

УДК 581; 581.9

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

ОПЫТ СОЗДАНИЯ СЕТИ ПУНКТОВ МОНИТОРИНГА БИОРАЗНООБРАЗИЯ АЗИАТСКОЙ АРКТИКИ НА УРОВНЕ ЛОКАЛЬНЫХ ФЛОР: ЗОНАЛЬНЫЕ ТРЕНДЫ

B. A. YURTSEV, A. E. KATENIN, T. M. KOROLEVA, I. B. KUCHEROV, V. V. PETROVSKY,
O. V. REBRISTAYA, N. A. SEKRETAREVA, O. V. KHITUN, E. A. KHODACHEK. AN ATTEMPT
OF A BIODIVERSITY MONITORING NETWORK CREATION IN THE ASIAN ARCTIC AT THE LEVEL
OF LOCAL FLORA: ZONAL TRENDS

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН
197376 С.-Петербург, ул. Проф. Попова, 2
Поступила 10.01.2001

Показано, что одним из базовых уровней долгосрочного мониторинга биоразнообразия (БР) растительного мира является уровень локальных (ЛФ), или конкретных флор, приблизительно соответствующий флорам ландшафтов. Рассмотрены 6 основных функций сети пунктов мониторинга БР, в их числе — выявление пространственных, временных и пространственно-временных трендов БР. Приводится информация о сети пунктов мониторинга БР азиатской Арктики на уровне ЛФ, создаваемой сотрудниками Лаборатории растительности Крайнего Севера БИН РАН и включающей в себя 130 базовых и 30 дополнительных ЛФ. Соответствующая база данных включает в себя списки ЛФ и паспортные данные о пунктах мониторинга; она создана на основе специальной версии информационной системы IBIS, разработанной А. А. Зверевым. Возможности выявления и анализа пространственных трендов БР на базе сети ЛФ проиллюстрированы на 4 параметрах ЛФ, чувствительных к термоклиматической зональности. Установлено, что зональные изменения по некоторым параметрам проявляются резко неодинаково в 6 сравниваемых подпровинциях 3 провинций Арктической флористической области.

Ключевые слова: сеть пунктов мониторинга биоразнообразия, локальные флоры, азиатская Арктика, зональные тренды.

Мониторинг биоразнообразия на уровне локальных флор: значение и принципы создания сети пунктов

Одним из опорных уровней выявления и оценки биологического разнообразия (БР) является уровень конкретных (элементарных), или локальных флор, приблизительно соответствующий флорам ландшафта (Юрцев, 1992, 1997). Конвенция о БР, принятая на специальной сессии ООН в 1972 г. в Рио-де-Жанейро, предполагает не только оценку БР стран и природных выделов биоты, но и ее периодическую переоценку — мониторинг — по тем же параметрам, по которым проводилась оценка состояния данной локальной флоры (ЛФ) в разные временные интервалы; разные временные состояния ЛФ сравниваются с помощью тех же мер сходства, которыми оценивается сходство ЛФ разных пунктов в данный отрезок времени.¹

¹ Часто в качестве синхронных рассматриваются списки ЛФ, изученных в разные интервалы времени. При биомониторинге необходимо учитывать не только координаты расстояния, но также и времени и соответственно различия фаз флуктуационных или направленных изменений климата в моменты изучения флор(ы).

Поэтому инвентаризация должна проводиться с учетом задачи последующей реинвентаризации, а для ранее изученных флор, где это требование соблюдено не полностью, желательно дообследование (например, для точной фиксации местонахождений особо редких видов, оценки активности и т. д.).

Даже в пределах фитохорий с одинаковым макроклиматом наблюдается мозаичность ландшафтов, отражающая различия в наборе и соотношении форм рельефа и литологии. Поэтому набор (сеть) эталонных участков для мониторинга должен быть представительным не только для биохорологического разнообразия территории, но и для набора местоположений (энтопий), а стало быть, требуется определенная плотность сети пунктов мониторинга. Эта сеть не только отражает биохорологическое разнообразие территорий, позволяя предложить необходимые меры охраны наиболее ранних элементов БР (в первую очередь видов и их популяций, а также реликтовых комплексов в целом), но и позволяет выявить тренды БР — пространственные (в данные период) и временные, сопоставить их с пространственными и временными изменениями климата (анализ причин), дать сигнал о необходимости охраны приоритетных объектов, набор которых может со временем меняться. Кроме того, постепенное накопление длительных рядов наблюдений за фиксированными биологическими объектами может дать прямые свидетельства о сукцессионной динамике, эволюционных и микроэволюционных процессах, филоценогенезе, флорогенезе (Юрцев, 1997).

Для мониторинга климатогенных изменений биоразнообразия особое значение приобретает фиксация распространения и состояния индикаторных видов (функциональных в смысле Holten, 1990), находящихся на данной территории вблизи хотя бы одной климатической границы распространения (обычных в пределах своего ареала) и поэтому чутко реагирующих на изменения климата.

