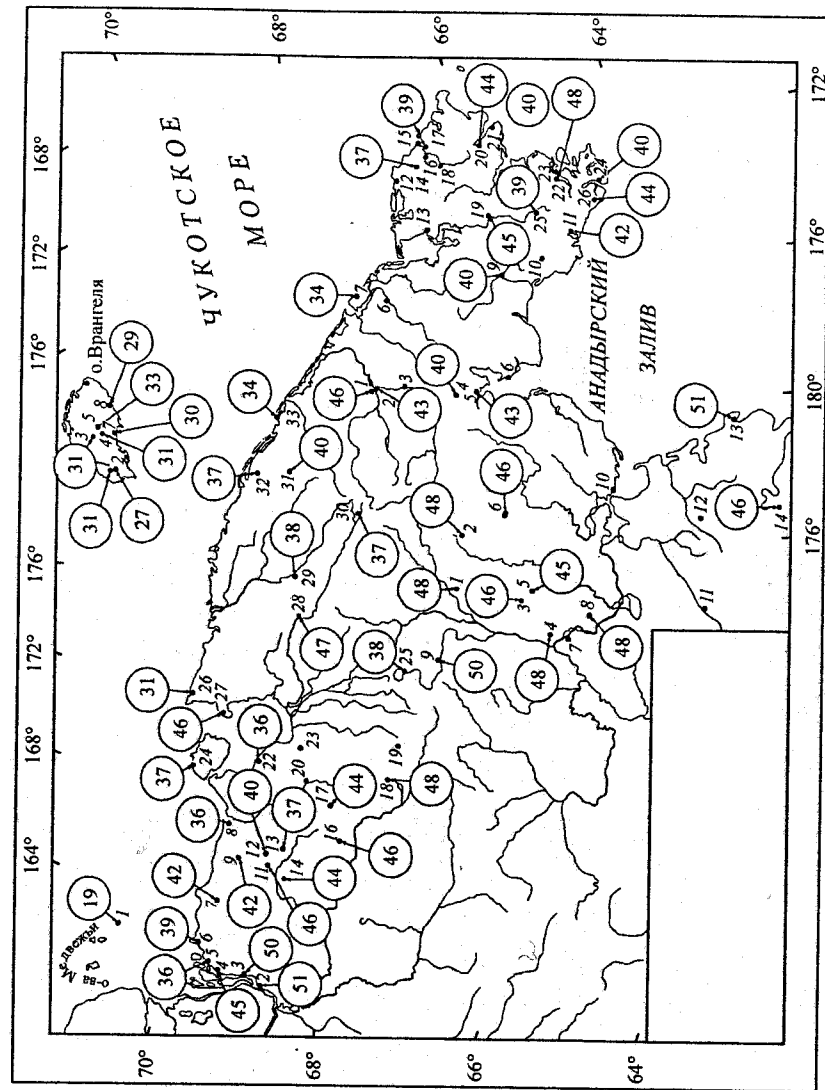


Рис. 6. Число семейств (в кружках) в локальных флорах 4 подпровинций Чукотской провинции.

ТАБЛИЦА 2

Число и видовое разнообразие семейств в локальных (ЛФ) и региональных флорах 6 подпровинций Азиатской Арктики (сеть мониторинга БР)

| Параметры флор | Флористические подпровинции Азиатской Арктики | | | | | | Чукотская провинция* | Азиатская Арктика** |
|--|---|----------------|---------------------------|-------------------------|-----------------|------------------------|----------------------|---------------------|
| | Ямало-Гыданская | Таймырская | Чукотская континентальная | Чукотская врангелевская | Чукотская южная | Чукотская берингийская | | |
| Число семейств в ЛФ среднее | 32.94 ± 1.69 | 27.06 ± 1.87 | 37.56 ± 1.24 | 29.71 ± 0.68 | 44.60 ± 0.60 | 38.56 ± 0.90 | 38.08 ± 0.80 | 35.09 ± 0.81 |
| максимальное | 43 | 41 | 49 | 32 | 48 | 45 | 49 | 49 |
| минимальное | 16 | 12 | 19 | 27 | 42 | 31 | 19 | 12 |
| Число семейств в объединении ЛФ подпровинции | 47 | 48 | 57 | 33 | 56 | 50 | 60 | 60 |
| Число видов/доля (%) 10 ведущих семейств подпровинции | 274/69.72 | 340/69.53 | 552/69.61 | 317/75.66 | 464/63.39 | 475/70.68 | 769/70.29 | 886/69.82 |
| Средняя доля (%) видов 10 ведущих семейств в ЛФ | 73.272 ± 1.489 | 78.723 ± 1.631 | 72.664 ± 0.801 | 79.831 ± 0.670 | 68.984 ± 0.432 | 71.294 ± 0.532 | — | — |
| Число/доля (%) одновидовых семейств подпровинции | 19/40.43 | 14/29.17 | 16/28.07 | 7/21.21 | 18/32.14 | 11/22.00 | 15/25.00 | 10/16.67 |
| Средняя доля (%) одновидовых семейств в ЛФ | 40.631 ± 1.064 | 31.152 ± 2.541 | 32.723 ± 1.018 | 28.926 ± 2.962 | 33.716 ± 1.679 | 33.413 ± 1.090 | — | — |
| Среднее число видов в семействе | 8.362 | 10.188 | 13.912 | 12.697 | 12.000 | 14.640 | 18.233 | 21.105 |
| Соотношение числа видов семейств в объединении ЛФ подпровинции | | | | | | | | |
| <i>Cyperaceae/Poaceae</i> | 0.579 | 0.468 | 0.685 | 0.515 | 0.768 | 0.695 | 0.639 | 0.594 |
| <i>Asteraceae/Poaceae</i> | 0.649 | 0.429 | 0.796 | 0.712 | 0.793 | 0.779 | 0.847 | 0.885 |

Среднее число видов в семействе (соотношение разнообразия видов и семейств в локальных и региональных флорах) (рис. 7—9; табл. 2)

Среднее число видов в семействе показывает соотношение обоих рассмотренных выше типов таксономического разнообразия ЛФ и является производным от них. Если оба названных показателя в высокой степени зависимы от широтной зональности, их соотношение оказалось в значительной степени независимым от последней, но специфичным для каждой подпровинции (рис. 7—9, табл. 2). Так, варьирование среднего числа видов в семействе данной ЛФ ограничено в Ямало-Гыданской

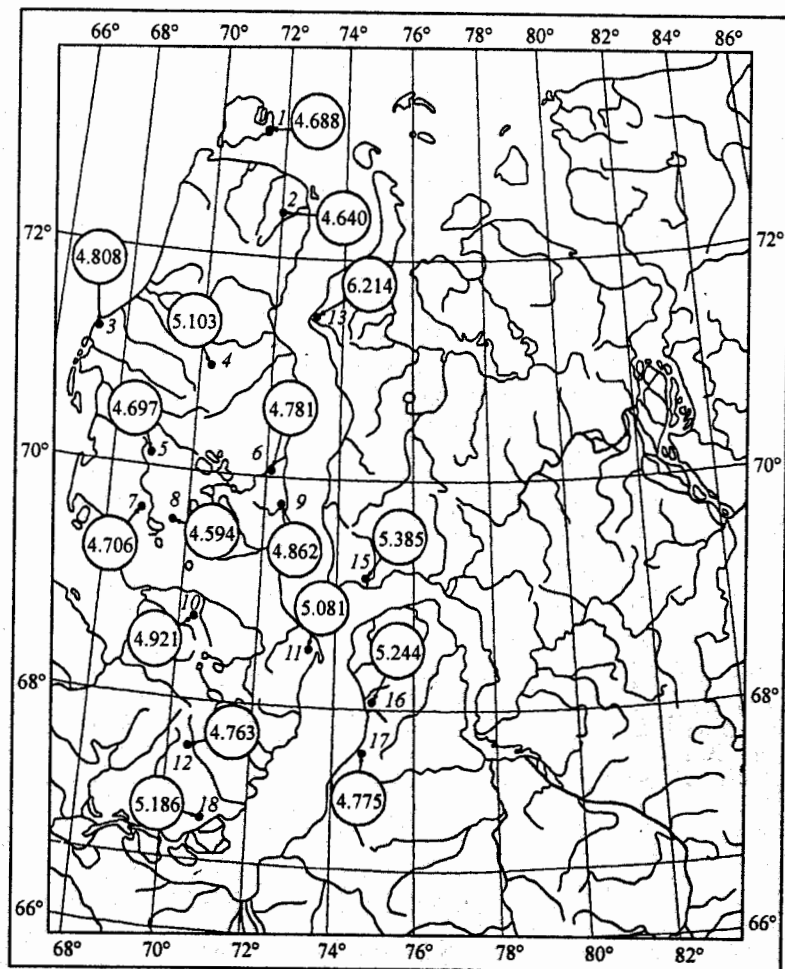


Рис. 7. Среднее число видов в семействе (в кружках) в локальных флорах в Ямало-Гыданской подпровинции.