Обычно в качестве объекта фитомониторинга рассматриваются отдельные (например, редкие либо индикаторные) виды, популяции, отдельные процессы (например, параметры фотосинтеза, дыхания, первичная продукция) или сообщества (например, вдоль трансекты, пересекающей основные типы местообитаний). Осознание конкретных, или локальных, флор, флор ландшафта в качестве базовых объектов мониторинга биоразнообразия имело место в рамках школы сравнительной флористики А. И. Толмачева, где впервые были сформулированы и обоснованы вышеназванные понятия. Качественный состав флоры более консервативен, нежели названные выше другие показатели, однако масштаб прогнозируемых глобальных изменений климата таков, что можно ожидать существенных изменений даже самого набора видов ЛФ, не говоря уж об их весовых характеристиках (внутриландшафтной активности и ее основных компонентов; Юрцев, 1968, 1998). Качественный состав видов локальной флоры, безусловно, более объективный показатель биоразнообразия. Учет всего видового разнообразия позволяет избежать произвола при выделении объектов учета изменений БР, анализировать изменения состава и соотношения видов всех географических, географо-генетических и эколого-ценотических плеед, выявить группы видов (или даже флороценотические комплексы) с противоположными динамическими тенденциями. Дополнение регистрации присутствия (или отсутствия) вида теми или иными весовыми характеристиками его эколопологической активности, его распределения по местообитаниям и сообществам дает очень важные дополнительные материалы для суждения о динамических процессах во флорах пунктов мониторинга и фитохорий, которым они принадлежат. Таким образом, мы получим важный материал для выяснения причин и факторов динамики биологического (биохорологического) разнообразия автотрофных компонентов биоты на одном из важнейших уровней ее пространственной организации.

Проект создания сети пунктов мониторинга биоразнообразия в Российской Арктике

Сотрудниками Лаборатории растительности Крайнего Севера Ботанического института им. В. Л. Комарова (БИН) РАН с 1955 г. накоплен обширный материал по ЛФ азиатской Арктики (около 500 ЛФ), который можно использовать как базу для создания сети мониторинга. Подавляющее большинство ЛФ, включенных в сеть мониторинга, изучено авторами статьи. Исключение составляют ЛФ п-ова Таймыр: здесь основная часть ЛФ охарактеризована по литературным данным (Матвеева, 1979; Соколова, 1982; Матвеева, Заноха, 1997; Поспелова, 1994а, б, 1995, и др.). При этом появилась возможность провести отбор ЛФ для включения в сеть мониторинга, следуя определенным принципам, более полно изложенным ранее (Юрцев, 1977). В качестве наиболее важных назovem: представительность для определенного выдела ботанико-географического районирования (например, определенного сектора той или иной зоны или подзоны), наличие уникальных ботанических объектов (в том числе реликтовых видов или комплексов видов, локальных эндемиков, растений редких экотопов). Наряду с локальными флорами, расположенными целиком в пределах того или иного ботанико-географического выдела, ценными для целей мониторинга БР могут быть ЛФ экотонных полос, ботанико-географических рубежей, растительный покров (флора, растительность) которых может наиболее чутко реагировать на перемены климата, так как здесь обычно сосуществуют или соседствуют контрастные (и викарные) биогеографические элементы (зональные, секторальные (например, континентальные и океанические)); поэтому виды, выпадающие вследствие перемены климата, сразу находят себе замену из числа викарной климатической группы видов.²

Важным условием является достаточная полнота выявления видового разнообразия ЛФ (контрольными цифрами для оценки этого важного показателя могут служить данные о видовом богатстве других ЛФ того же дробного ботанико-географического выдела — со сходными ландшафтными условиями и набором экотопов). Обязательно включение в паспорт данного пункта мониторинга сведений о времени (дате и продолжительности) обследования ЛФ, составе коллекторов. Аргументами за включение ЛФ в сеть мониторинга являются также наличие: а) бонитировки видов по их активности (и ее компонентам); б) эколого-ценотической характеристики каждого вида в пункте обследования, что особенно важно для индикаторных видов; в) точной топографической привязки наиболее ценных флористических находок; г) изученности видового состава и других групп растительных организмов (особенно мохообразных и лишайников). Очень ценно, если тот же участок специально обследован в геоботаническом отношении и имеется значительное количество геоботанических описаний либо списков видов парциальных флор или ценофлор. Образцы паспорта-анкеты локальной флоры и перечня критериев для включения ЛФ в сеть пунктов мониторинга приведены в табл. 1.

Для включения в сеть мониторинга нами было отобрано 130 базовых ЛФ (отвечающих основным критериям) и 30 вспомогательных, дополняющих спектр экотопов в том случае, если какие-либо «незаменимые» экотопы отсутствуют в базовых ЛФ той же фитоохории. Сразу же были обнаружены очевидные пробелы в сети (рис. 1). Так, на Полярном Урале изучено всего 4 ЛФ в его южной части, расположенные: 2 — в подзоне южных гипоарктических тундр (экотон к северной и даже южной лесотундре) и 2 — в высотном варианте северных гипоарктических (типичных) тундр. В Западно-Сибирской (Ямало-Гыданской) подпровинции³ недостаточно изучен Гыданский п-ов. В Якутском секторе (три подпровинции Восточносибирской провинции

² На участках суши, удаленных от биогеографических границ и/или отделенных физико-географическими барьерами (моря или проливы для обитателей суши), вымирание части видов сначала не сопровождается адекватной заменой, так что освобождающиеся экомши («лицензии») запалняются из резервов местной флоры (диверсификация на уровне экотипов).