подпровинции амплитудой значений 4.594—6.214; в Таймырской — 3.833—8.107; на Западной Чукотке — 5.215—8.237; на Центральной и Южной Чукотке — 6.532—9.205; на Берингийской Чукотке — 6.194—10.059; на о-ве Врангеля — 6.741—11.345. Очевиден общий сдвиг амплитуды в Чукотской провинции вверх (нижний предел соответствует верхнему в Ямало-Гыданском секторе). Что же касается распределения значений показателя в пределах амплитуды: в большинстве секторов не улавливается зональная закономерность (исключение — Таймырский сектор, где высокоарктическим тундрам соответствует область значений 3.833—3.933, северным арктическим — 5.333—5.647, более южным подзонам — 5.878—8.107, без широтной закономерности; впрочем, самые высокие значения показателя (от 7.129 до 8.107) приурочены к центральным районам (при этом отмечается макро-мозаичность)). Она же четко прослеживается и в других секторах, особенно в Чукотской провинции. Своего рода инверсия имеет место на о-ве Врангеля (10.640 — верховья р. Неизвес-

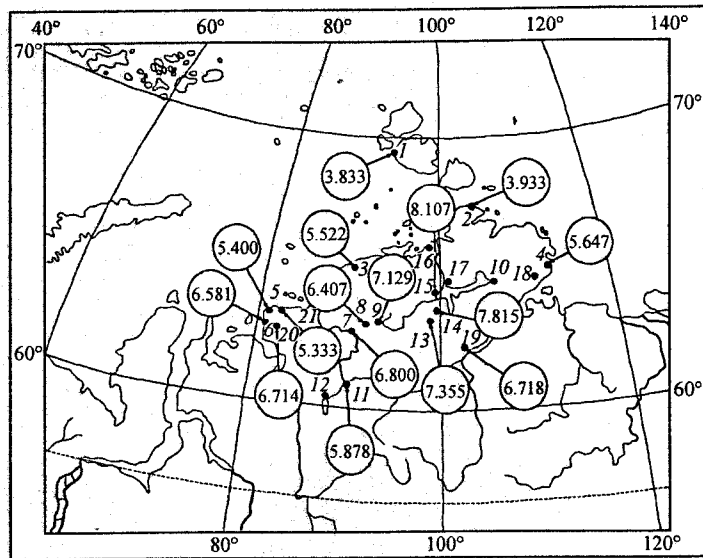


Рис. 8. Среднее число видов в семействе (в кружках) в локальных флорах в Таймырской подпровинции.

тной, 11.345 — бухта Сомнительная) как результат высокого видового разнообразия при урезанном почти вдвое числе семейств.

При объединении семейств по подпровинциям место подпровинций в нисходящем ряду по среднему числу видов в семействе изменится: 1-е место займет Берингийско-Чукотская подпровинция (14.640), 2-е — самая протяженная Континентально-Чукотская подпровинция (13.912), на 3-е место (с 1-го) перейдет о-в Врангеля (12.697), следом Южная Чукотка (12.000), Таймыр (10.188) и, наконец, Ямало-Гыданская подпровинция (8.366). Берингийская и Континентальная Чукотка проявляют наивысшее пространственное разнообразие локальных флор и наиболее значительный долготный градиент по рассмотренному показателю (соответствующий «длинному градиенту» континентальности-океаничности климата). Существенно возрастает также среднее число видов в одном семействе и в объединении всех подпровинций Чукотской провинции (до 18) и в 6 подпровинциях Азиатской Арктики (21).

Доля видов 10 ведущих семейств в локальных и региональных флорах Азиатской Арктики
(рис. 10—12; табл. 2)

По традиции, идущей от А. И. Толмачева (1970б, 1974), мы принимаем за «головную» часть семейственно-видового таксономического спектра 10 наиболее богатых видами семейств в каждой флоре. Ознакомление с картосхемами (рис. 10—12) убеждает и в том, что данный параметр ЛФ сопряжен с их зональным положением и связан с ним обратной зависимостью: чем беднее видами флора, тем большую долю от общего видового разнообразия составляет головная «десятка» семейств, несмотря на то что в бедных флорах абсолютное число видов в «десятке» меньше. Максимальная доля видов десятки отмечается в ЛФ подзоны высокоарктических тундр (86—95%), далее следуют ЛФ подзоны северных арктических тундр (92% на о-ве Белом к северу от Ямала, 71—85% на побережье Таймыра, 87.60% на о-ве Четырехстол-

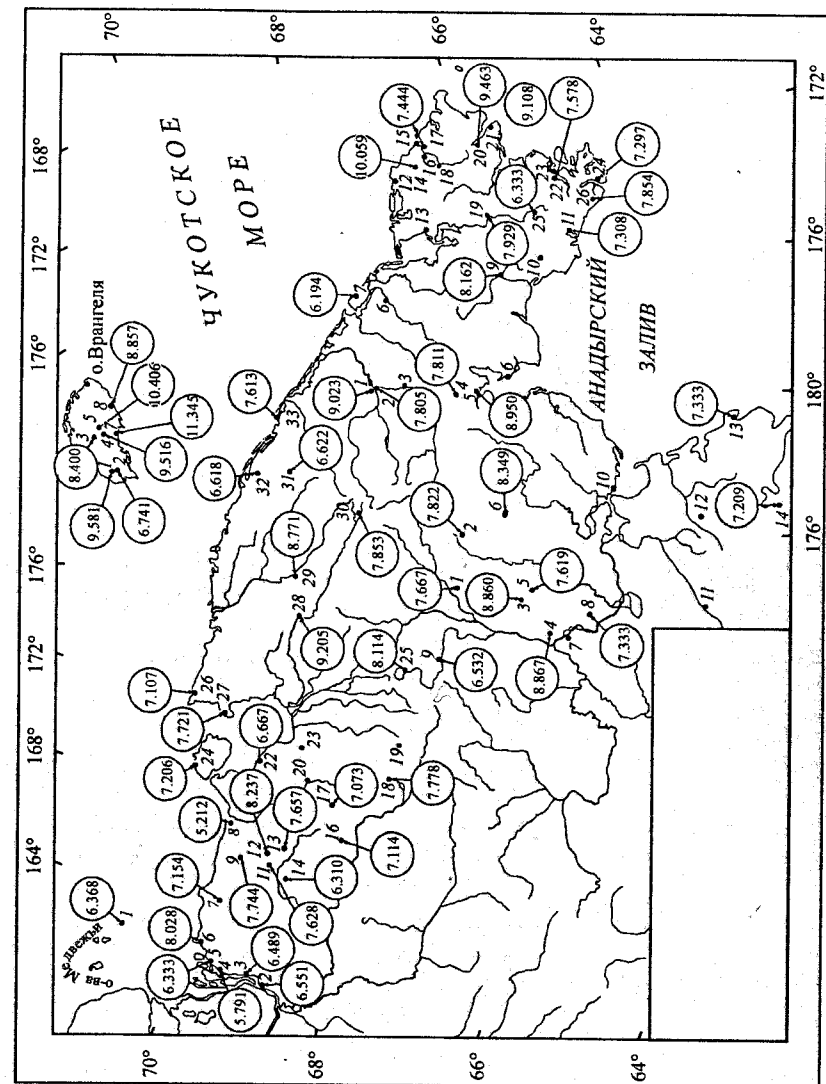


Рис. 9. Среднее число видов в семействе (в кружках) в локальных флорах 4 подпровинций Чукотской провинции.

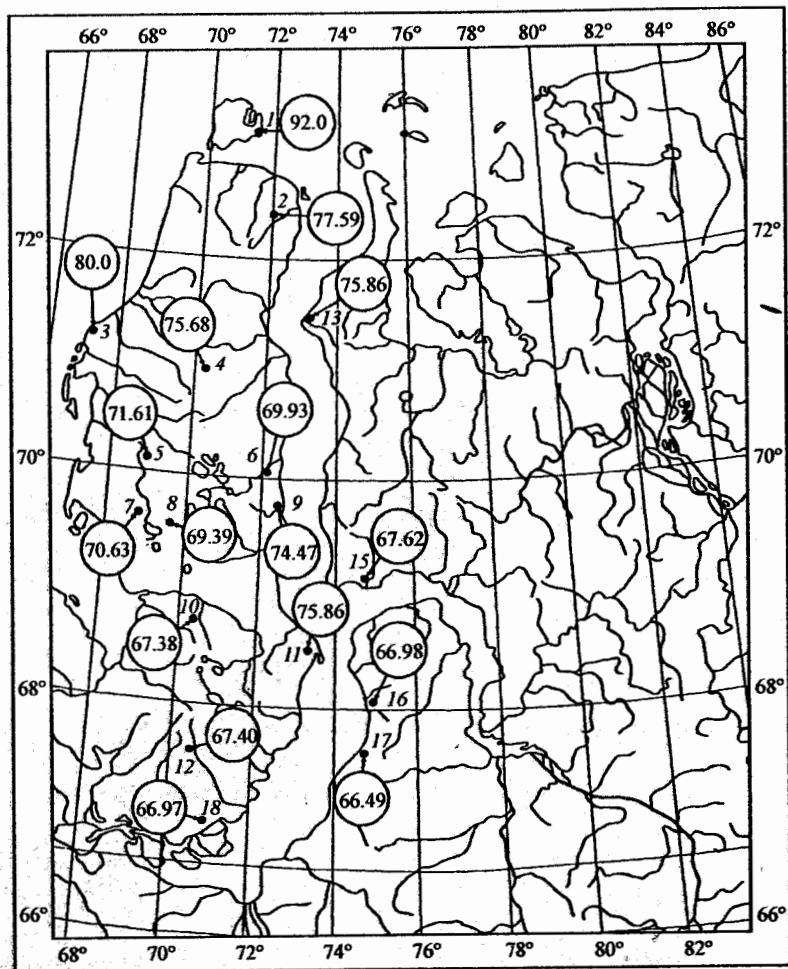


Рис. 10. Доля 10 ведущих семейств (%) в видовом разнообразии локальных флор Ямало-Гыданской подпровинции.

бовом у западного предела Чукотки, 78—83 % на побережьях о-ва Врангеля), затем южных арктических тундр (76—80 % на севере Ямала и Гыдана, 78—80 % в анклавах западной и центральной части о-ва Врангеля, 76.69—76.88 % на Центральной Чукотке). В подзонах гипоарктических тундр доля 10 ведущих семейств снижается с 75 до 66 % на юге Ямала и Тазовского п-ова, с 76 до 68 % на Таймыре, с 75 до 65 % на Западной Чукотке, с 75—73 до 65 % на Центральной и Южной Чукотке, с 74 до 67 % на Берингской Чукотке. При этом медленное изменение значений данного параметра (повышение доли 10 ведущих семейств с юга на север) сочетается с макро-мозаичностью, т. е. чересполосицей локальных флор, заметно отличающихся значениями данного показателя. На Чукотском п-ове направленные зональные изменения доли 10 ведущих семейств вообще не прослеживаются (рис. 12).

Доля видов 10 ведущих семейств подпровинций (табл. 2) остается на редкость выровненной, близкой к 70 %, несмотря на большие различия в абсолютном числе

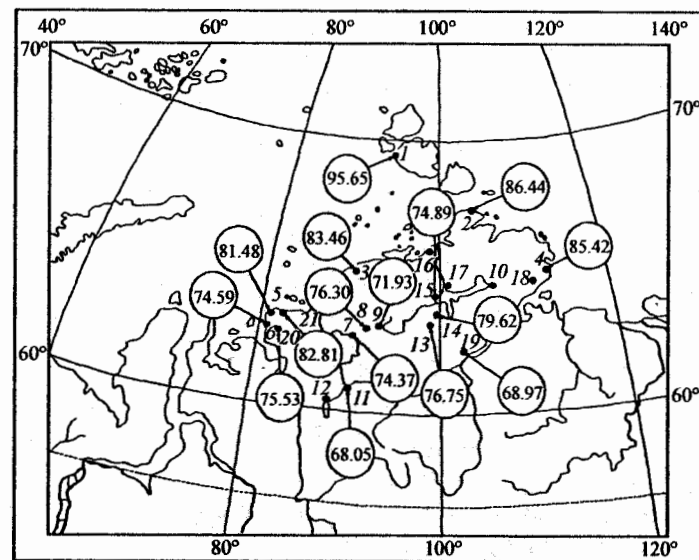


Рис. 11. Доля 10 ведущих семейств (%) в видовом разнообразии локальных флор Таймырской подпровинции.

видов каждой «десятки»: от 274 в Ямало-Гыданской подпровинции до 552 в Континентально-Чукотской. Та же доля сохраняется и в Чукотской провинции в целом (769 видов), и даже во всей совокупности 93 ЛФ Азиатской Арктики (886 видов). Исключение составляют только о-в Врангеля, целиком относящийся к полосе арктических тундр (75 %), и Южная Чукотка, принадлежащая к подзоне южных гипоарктических тундр (63 %). Остальные подпровинции охватывают практически весь подзональный спектр соответствующего сектора. При пересчете на среднюю долю 10 ведущих семейств в ЛФ данной подпровинции ситуация в общем сохраняется, но в число «уклоняющихся» флор попадает и таковая Таймырской подпровинции, тоже более криофитная (средняя доля около 79 %, во Врангелевской — около 80 %).

Доля одновидовых семейств в ЛФ и в 6 подпровинциях (рис. 13—15; табл. 2).

Интерпретировать этот параметр мы пока не в состоянии, тем более что одновидовые семейства в Арктике часто представляют «отщепенцев» своего филума, сумевших хорошо адаптироваться к условиям Арктики (например, *Valeriana capitata*). Таких одновидовых семейств 13, еще 13 представлены единственным видом только в подпровинциях. Одновидовые семейства представляют собой филумы с пониженной ролью в составе арктической флоры и с меньшими (при прочих равных условиях) шансами сохранения в случае крупных ландшафтно-климатических перемен. В Ямало-Гыданской подпровинции в большинстве локальных флор одновидовые семейства насчитывают свыше 40 %; в других подпровинциях разброс гораздо больше: на Таймыре от 13 до 50 %; на о-ве Врангеля — от 21 до 40 %. В среднем доля одновидовых семейств очень выровнена. Абсолютное их число в подпровинциях минимально на о-ве Врангеля (7) и Берингской Чукотке (11); в остальных оно варьирует от 14 до 19 (максимум на Ямале). Степень макро-мозаичности ЛФ

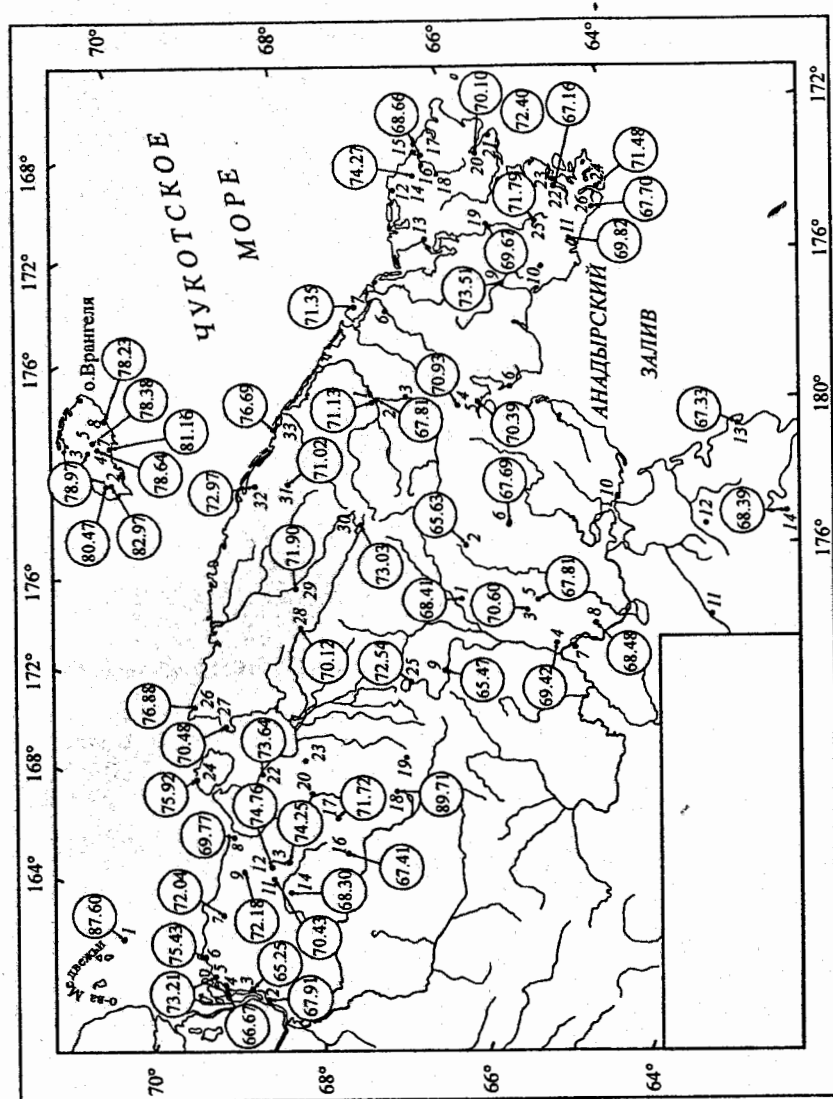


Рис. 12. Доля 10 ведущих семейств (%) в видовом разнообразии локальных флор 4 подпровинций Чукотской провинции.