³ Принята система флористического деления Арктики на провинции и подпровинции по: Yurtsev, 1994.

Критерии отбора и паспорт-анкета базовой локальной флоры для сети пунктов мониторинга биологического разнообразия на уровне локальных флор (ЛФ)

Критерии отбора ЛФ	Паспорт-анкета базовой ЛФ
<p>А. Мотивировка: представительность для выдела районирования, подзоны; уникальность (редкие экотопы, редкие сообщества, находки редких реликтовых видов, точечный эндемизм); эктонное (пограничное) положение у стыка зон или подзон или выделов районирования.</p> <p>Б. Полнота выявления видового состава: контрольные цифры видового богатства по данным о локальных флорах того же выдела; продолжительность и сроки обследования (не менее 2 недель маршрутов).</p> <p>В. Наличие аннотаций флористического списка: по общности-редкости каждого вида или его ландшафтной активности и ее компонентам (широта экологической амплитуды, встречаемость распределения/спорадичность); по распределению по экотопам или сообществам; точные указания о месте сбора особо редких видов.</p> <p>Г. Дополнительная информация: обследование состава, кроме сосудистых, также мохообразных и лишайников; наличие характеристики растительности (число описаний, наличие крупномасштабной карты растительности и т. д.).</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Стандартное название пункта. 2. Топографическое положение и географическая привязка. 3. Географические координаты. 4. Даты и продолжительность обследования территории. 5. Коллекторы. 6. Размер обследованного участка (по радиусу или по расстоянию между крайними точками по прямой) по карте. 7. Принадлежность к ботанико-географической зоне, подзоне или полосе контакта зон и подзон. 8. Принадлежность к выделу флористического районирования. 9. Характер растительности, рельеф, ландшафт, литологический состав (наличие кислых, основных, силикатных, карбонатных горных пород и т. д.) со ссылкой. 10. Амплитуда абсолютных высот и преобладающие высоты на территории локальной флоры. 11. Степень представленности состава флоры в гербарных сборах, место их хранения. 12. Степень обработки (этикетировка, определение сборов) гербария (полностью, частично обработаны). 13. Число видов и подвидов во флоре. 14. Библиографическая ссылка — наличие и характер публикаций: а) список опубликован полностью; б) интересные находки; в) данные о флоре приводятся в очерке растительности и т. п. 15. Мотивировка включения ЛФ в сеть пунктов мониторинга биоразнообразия. 16. Автор-составитель списка и дата составления списка флоры, с указанием позднейших корректировок и дополнений. 17. Автор-составитель паспорта-анкеты и дата составления паспорта.

ции) в Анабаро-Оленекской подпровинции изучена лишь восточная часть, относящаяся к бассейнам Оленека, Лены и их междуречью. Сравнительно хорошо изучена также Хараулахская подпровинция, малая по площади, но представляющая арктическую оконечность огромного Верхоянского хр. (точнее, системы хребтов) со сравнительно богатой и оригинальной флорой — с наложением краевых частей ареалов сибирских (в том числе среднесибирских) видов и видов собственно-восточносибирских и северо-восточноазиатских, преимущественно горных. Расположенная восточнее обширная, преимущественно равнинная Яно-Колымская подпровинция почти не изучалась методом ЛФ. Поэтому пока сеть пунктов мониторинга имеет значительную

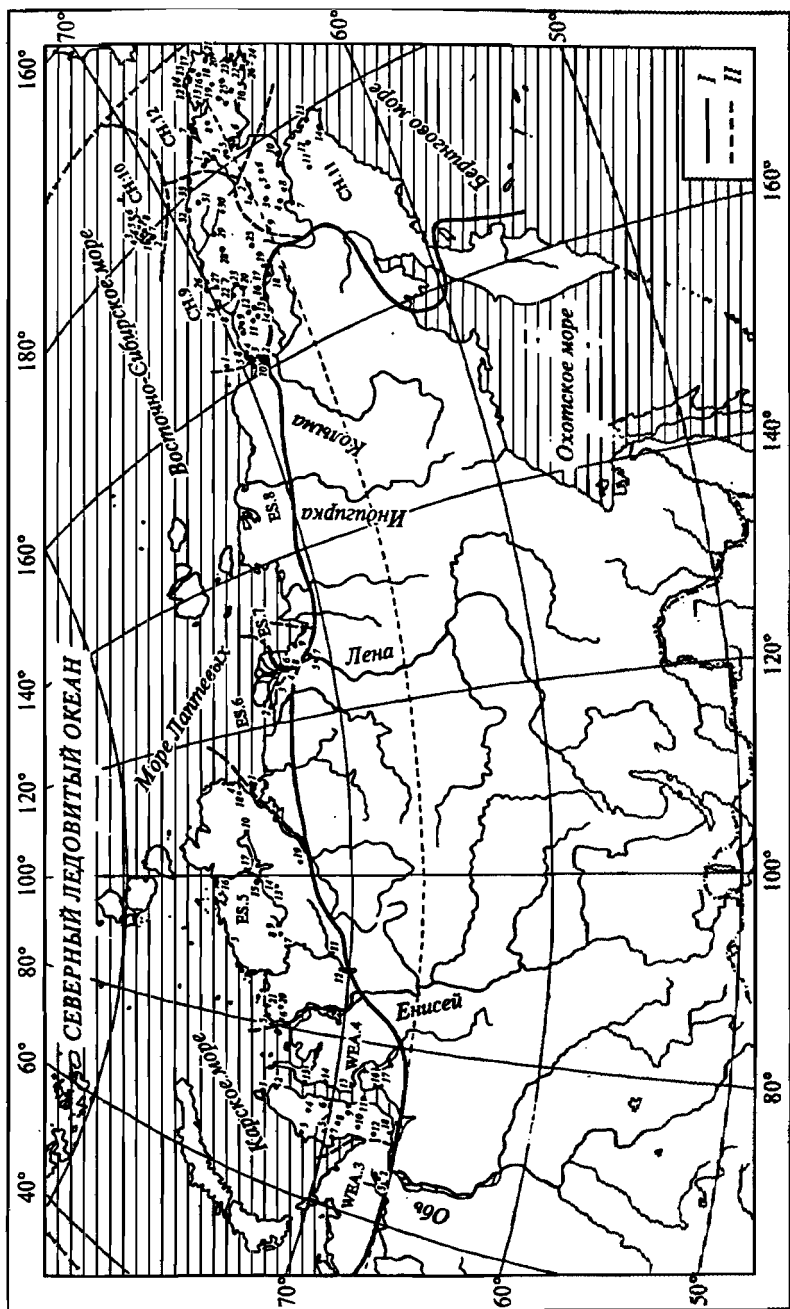


Рис. 1. Расположение локальных флор, включенных в сеть мониторинга биоразнообразия Российской (азиатской) Арктики.

Названия пунктов под номерами, расшифровка индексов секторов и районов Арктики даны в табл. 2. 1 — южная граница территории исследования (Арктика, места с добавлением 61
северных пограничных районов Субарктики); 2 — границы районов Арктики.

плотность в Западно-Сибирской, Таймырской, Хараулахской подпровинциях и группе из 4 чукотских подпровинций. Тем не менее эти фитоценозы достаточно хорошо представляют БР азиатской Арктики с точки зрения их позитивного своеобразия.

В табл. 2 дан перечень базовых ЛФ создаваемой сети мониторинга — по провинциям (секторам) и подпровинциям (районам), для каждого пункта указаны подзона, характер рельефа, наличие или отсутствие карбонатных или основных и ультраосновных силикатных горных пород. На рис. 1 показано расположение этих пунктов мониторинга (под теми же номерами, что в табл. 2: нумерация в каждой подпровин-

ТАБЛИЦА 2

Список базовых ЛФ азиатской Арктики, включенных в сеть пунктов мониторинга биоразнообразия

№ п/п	№ на карте-схеме	Название базовой ЛФ	Растительная подзона	Характер рельефа	Горные породы
WEA.3 Западно-Евразийская провинция, Урало-Новоземельская подпровинция					
1	1	Руч. Развильный	ЮЖГА	Горн.	К6
2	2	Пос. Полярный	ЛТ	Горно-равн.	
3	3	Р. Верхняя Хойла	(СевГА)ЛТ	Горн. (> 400 м)	Уо
WEA.4 Западно-Евразийская провинция, Ямало-Гыданская подпровинция					
4	1	О-в Белый	СевА	Равн.	—
5	2	Р. Хабейяха	ЮЖА	»	—
6	3	Пос. Харасавэй	»	»	—
7	4	Р. Матюйяха	СевГА	Холм. равн.	—
8	5	Оз. Нгаранато.	»	»	—
9	6	Оз. Мантыто	»	Равн.	—
10	7	Р. Салетаяха	СредГА	Холм. равн.	—
11	8	Р. Себасьяха	»	Равн.	—
12	9	Р. Юрибейтосё	»	Холм. равн.	—
13	10	Р. Хутыяха	ЮЖГА	Равн.	—
14	11	Р. Хевесё	»	»	—
15	12	Р. Хальта	ЛТ → южГА	»	—
16	13	Пос. Хонорасале	ЮЖА	Холм. равн.	—
17	14	Р. Талибейяха	СевГА	Равн.	—
18	15	Р. Чугорьяха	СредГА	Холм. равн.	—
19	16	Р. Лайяха	ЮЖГА	»	—
20	17	Пос. Ямбург	»	Равн.	—
21	18	Пос. Сюнай-Сале	ЛТ	»	—
ES.5 Восточносибирская провинция, Таймырская подпровинция					
22	1	Мыс Ватутина	ВА	Равн.	К6
23	2	Мыс Челюскин	»	»	К6
24	3	Мыс Стерлегова	СевА	»	К6
25	4	Бухта М. Прончищевой	»	»	—
26	5	Пос. Диксон	»	»	—
27	6	Р. Рогозинка	СевГА → южА	»	Ос
28	7	Пос. Таря	СевГА	Холм. равн.	—
29	8	Оз. Ая-Турку	»	Горн.	—
30	9	Р. Шайтан — устье	»	»	—
31	10	Р. Бикада	»	Равн.-горн.	—
32	11	Пос. Кресты	ЮЖГА	Равн.	—
33	12	Р. Пясины — истоки	ЛТ	»	—