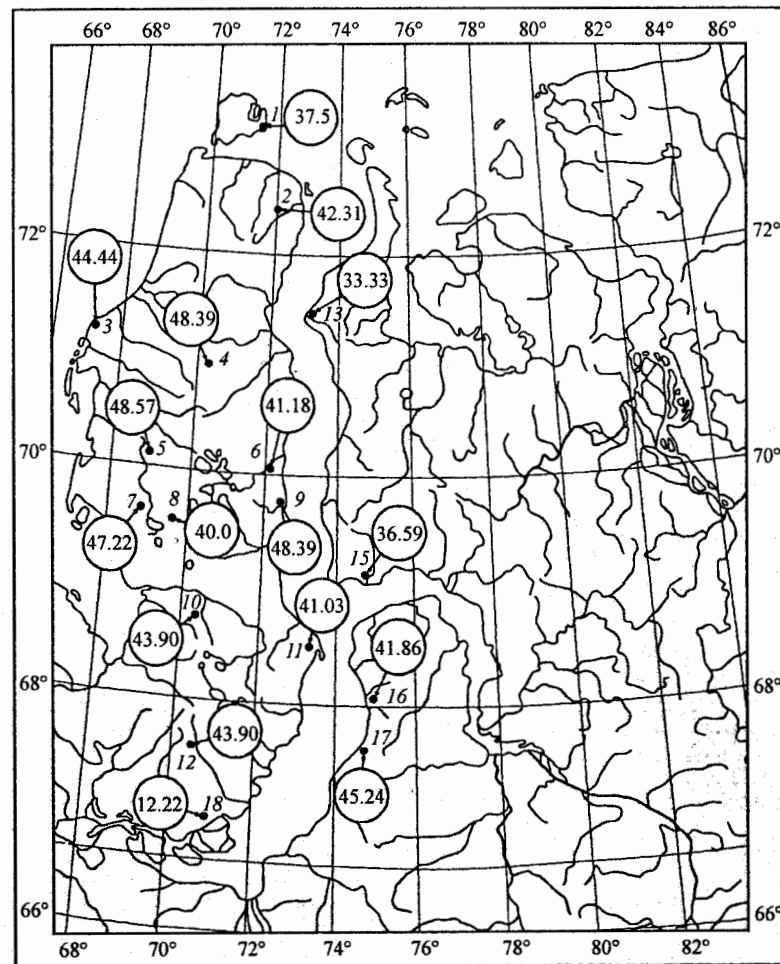


Рис. 13. Доля одновидовых семейств (%) в видовом разнообразии локальных флор Ямало-Гыданской подпровинции.

В Таймырской подпровинции по доле одновидовых семейств можно иллюстрировать 2 примерами: из 2 «полярно-пустынных» ЛФ одна включает 50.0 % видов из одновидовых семейств, другая — 13.33 %; среди ЛФ соседней подзоны (северных арктических тундр) этот показатель варьирует от 11.76 до 42.31 %.

Соотношение числа видов головных семейств *Syperaceae* и *Poaceae*
(рис. 16—18; табл. 2)

В материковых подпровинциях Чукотки соотношение (индекс) *Syperaceae/Poaceae* варьирует от 68 до 77 % (Южная Чукотка), на о-ве Врангеля — 51.5 %, на Таймыре — только 47 %, на Ямале — 58 % (табл. 2). Однако одно и то же соотно-

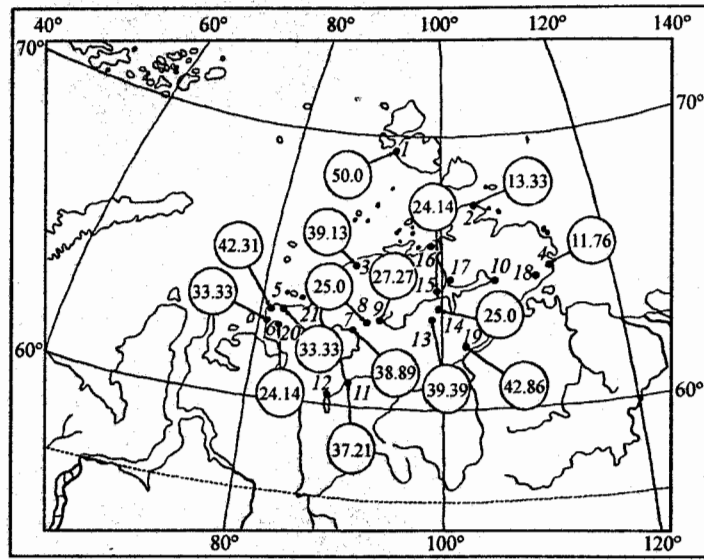


Рис. 14. Доля одновидовых семейств (%) в видовом разнообразии локальных флор Таймырской подпровинции.

шение может быть достигнуто при разном уровне видового разнообразия того и другого семейства (рис. 16—18). Ключевой момент в интерпретации индекса — тренд осоковых к понижению видового разнообразия в северных арктических тундрах, вплоть до выпадения их в высокоарктических тундрах. Это хорошо видно на Таймырской картосхеме (рис. 17), где соотношение обоих семейств в полярных пустынях — 7.7 и 20% (1—2 вида осоковых), а в северных арктических тундрах — немногим более 30%, в остальных подзонах — 47—77%, с очень слабо («вяло») проявляющимся зональным градиентом и с большой чересполосицей и макро-мозаичностью ЛФ (число видов осоковых 14—24 в ЛФ). На Ямале полоса с интенсивным градиентом отсутствует; градиент очень вялый и проявляется на фоне макро-мозаичности ЛФ. В Чукотской провинции число видов и осоковых, и злаков повышается, с некоторым повышением относительной доли первых. Исключение составляет о-в Врангеля, где осоковых немногим больше, чем на Таймыре (13—27 видов в ЛФ, число же видов злаков в ЛФ рекордное — до 53, отсюда — снижение индекса. На Центральной и особенно Южной (и отчасти Берингийской) Чукотке число видов осоковых в ЛФ повышается (до 40), что дает значение индекса от 70—80% (при большем видовом разнообразии злаков) до 100—157% (при меньшем числе последних). При этом в значительном широтном интервале тренд к широтному (зональному) изменению индекса не выражен. Лишь на северном побережье материка индекс незначительно снижается. Нечто похожее отмечается для индекса *Asteraceae/Poaceae*, но на материковой Чукотке его зональный тренд практически не выражен в отличие от Таймыра и Ямала (Юрцев и др., 2001а). Соотношение и взаимоотношения этих 3 доминирующих филумов флоры Арктики (в том числе 2 семейств грамино-дов) имеет очевидную значимость на ценотическом, ландшафтном и региональном уровнях.