№ п/п	№ на карте-схеме	Название базовой ЛФ	Растительная подзона	Характер рельефа	Горные породы
34	13	Р. Малая Логата — устье	СредГА	Равн.	—
35	14	Р. Логата — верховья	»	»	—
36	15	Оз. Левинсон-Лессинга	СевГА	Горн.	—
37	16	Бухта Книповича	СевА	Равн.	—
38	17	Р. Черные Яры — среднее течение	ЮжА	Горн.	—
39	18	Оз. Прончищева	»	»	—
40	19	Урочище Арымас	СевГА(ЛТ)	Равн.	—
41	20	Р. Сырадасай	СевГА	Горн.	—
42	21	Р. Убойная — устье	СевА	Равн.	—

ES.6 Восточносибирская провинция, Анабаро-Оленекская подпровинция

43	1	О-в Большой Бегичев	ЮжА	Равн.	—
44	2	Пос. Станнах-Хочо	»	Горно-равн.	—
45	3	Пос. Чай-Тумус	СевГА	»	—
46	4	О-в Тит-Ары	ЛТ	Равн.	—
47	5	Р. Аякит	СевТайга	Горн.	—

ES.7 Восточносибирская провинция, Хараулахская подпровинция

48	6	Полярная станция Сокол	СевГА	Горн.	—
49	7	Р. Сизтачан	СевТайга	»	К6
50	8	Р. Арангастах	ЮжГА	»	К6
51	9	Пос. Тикси	СевГА	Горно-равн.	—

ES.8 Восточносибирская провинция, Яно-Колымская подпровинция

52	10	Пос. Походск	ЮжГА	Равн.	—
----	----	--------------	------	-------	---

СН.9 Чукотская провинция, Континентально-Чукотская подпровинция

53	1	О-в Четырехстолбовой	СевА	Горно-равн.	—
54	2	Пос. Черский	СевТайга	»	—
55	3	Пос. Петушки	ЛТ	Равн.-горн.	—
56	4	Мыс Крутая Дресва	СредГА→южГА	Равн.	—
57	5	Р. Сухарная — устье	СевГА→средГА	Холм. равн.	—
58	6	Полярная станция Амбарчик	»	Равн.-горн.	—
59	7	Р. Лельвергыргын — верховья	СредГА	Горно-равн.	—
60	8	Р. Рауча — устье	СевГА	Равн.	—
61	9	Р. Кытеп-Гуйтенърывеем	СредГА	Горно-равн.	К6
62	11	Р. Люлвеем — среднее течение	ЮжГА→ЛТ	Горн.	К6
63	12	Руч. Проходной	СредГА	Горн. (> 300 м)	К6
64	13	Руч. Ягодный	СредГА→южГА	Горно-равн.	—
65	14	Р. Кикуквеем — верховья	»	Горн. (> 300 м)	—
66	16	Пос. Билибино	СевТайга	Горн.	—
67	17	Р. Малый Кепервеем — верховья	СредГА→южГА	Горн. (> 300 м)	—
68	18	Оз. Верхний Илриней	»	Горн. (> 400 м)	Ос
69	19	Оз. Тытыль	»	»	—
70	20	Пос. Бараниха	ЮжГА	Горно-равн.	—
71	22	Гора Наглейнын	СредГА	»	—
72	23	Р. Пинейвеем	»	Равн.	Ос
73	24	О-в Айон	СевГА	Холм. равн.	—
74	25	Оз. Эльгыгыттын	СевГА→средГА	Плато (> 500 м)	Ос
75	26	Полярная станция Валькаркай	ЮжА	Горно-равн.	—

№ п/п	№ на карто- схеме	Название базовой ЛФ	Растительная подзона	Характер рельефа	Горные породы
76	27	Город Певек	СредГА	Горно-равн.	—
77	28	Р. Паляваам — среднее течение	ЮЖГА о-в	Равн.-горн.	Ос
78	29	Оз. Рымыркен	СредГА	» »	—
79	30	Р. Паляваам — верхнее течение	»	Горн. (> 500 м)	Ос
80	31	Р. Алярмагтын	»	Горн.	—
81	32	Пос. Полярный-Пильхынкуль	СевГА	Горно-равн.	К6
82	33	Пос. Мыс Шмидта	ЮЖА	Равн.	Ос

СН.10 Чукотская провинция, Врангелевская подпровинция

83	1	Р. Гусиная — среднее течение	ЮЖА, о-в	Горн.	К6
84	2	Р. Неожиданная — среднее течение	СевА	Равн.-горн.	—
85	3	Гора Тундровая	ЮЖА, о-в	Горно-равн.	—
86	4	Р. Мамонтова — среднее течение	» »	» »	К6
87	5	Р. Неизвестная — верховья	» »	Равн.-горн.	К6
88	6	Бухта Драги	СевА	Горн.	—
89	7	Бухта Сомнительная	»	Горно-равн.	К6
90	8	Бухта Роджерс	»	Равн.-горн.	—

СН.11 Чукотская провинция, Южно-Чукотская подпровинция

91	1	Оз. Барань	ЮЖГА	Равн.-горн.	—
92	2	Оз. Безымянное	»	» »	—
93	3	Р. Левая Бычья — верховья	»	Горн.	Ос
94	4	Р. Северный Пекульнейвеем	Крупн. стланик.	Равн.-горн.	Ос
95	5	Р. Телевеем — I	ЮЖГА	Горн.	Ос
96	6	Р. Ильмынейвеем	»	» »	—
97	7	Пос. Утесики	Крупн. стланик.	Горно-равн.	Уо
98	8	Р. Южный Пекульнейвеем	» »	Равн.-горн.	Ос
99	9	Пос. Мухоморное	» »	Горно-равн.	—
100	10	Пос. Шахтерский	ЮЖГА	» »	Уо
101	11	Пос. Тамватней	Крупн. стланик.	Равн.-горн.	Уо
102	12	Хр. Кэнкэрэн	» »	» »	—
103	13	Пос. Беринговский	ЮЖГА	Горно-равн.	—
104	14	Пос. Мейныпыльгино	СредГА	Равн.	—

СН.12 Чукотская провинция, Берингско-Чукотская подпровинция

105	1	Р. Амгуэма — мост, 175 км трассы	ЮЖГА	Горно-равн.	—
106	2	Пос. Геологический	»	» »	—
107	3	Р. Амгуэма — 120 км трассы	СредГА	» »	—
108	4	Хр. Искатень — перевал	ЮЖА	Горн. (> 500 м)	Ос
109	5	Пос. Эгвекинот	СредГА	Горн.	—
110	6	Пос. Конергино	СредГА→севГА	Равн.	—
111	7	Мыс Онмын	СевГА	Горно-равн.	—
112	8	Р. Нижний Кымынейвеем	СредГА	» »	—
113	9	Р. Ватамкайвеем	»	Равн.-горн.	Ос
114	10	Р. Нунайвеем	»	Горн.	Гк
115	11	Оз. Аччен	СевГА	Горно-равн.	Ос, К6
116	12	Р. Нэттэвеем	ЮЖГА	» »	—
117	13	Р. Юнивеем — устье	СредГА	» »	—
118	14	Р. Пучевеем	ЮЖГА о-в	Равн.-горн.	К6
119	15	Р. Чегитунь — устье	»	Горн.	К6

ТАБЛИЦА 2 (продолжение)

№ п/п	№ на карто-схеме	Название базовой ЛФ	Растительная подзона	Характер рельефа	Горные породы
120	16	Р. Пугукунейвеем	ЮжГА о-в	Горн.	К6
121	17	Р. Вэтгываам	•	•	К6
122	18	Р. Гэмьымкен	•	•	К6
123	19	Оз. Иони	СредГА	Горно-равн.	Ос
124	20	Мыс Краузе	ЮжГА о-в	Горн.	К6
125	21	Пос. Лаврентия	СевГА	Равн.-горн.	К6
126	22	Бухта Пенкигней	ЮжГА о-в	Горн.	К6
127	23	Пос. Янракыннот	СредГА	Равн.-горн.	К6
128	24	Пос. Провидения	СевГА	Горн.	Ос
129	25	Р. Ионивеем — верховья	СредГА	Равн.-горн.	—
130	26	Р. Синэвеем	•	•	—

Примечание. Растительные подзоны: тундры — ВА — высокоарктические (соответствуют полярным пустыням); сева — северные арктические; южа — южные арктические; севГА — северные гипоарктические; средГА — средние гипоарктические; средГА → южГА — переход от средних гипоарктических тундр к южным; южГА — южные гипоарктические тундры. Крупный стланк. — подзона крупных стлаников (*Pinus pumila*, *Betula middendorffii*, *Alnus fruticosa*); ЛТ — северная лесотундра (сочетание островков редколесий и фоновой тундры в одном ландшафте); севТайга — полоса предтундровых редколесий подзоны северной тайги таежной зоны, с горно-тундровым поясом. О-в — островное положение (анклав) растительности более южной подзоны. Характер рельефа: равн. — равнинный рельеф; холм.равн. — холмистая равнина; горн. — горный рельеф (минимальная высота над ур. м. приводится, если она больше 300 м и растительность соответствует более северной подзоне); горно-равн. — сочетание горного и равнинного рельефа с преобладанием последнего; равн.-горн. — сочетание равнинного и горного рельефа с преобладанием последнего. Горные породы: К6 — карбонатные (преобладают или присутствуют); Ос — основные силикатные (вулканы); Уо — ультраосновные; Гк — осадки термоминеральных источников.