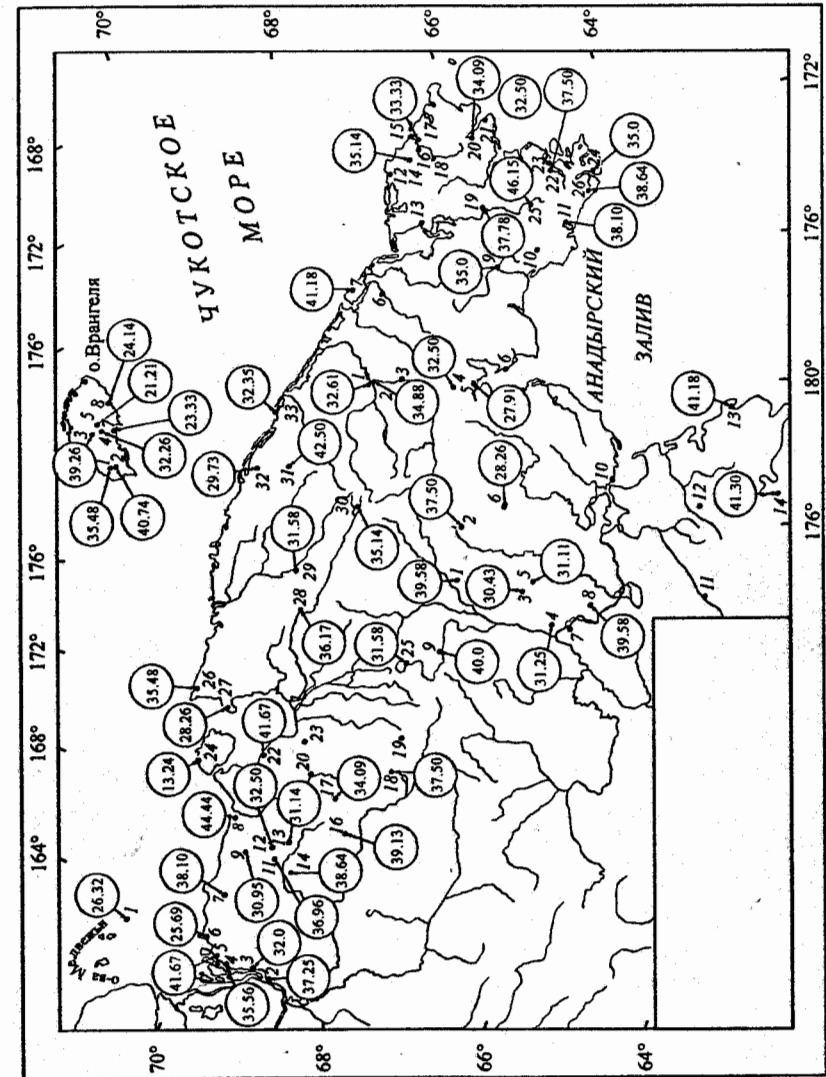


Рис. 15. Доля одновидовых семейств (%) в видовом разнообразии локальных флор 4 подпровинций Чукотской провинции.

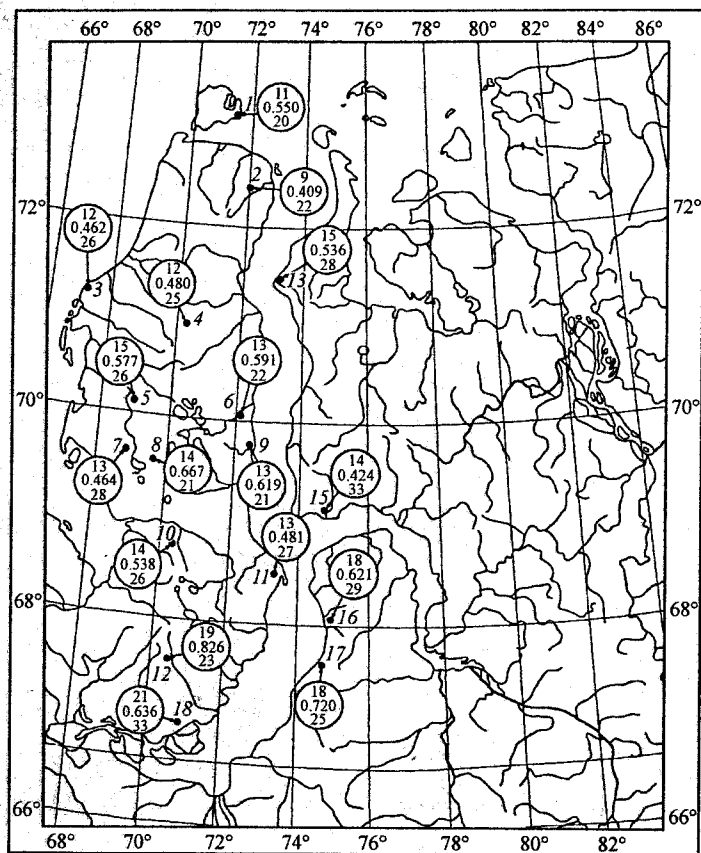


Рис. 16. Соотношение (индекс) видов семейств *Cyperaceae*/*Poaceae* в локальных флорах Ямало-Гыданской подпровинции.

Целое число: сверху — число видов *Cyperaceae* в локальной флоре, снизу — число видов *Poaceae*.

Состав семейств головной и хвостовой частей таксономических семейственно-видовых спектров флор (табл. 3, 4)

Полный таксономический семейственно-видовой спектр построен А. А. Зверевым (1998) по принципу убывания сверху вниз константности и среднего числа видов в семействе. В головной части спектра (табл. 3) 1-е место во всех подпровинциях принадлежит (с отрывом) сем. *Poaceae*, 2-е — *Asteraceae*, с единственным исключением в Таймырской подпровинции, где 2-е место занимает *Brassicaceae*, а *Asteraceae* там лишь на 4-м месте (см. также: Поспелова, 2000). Из других отличий таймырской флоры можно отметить повышение роли *Saxifragaceae*, *Scrophulariaceae*, *Ranunculaceae*, понижение таковой *Rosaceae*, *Salicaceae*. Из отличий флоры о-ва Врангеля отметим повышение роли *Papaveraceae* (18 видов и подвидов, переход с 15-го места на 9-е), *Brassicaceae*, *Rosaceae*, *Saxifragaceae*, при понижении роли *Cyperaceae* (с 3-го места на 6-е), *Ranunculaceae*, *Salicaceae*. Это свидетельствует об арктических

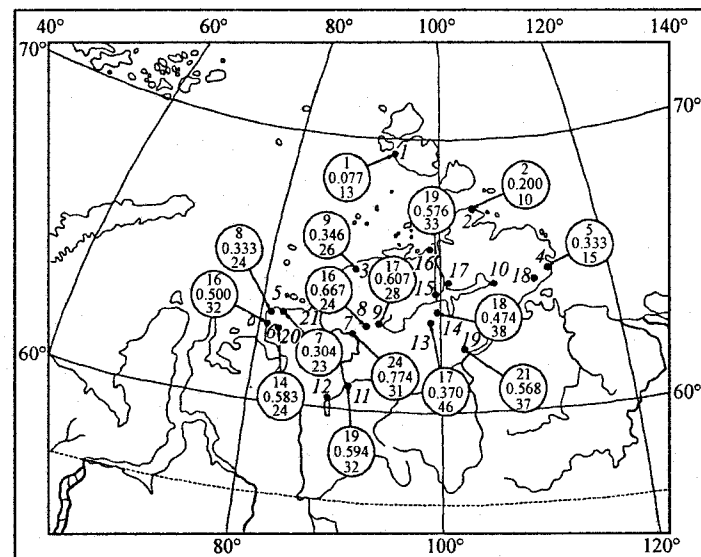


Рис. 17. Соотношение (индекс) видов семейств *Cyperaceae*/*Poaceae* в локальных флорах Таймырской подпровинции.

Целое число: сверху — число видов *Cyperaceae* в локальной флоре, снизу — число видов *Poaceae*.

чертах обеих флор. Напротив, в Ямало-Гыданской подпровинции повышается роль *Ranunculaceae*, *Scrophulariaceae*, *Ericales* (переход с 12-го места на 7—8-е), понижается роль *Saxifragaceae*, *Fabaceae*. Флоры 3 материковых подпровинций Чукотской провинции представляют норму в данном массиве. Применяя термины экологической флористики, можно сказать, что семейства головной части таксономического спектра высоко- и (3 первых) особо активны во флоре Азиатской Арктики.

В хвостовой части того же таксономического спектра прежде всего бросается в глаза выпадение почти половины (27) семейств на о-ве Врангеля. Выделяется 3 зоны: **верхняя** (7 первых семейств — с *Polypodiaceae* по *Lamiaceae*), где в других подпровинциях отдельные флоры насчитывают до 5—9 видов в семействе при высокой константности в остальных подпровинциях; **средняя** — из 11 семейств с меньшей константностью и малым числом видов в других подпровинциях; и **нижняя** (последние 12), где семейства встречаются лишь в отдельных подпровинциях и насчитывают в них лишь 1—2 вида (преобладают бореальные и отчасти гипоарктические). Таким образом, флора о-ва Врангеля представляется наиболее очищенной от чуждых Арктике филумов (но она обогащена криоксерофильными видами трав).

Соотношение мегатаксонов сосудистых растений во флорах 6 подпровинций (табл. 5)

Поражает высокая степень сходства в 6 подпровинциях соотношений основных мегатаксонов — сосудистых споровых, голосеменных и цветковых, а среди последних — однодольных и двудольных. Из существенных различий отметим: 1) повышенные доли сосудистых споровых в окраинных (менее континентальных) Ямало-Гыданской и Берингийско-Чукотской подпровинциях: в 1-й за счет разнообразия *Lysoptodiaceae* и *Equisetaceae*, при отсутствии *Polypodiaceae* s. l. и общем обеднении флоры; во 2-й — также и за счет разнообразия видов папоротников, что свойственно и

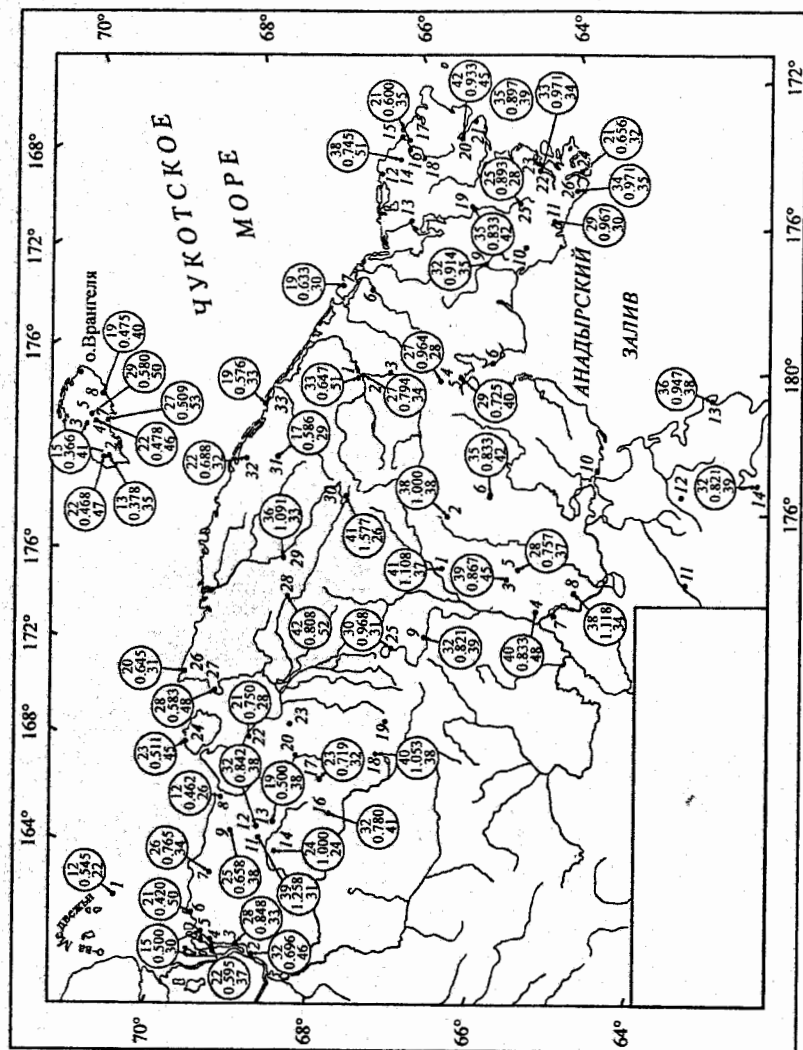


Рис. 18. Соотношение (индекс) видов семейств *Cyperaceae/Rosaceae* в локальных флорах 4 подпровинций Чукотской провинции. Целое число: сверху — число видов *Cyperaceae* в локальной флоре, снизу — число видов *Rosaceae*.

ТАБЛИЦА 3

Головная часть таксономического спектра семейств 6 флористических подпровинций Азиатской Арктики

| Семейства | Флористические подпровинции Азиатской Арктики | | | | | | Чукотская провинция | Азиатская Арктика |
|--------------------------------|---|------------|---------------------------|-------------------------|-----------------|------------------------|---------------------|-------------------|
| | Ямало-Гыданская | Таймырская | Чукотская континентальная | Чукотская врангелевская | Чукотская южная | Чукотская берингийская | | |
| <i>Poaceae</i> | 57 (1) | 77 (1) | 108 (1) | 66 (1) | 82 (1) | 95 (1) | 144 (1) | 165 (1) |
| <i>Asteraceae</i> | 37 (2) | 33 (4) | 86 (2) | 47 (2) | 65 (2) | 74 (2) | 122 (2) | 146 (2) |
| <i>Cyperaceae</i> | 33 (3) | 36 (3) | 74 (3) | 34 (6) | 63 (3) | 66 (3) | 92 (3) | 98 (3) |
| <i>Brassicaceae</i> | 26 (5) | 49 (2) | 54 (4) | 39 (3) | 44 (5-6) | 55 (5) | 74 (5) | 87 (5) |
| <i>Caryophyllaceae</i> | 30 (4) | 30 (5) | 51 (5) | 35 (5) | 44 (5-6) | 48 (6) | 66 (6) | 74 (6) |
| <i>Rosaceae</i> | 17 | 23 (8) | 45 (6) | 37 (4) | 48 (4) | 57 (4) | 77 (4) | 88 (4) |
| <i>Ranunculaceae</i> | 21 (6) | 27 (6) | 42 (7) | 20 (8) | 32 (8) | 32 | 52 (7-8) | 59 (8) |
| <i>Salicaceae</i> | 17 | 20 (10) | 32 (8) | 15 | 33 (7) | 35 (7) | 48 (9) | 56 (9) |
| <i>Saxifragaceae</i> | 13 | 24 (7) | 29 (10) | 21 (7) | 28 (9) | 33 (8) | 42 (10) | 47 (10) |
| <i>Fabaceae</i> | 6 | 19 | 31 (9) | 16 (10) | 25 (10) | 32 | 52 (7-8) | 66 (7) |
| <i>Scrophulariaceae</i> | 18 (7-8) | 21 (9) | 28 | 13 | 19 | 19 | 34 | 45 |
| <i>Ericales</i> | 18 (7-8) | 15 | 21 | 6 | 23 | 23 | 27 | 31 |
| <i>Juncaceae</i> | 14 | 15 | 20 | 7 | 18 | 19 | 23 | 28 |
| <i>Polygonaceae</i> | 14 | 14 | 17 | 10 | 16 | 13 | 23 | 26 |
| <i>Papaveraceae</i> | 1 | 10 | 18 | 18 (9) | 8 | 11 | 33 | 36 |
| <i>Primulaceae</i> | 5 | 4 | 7 | 6 | 8 | 11 | 13 | 16 |
| <i>Boraginaceae</i> | 3 | 7 | 11 | 3 | 7 | 8 | 13 | 15 |
| Всего семейств в подпровинциях | 47 | 48 | 57 | 33 | 56 | 50 | 60 | 60 |

Примечание. Приводится абсолютное число видов сосудистых растений в соответствующей подпровинции, в скобках указан номер семейств в нисходящем ряду (от 1 до 10).

Восточно-Европейскому сектору Арктики (так, для Канино-Печорского сектора приводится 9 видов *Polypodiaceae*, для Мурманского побережья — 16 (Толмачев, 1960)); 2) отсутствие хвойных на о-ве Врангеля и на Чукотском п-ове, в остальных подпровинциях — захождение отдельных видов хвойных в пограничные районы, включая и лесные острова; 3) повышение роли цветковых в континентальных подпровинциях с относительным усилением двудольных (максимум на о-ве Врангеля, до 73%). Если включить в рассмотрение такие мегатаксоны, как мохообразные и лишайники, именно они выйдут на 1-е место по видовому разнообразию в самой северной подзоне Арктики, нередко трактуемой в качестве особой зоны полярных пустынь (Матвеева, 1998).

Обсуждение

Подытожим основные результаты проведенного сравнения 93 ЛФ и региональных флор 6 подпровинций по серии таксономических параметров. Наиболее однозначно связаны с выделяемыми нами ботанико-географическими подзонами (Yurtsev, 1994) такие параметры ЛФ севера Западно-Сибирской равнины, как видовое разнообразие, разнообразие филумов (= семейств), доля видов в 10 ведущих семействах (в последнем

ТАБЛИЦА 4

Выпадение отдельных семейств в нижней части сводного таксономического спектра (нисходящего ряда по числу видов в семействе) 6 подпровинций Азиатской Арктики

| Семейства | Флористические подпровинции Азиатской Арктики | | | | | | Чукотская провинция | Азиатская Арктика |
|--------------------------------|---|------------|---------------------------|-------------------------|-----------------|------------------------|---------------------|-------------------|
| | Ямало-Гыданская | Таймырская | Чукотская континентальная | Чукотская врангелевская | Чукотская южная | Чукотская берингийская | | |
| <i>Polypodiaceae</i> | 0 | 4 | 6 | 2 | 7 | 9 | 10 | 10 |
| <i>s.l.</i> | | | | | | | | |
| <i>Betulaceae</i> | 5 | 4 | 9 | 0 | 7 | 2 | 9 | 12 |
| <i>Rubiaceae</i> | 4 | 3 | 4 | 0 | 3 | 4 | 5 | 7 |
| <i>Lentibulariaceae</i> | 1 | 2 | 6 | 0 | 5 | 3 | 6 | 8 |
| <i>Potamogetonaceae</i> | 1 | 3 | 7 | 0 | 2 | 3 | 7 | 9 |
| <i>Crassulaceae</i> | 0 | 2 | 6 | 1 | 4 | 3 | 6 | 6 |
| <i>Lamiaceae</i> | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 5 |
| <i>Violaceae</i> | 2 | 2 | 1 | 0 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| <i>Sparganiaceae</i> | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| <i>Orchidaceae</i> | 1 | 1 | (1) → 2 | 0 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| <i>Grossulariaceae</i> | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| <i>Pinaceae</i> | 1 | 2 | 2 | 0 | 1 | 0 | 2 | 4 |
| <i>Callitrichaceae</i> | 0 | 1 | 2 | 0 | 2 | (1) → 2 | 2 | 2 |
| <i>Selaginellaceae</i> | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| <i>Ophioglossaceae</i> | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | (2) → 3 | 2 | 2 |
| <i>Caprifoliaceae</i> | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| <i>Juncaginaceae</i> | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| <i>Geraniaceae</i> | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| <i>Menyanthaceae</i> | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Adoxaceae</i> | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Fumariaceae</i> | 0 | 0 | 3 | 0 | 3 | (2) → 3 | 3 | 3 |
| <i>Cupressaceae</i> | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Orobanchaceae</i> | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Lemnaceae</i> | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Iridaceae</i> | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | (0) → 1 | 1 | 1 |
| <i>Urticaceae</i> | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Cornaceae</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Chenopodiaceae</i> | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | (0) → 2 | 5 | 5 |
| <i>Haloragaceae</i> | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| <i>Plantaginaceae</i> | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | (0) → 1 | 1 | (1) → 2 |
| Всего семейств в подпровинциях | 47 | 48 | 57 | 33 | 56 | 50 | 60 | 60 |