ции проведена автономно, за исключением Анабаро-Оленекской, Хараулахской и Яно-Колымской подпровинций, где изучено очень мало ЛФ, и данные по этим районам в статье не рассматриваются).

Примеры отбора локальных флор для сети пунктов мониторинга БР азиатской Арктики

Принципы отбора ЛФ для включения в сеть мониторинга мы проиллюстрируем на примере 2 подпровинций: Ямало-Гыданской (западно-сибирская Арктика) и Континентально-Чукотской (Чукотская Арктика).

В Ямало-Гыданской подпровинции (WEA.4; табл. 2) изучено более 40 ЛФ — 28 на Ямале, 4 на Тазовском п-ове и 10 на Гыданском п-ове, — из них для целей мониторинга было отобрано 18. Критерием отбора послужили различия в подзональном положении, ландшафтные особенности (преобладание суглинистых либо, наоборот, песчаных субстратов), наличие редких видов и сообществ. Цифрами в скобках после названия ЛФ указан ее номер на картосхеме (рис. 1), буквами в скобках — сокращенные обозначения подзон, в которых ЛФ расположена (в соответствии с табл. 2).

На п-ове Ямал, вытянутом с юга на север более чем на 700 км, для мониторинга отобрано 13 ЛФ, наиболее полно выявленных и характерных для различных подзон. ЛФ «о-в Белый» (№ 1) соответствует флоре северной полосы арктических (сева) тундр, а ЛФ «р. Хабейяха» (№ 2) и «пос. Харасавэй» (№ 3) — флоре южной полосы арктических (южа) тундр (соответственно в песчаном и суглинистом вариантах ландшафтов). На северной границе подзоны северных гипоарктических (севГА) тундр расположена ЛФ «р. Матюяха» (№ 4), характерная для всхолмленных песчаных ландшафтов с набором редких видов (*Erigeron silenifolius* (Turcz.) Botsch.) и многих

видов на северной границе ареала. Собственно в северной гипоарктической (севГА) тундре выбраны 2 ЛФ — «оз. Мантыно» (№ 6) и «оз. Гигранато» (№ 5), также представляющие собой песчаный и суглинистый варианты ландшафтов. Отличительной чертой последнего является развитие криогенных оползней скольжения, омолаживающих ландшафт и создающих условия для развития крупных ивняков, аномальных для подзоны. Из числа флор подзоны средних гипоарктических (средГА) тундр выбраны ЛФ «р. Салетаяха» (№ 7), «р. Себасьяха» (№ 8) и «р. Юрибейтосё» (№ 9). Первая из 3 названных ЛФ представляет собой флору самой древней и наиболее высокой части Ямала (максимальная высота 90 м над ур. м.), где хорошо выражены все типы субстрата и все геоморфологические уровни, и, кроме того, обнаружены реликты криоаридного интервала плейстоцена (*Carex supina* Willd. ex Wahlenb. subsp. *spaniocarpa* (Steud.) Hult.). ЛФ «р. Себасьяха» — флора молодого равнинного песчаного ландшафта с практически полным отсутствием суглинистых грунтов, тогда как ЛФ «р. Юрибейтосё» совершенно лишена песков; в ней найдены редкие для Ямала виды *Luzula tundricola* Gorodk. ex V. Vassil., *Gastrolychnis apetalata* (L.) Tolm. et Kozhanczikov, *Saxifraga cespitosa* L. и др. — реликты салехардского периода плейстоцена. ЛФ «р. Хутыяха» (№ 10) и «р. Хевесё» (№ 11) — 2 хорошо изученные флоры подзоны южных гипоарктических (южГА) тундр, типичные: первая — для довольно молодых песчаных низменных ландшафтов, вторая — для более древних (начало позднего плейстоцена) всхолмленных суглинистых равнин. ЛФ «р. Хадыта» (№ 12) представляет собой экотонную флору между северной лесотундрой и южной гипоарктической тундрой (ЛТ → южГА) с явными следами воздействия коренного населения (оленоводство) на флору и растительность. ЛФ «пос. Сюнайсале» (№ 18) — единственная полно изученная флора в подзоне северной лесотундры (ЛТ).

Гыданский п-ов является в значительной мере флористическим «белым пятном». Для мониторинга выбраны 3 ЛФ вдоль восточного берега Обской губы, хорошо отражающие подзональные особенности: «пос. Хонорасале» (№ 13) — южной полосы арктических (южА) тундр, «р. Тадибейяха» (№ 14) — северных гипоарктических (севГА), «р. Чуторьяха» (№ 15) — средних гипоарктических (средГА) тундр.

На Тазовском п-ове для мониторинга выбраны 2 ЛФ — «р. Лайяха» (№ 16) и «пос. Ямбург» (№ 17), расположенные на южной окраине южных гипоарктических (южГА) тундр, первая — практически ненарушенная, вторая — антропогенно измененная.