Примечание. Показатель видового (и расового) разнообразия каждого семейства представляет объединение аналогичных показателей всех ЛФ сети мониторинга в данной подпровинции. В скобках приведено число видов в тех случаях, если в других ЛФ (вне сети мониторинга) найдены еще виды данного семейства.

ТАБЛИЦА 5

Доля мегатаксонов сосудистых растений (%) в видовом разнообразии флористических подпровинций Азиатской Арктики

| Мегатаксоны сосудистых растений | Доля мегатаксонов, % | | | | | |
|---------------------------------|----------------------|------------|---------------------------|-------------------------|-----------------|------------------------|
| | Ямало-Гыданская | Таймырская | Чукотская континентальная | Чукотская врангелевская | Чукотская южная | Чукотская берингийская |
| Сосудистые споровые | 3.82 | 2.04 | 1.89 | 1.67 | 2.98 | 3.01 |
| Голосеменные | 0.51 | 0.41 | 0.38 | 0 | 0.3 | 0 |
| Цветковые | 95.67 | 97.55 | 97.73 | 98.33 | 96.73 | 96.99 |
| В том числе: | | | | | | |
| однодольные | 29.52 | 29.35 | 28.65 | 26.46 | 27.23 | 27.04 |
| двудольные | 70.48 | 70.65 | 71.35 | 73.54 | 72.77 | 72.96 |

случае — обратная зависимость от теплообеспеченности лета), а также те же параметры ЛФ Таймырской подпровинции из арктической группы подзон, равно как более низкое среднее число видов в семействе и более низкие значения индекса *Superaceae/Poaceae*.

В гипоарктической группе подзон Таймыра нарастание числа видов и семейств в ЛФ с севера на юг «размыто» макро-мозаичностью ЛФ по названным показателям, с эффектом увеличения таксономического разнообразия в предгорьях южного макроклона Бырранга, возможно, связанным с более высокой континентальностью климата и разнообразием ландшафтов (Поспелова, 2000); выделяются также обе более богатые ЛФ из подзоны южных гипоарктических тундр: Кресты и Ары-Мас.

В подпровинциях материковой Чукотки «береговой эффект» обеднения флоры (южные арктические тундры и северные гипоарктические в узком смысле) выражен слабее, чем на Таймыре, а на Чукотском п-ове нередко отсутствует — здесь он как бы заменен макро-мозаичностью ЛФ, отражающей контраст ландшафтов (разное соотношение гор и равнин или широких долин и особенно наличие или отсутствие карбонатных и/или основных силикатных горных пород), а также гипсометрическое положение территории ЛФ (территории, расположенные на высотах 400—500 м над ур. м., обычно обеднены флористически и имеют растительность более северной подзоны: см. ЛФ оз. Эльгыгытгын, верхнее течение р. Паляваам, перевала хр. Искатень).

Таким образом, можно выделить 4 ситуации в отношении реакции флоры на широтную соляную зональность: 1) плавные направленные изменения (в основном понижение с юга на север) таксономического разнообразия; 2) более слабое, «вялое» понижение разнообразия, «маскируемое» в той или иной степени макро-мозаичностью — чересполосицей более бедных и более богатых флор на фоне пестроты ландшафтов; 3) макро-мозаичность без явных проявлений направленных изменений таксономического разнообразия ЛФ в связи со сменой ботанико-географических подзон; 4) выровненность (практически без мозаичности). Смена эта может иметь характер смены широтных полос, иногда же — анклавов разной протяженности или по-разному ориентированных полос на горно-равнинном побережье моря. Помимо того, что Западно-Сибирский, Таймырский и Чукотский секторы, как правило, характеризуются разной ситуацией (из числа перечисленных выше), некоторые таксономические параметры флоры не (или почти не) реагируют на смену подзон. К числу таких параметров относятся среднее число видов в семействе в данной ЛФ (следствие пропорционального изменения числа видов и числа семейств), а также доля одновидовых семейств в ЛФ.

В предыдущей статье (Юрцев и др., 2001а) приведен другой пример — постоянство доли циркумполярных видов (около 1/3) в ЛФ Чукотской провинции.

Индексы *Asteraceae/Poaceae* и *Cyperaceae/Poaceae* в материковых подпровинциях Чукотской провинции также не имеют широтного вектора, но характеризуются высокой макро-мозаичностью (вплоть до значительного перевеса *Asteraceae* или *Cyperaceae* над числом видов *Poaceae*). Впрочем, в подзоне высокоарктических тундр (= зоне полярных пустынь) в норме *Asteraceae* и *Cyperaceae* отсутствуют, т. е. упомянутые индексы должны обращаться в нуль, что аппроксимируется ситуацией в Таймырско-Североземельском секторе, тогда как в Западно-Сибирском и Чукотском (и шире — Амфиберингийском) секторах самая северная подзона отсутствует. На о-ве Врангеля понижение разнообразия *Asteraceae* и особенно *Cyperaceae* отражается в существенном снижении обсуждаемых индексов, прежде всего, такового *Cyperaceae/Poaceae*, учитывая рекордно высокое для Арктики число видов злаков в ЛФ (53 вида в ЛФ бухты Сомнительной).

Выравниванию таксономических параметров флоры Чукотки на фоне соляной зональности благоприятствует повышенная экологическая емкость горного рельефа с поясной дифференциацией растительности, что определяет повышенную буферность флоры к крупным направленным и особенно флуктуационным изменениям климата. Однако стабильность долевых соотношений филумов и типологических элементов, несмотря на отличия в абсолютном числе видов и их составе, свидетельствует об определенной организации флоры как многовидовой системы. По-видимому, не случайно эта стабильность свойственна в первую очередь флорам Амфиберингийского сектора Арктики с их непрерывным развитием с неогена при повышенном уровне обмена с другими фитоценозами.

Одно из важных свидетельств этой продуктивной истории флорогенеза Берингии (и Мегаберингии) — более высокий уровень таксономического (в первую очередь видового) разнообразия Чукотского сектора по сравнению с Ямало-Гыданским и Таймырским, которые между собой не сильно отличаются в этом отношении, особенно если принять во внимание, что ЛФ Гыданского побережья Обской губы, как правило, богаче ЛФ Ямальского побережья из той же подзоны. Самые бедные ЛФ Чукотки (около 200 видов) соответствуют самым богатым ямальским, а в значительной степени и Таймырским. Максимальные же показатели видового богатства флор Чукотки превосходят рубеж в 400 видов (и подвидов) до 450 на юго-восточном побережье Чукотского п-ова. Максимальные значения среднего числа видов в семействе на Ямале и Таймыре соответствуют минимальным для Чукотки (максимум на о-ве Врангеля, свыше 11). Эти отношения распространяются и на острова соответствующих секторов. Наиболее таксономически бедные флоры о-ва Белый, о-ва Октябрьской революции (мыс Ватутина, архипелаг Северная Земля), а отчасти и о-ва Четырехстолбового (Медвежий о-ва) целиком (или же почти целиком) включены в материковые флоры того же сектора. Этого нельзя сказать про флору о-ва Врангеля, несколько превосходящую по богатству (на уровне ЛФ) флору противоположного материкового побережья, с высоким (для Арктики) видовым и расовым эндемизмом и, в то же время, почти вдвое меньшим числом семейств, что результативнее в повышении среднего числа видов в одном семействе. При этом повышение видового разнообразия на острове достигается за счет высокоактивных в Арктике филумов, включая сложноцветные и осоковые. Характерно для острова как части Арктической Берингии (и одного из важнейших флорогенетических узлов ее) наличие хорошо представленного криофитно-степного элемента флоры, включающего степные виды и криофитно-степные сообщества. Свойственное острову далекое проникновение в климат северной арктической тундры некоторых более южных (по наблюдениям в других секторах), в первую очередь, ксероконтинентальных видов, и их активные позиции иногда склоняют некоторых авторов к отнесению побережья острова к южным арктическим тундрам. Это не может быть принято по совокупности критериев (Юрцев, 1987; Yurtsev, 1994), в том числе по климатическим данным 2 полярных станций. Мы рассматриваем это явление как одну из экологических характеристик берингийско-арктических популяций данных видов, сформировавшихся в условиях адаптогенеза на севере Берингии. Наличие ярких позитивных

особенностей во флоре острова оправдывает выделение его в особую подпровинцию Чукотской провинции (Юрцев, 1987; Петровский, 1988). Эти особенности невозможно свести к таковым северного подзонального варианта широтной трансекты Центральной Чукотки.

А. И. Толмачев (1970а) считал видовое богатство конкретных флор решающим критерием уровня богатства региональной флоры. Признавая важность этого тезиса, нельзя забывать и того, что не менее важный критерий богатства региональных флор фитоценозов не самого высокого ранга — мера разнообразия конкретных или локальных флор. При переходе от среднего числа видов в семействе в ЛФ к таковому в соответствующих подпровинциях мы получим перегруппировку региональных флор по их богатству: флора о-ва Врангеля перейдет на 3-е место, 1-е место займет флора Берингийско-Чукотской подпровинции, 2-е — Континентально-Чукотской. Последняя занимает наиболее протяженную территорию на Чукотке, однако в климатическом и экологическом отношении Берингийско-Чукотская подпровинция объединяет наиболее контрастные территории, в том числе по климату (от морского до резко-континентального).

Поразительно при переходе к уровню подпровинции единообразие показателя доли 10 ведущих семейств во флоре: около 70 % в 4 подпровинциях Чукотской провинции и в объединении 93 ЛФ сети мониторинга Азиатской Арктики; отклонение отмечается лишь во Врангелевской подпровинции (+5 %) и Южно-Чукотской (–6 %), каждая из которых единообразна по своему подзональному положению (см. выше).

Подводя итоги, мы должны констатировать существенные различия локальных и региональных флор 6 подпровинций Азиатской Арктики в отношении их широтных изменений по 20 таксономическим параметрам. Эти различия позволяют противопоставить Ямало-Гыданский сектор (с классической зональностью) Чукотскому, где макро-мозаичность ЛФ затушевывает или замещает направленную зональную дифференциацию (последнее можно наблюдать по отдельным показателям и в Ямало-Гыданском секторе). Флоры Таймырского сектора занимают переходное положение, хотя в общем ближе к ямало-гыданским; но в них ярко проявляется зональная дифференциация в 2 северных подзонах. Мы склонны объяснять указанные межсекторальные различия физико-географическими различиями территорий и особенностями их флорогенеза (Юрцев, 1987; Петровский, 1988; Petrovsky, 1997; Yurtsev, 2001).

Благодарности

Исследование было поддержано Российским фондом фундаментальных исследований (проект № 99-04-49585) и отчасти грантом подпрограммы «Биологическое разнообразие».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ¹

- Арктическая флора СССР. М.; Л., Вып. 1—10. 1960—1987.
Зверев А. А. Сравнительный анализ флор с помощью компьютерной системы IBIS // Изучение биологического разнообразия методами сравнительной флористики. СПб., 1998. С. 284—288.
Коробков А. А., Секретарева Н. А. Флора хребта Пекульней (Южная Чукотка) // Бот. журн. 1997. Т. 83. № 4. С. 81—101.
Коробков А. А., Секретарева Н. А. Анализ флоры «Южной Чукотки» (Нижнеанадырский округ) // Krynovia. 2001. N. 3. № 2. С. 63—77.
Королева Т. М., Петровский В. В. Флористические изменения в составе сосудистых растений на широтном профиле в низовьях р. Колымы // Бот. журн. 2000. Т. 85. № 10. С. 15—38.

¹ См. также список литературы в: Юрцев и др., 2001а. Основная масса статей по локальным флорам Азиатской Арктики опубликована в «Ботаническом журнале» в томах 65—86.

Куваев В. Б., Кожевникова А. Д., Шелгунова М. Л. Флора и растительность окрестностей бухты Книповича (Северный Таймыр) // Арктические тундры Таймыра и островов Карского моря. Т. П. М. 1994. С. 44—74.

Матвеева Н. В. Зональность в растительном покрове Арктики. СПб. 1998. 220 с.

Петровский В. В. Сосудистые растения острова Врангеля. Аналитический обзор. Магадан, 1988. 36 с.

Поспелова Е. Б. Общая характеристика флоры сосудистых растений заповедника «Таймырский» на основе анализа локальных флор // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2000. Т. 105. Вып. 5. С. 23—31.

Поспелова Е. Б. Сосудистые растения Таймырского заповедника. М., 1998. 102 с.

Ребристал О. В. Особенности распространения сосудистых растений на п-ове Ямал (Западносибирская Арктика) // Сравнительная флористика на рубеже III тысячелетия: достижения, проблемы, перспективы. СПб., 2000. С. 84—94.

Толмачев А. И. Арктическая флора СССР. М.; Л., 1960. Вып. 1. 103 с.

Толмачев А. И. Богатство флор как объект сравнительного изучения // Вестн. ЛГУ. 1970а. № 9. С. 71—83.

Толмачев А. И. О некоторых количественных соотношениях во флорах Земного шара // Вестн. ЛГУ. 1970б. № 15. С. 62—74.

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

Юрцев Б. А. Ботанико-географическая зональность и флористическое районирование Чукотской тундры // Бот. журн. 1973. Т. 58. № 7. С. 945—964.

Юрцев Б. А. Роль исторического фактора в освоении растениями экстремальных условий подзона арктических тундр (на примере острова Врангеля) // Бот. журн. 1987. Т. 72. № 11. С. 1436—1446.

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. 2001а. Т. 86. № 9. С. 1—27.

Юрцев Б. А., Катенин А. Е., Королева Т. М. и др. Пространственные градиенты некоторых параметров локальных флор Азиатской Арктики (по данным сети пунктов мониторинга биоразнообразия) // Проблемы сохранения биоразнообразия в наземных и морских экосистемах. Тез. докл. Междунар. конф. и выездной сессии Отделения общей биологии РАН (Апатиты. 26—31 августа 2001). Апатиты, 2001б. С. 44—46.

Petrovsky V. V. Areas of intensive plant speciation in the Beringian Arctic shelf // Opera Bot. 1997. Vol. 132. P. 19—25.

Yurtsev B. A. Floristic division of the Arctic // J. Veget. Sci. 1994. Vol. 5. N 6. P. 765—776.

Yurtsev B. A. The Pleistocene «Tundra-steppe» and the productivity paradox: the landscape approach // Quatern. Sci. Rev. 2001. Vol. 20. P. 165—174.

SUMMARY

Comparative cartographic analysis has been performed of 93 local floras (LF) in the biodiversity monitoring site network being created in the Russian Arctic (Yurtsev et al., 2001a). Under comparison are taxonomical parameters of flora, such as species diversity, families / species structure, the composition of the head and tail parts of the taxonomical spectrum at a family level, the relation (index) of the two leading families *Cyperaceae/Poaceae* by numbers of species, the proportion of the main mega-taxa of vascular plants. Besides 93 LF their sets in 6 subprovinces of the Arctic floristic region (Yurtsev, 1994) by the same parameters were compared along with the mean figures for local floras of the same subprovinces (Yamal-Gydan, Taymyr, Continental Chukotka, Wrangel, South Chukotka, and Beringian Chukotka). The most of the parameters reveal a latitudinal (zonal) trend, but in different longitudinal sectors, its range and intensity are as a rule unsimilar and in some long parts of the zonal transects, the gradient of certain parameters (more often in the hypoarctic group of subzones) is poorly expressed; sometimes it is replaced by the macro-mosaic of the local floras by the given parameters (more often, in the Chukotka sector); weak zonal trend exhibits itself against the background of mosaic of local floras. In general, the longitudinal gradient has a step-by-step, block-like character. Contrast between the Yamal-Gydan and the different Chukotka subprovinces as well as the intermediate features in the Taymyr one, are interpreted in terms of dissimilarities in their florogenesis: the Late Pleistocene age of the former which passed through the destructive effect of Quaternary glaciations and sea transgressions and the continuous development of the flora of Chukotka (as one of the central parts of Beringia) since the Late Neogene; the latter is more balanced and richer as a multi-species system.