На территории **Континентально-Чукотской подпровинции** (СН.9) отбор ЛФ проведен в соответствии с разработанными ранее критериями (Юрцев, 1997). Эта территория принадлежит в основном Западно-Чукотскому округу этой подпровинции Чукотской провинции Арктической флористической области (Юрцев, 1973; Юрцев и др., 1997а, б) и включает в себя Анюйское нагорье (тундровую часть), северную часть Анадырского нагорья, Чаунскую низменность и северо-западную часть Чукотского нагорья. На этих пространствах изучено всего около 80 ЛФ и при отборе прежде всего ставилась цель равномерной представленности (равномерного охвата) в сети пунктов мониторинга всего разнообразия экологических условий и пространственного разнообразия этой обширной территории. Наиболее подробно флористически изучено Анюйское нагорье (более 50 ЛФ, из которых отобрано 19), значительно меньше Чаунская низменность (изучено 10 ЛФ, отобрано 4) и северо-западная часть Чукотского нагорья (изучено 12 ЛФ, отобрано 8). В наиболее труднодоступной северной части Анадырского нагорья изучена лишь одна ЛФ, которая и включена в сеть мониторинга («оз. Эльгыгытгын», № 25).

Разнообразие экологических условий на территории **Континентально-Чукотской подпровинции** в обобщенном виде характеризуется 3 основными показателями: принадлежностью к растительной подзоне или полосе (всего 8 на данной территории), характером рельефа (5 вариантов), присутствием либо отсутствием ряда особо значимых для растительного покрова горных пород (карбонатных, ультраосновных, основных силикатных).

В самой северной для этого района подзоне северных арктических (севА) тундр расположена единственная ЛФ «о-в Четырехстоловой» (№ 1), находящаяся на границе с Яно-Колымской подпровинцией Восточносибирской провинции.

В подзоне южных арктических (южА) тундр находятся ЛФ «полярная станция Валькаркай» (№ 26) и «пос. Мыс Шмидта» (№ 33). На территории первой из них преобладает горно-равнинный рельеф с выходами кислых осадочных пород, тогда как для второй характерен равнинный с выходами основных магматических пород (габбро). Вторая ЛФ расположена в пределах Центрально-Чукотского округа той же подпровинции, который отличается от Западно-Чукотского присутствием многих восточных гумидных элементов (берингийско-чукотских, амфиберингийских и т. д.) и отсутствием целого ряда западных континентальных элементов.

В узкой полосе подзоны северных гипоарктических (севГА) тундр, в основном на побережье Восточно-Сибирского и Чукотского морей, расположены ЛФ «устье р. Раучуа» (№ 8) на суглинистой всхолмленной равнине, «о-в Айон» (№ 24) на песчаной холмисто-увалистой равнине, «пос. Полярный-Пильхынкуль» (№ 32) с низкогорно-равнинным рельефом и присутствием карбонатных горных пород. Последняя ЛФ принадлежит уже Центрально-Чукотскому округу данной подпровинции.

В переходной полосе от северных к средним гипоарктическим тундрам (севГА → средГА) расположены ЛФ «устье р. Сухарной» (№ 5) с холмисто-равнинным рельефом и ЛФ «полярная станция Амбарчик» (№ 6) с равнинно-горным рельефом. В пределы последней ЛФ входит территория низовий р. Медвежки, по долине которой к побережью выдвинулись многие гипоарктические и бореальные (и даже степные) виды.

Подзона средних гипоарктических (средГА) тундр, трактуемая ранее как южный вариант северных гипоарктических тундр (Юрцев, 1973), или подзона типичных тундр в другой терминологической системе, преобладает на территории рассматриваемой подпровинции и бóльшая часть отобранных флор расположена именно в ней. В сеть мониторинга включены следующие ЛФ: «верховья р. Лельвергыргын» (№ 7) с горно-равнинным рельефом (низкогорья); «р. Кытеп-Гуйтенывеес» (№ 9) с горно-равнинным рельефом и присутствием карбонатных пород, а также наличием уникальной каньонообразной долины реки, послужившей рефигиумом для многих редких видов; «руч. Проходной» (№ 12) с горным рельефом (среднегорья) и присутствием карбонатных пород; «гора Наглёйнын» (№ 22) с горно-равнинным рельефом и преобладанием кислых горных пород (осадочных и интрузивных) на западном побережье Чаунской губы; «р. Пинейвеес» (№ 23) с равнинным рельефом и обилием остепненных южных склонов по правому борту речной долины (основные и кислые эффузивы), на которых встречены многие степные виды, редкие для Чукотки; «город Певек» (№ 27) с горно-равнинным рельефом и кислыми горными породами на восточном побережье Чаунской губы; «оз. Рымыркен» (№ 29) с равнинно-горным рельефом; «верхнее течение р. Палаяваа» (№ 30) с горным рельефом (среднегорья) и доминированием основных силикатных горных пород; «р. Алярмагтын» (№ 31) с горным рельефом, сложенным кислыми осадочными породами.

В переходной полосе от средних к южным гипоарктическим (средГА → южГА) тундрам расположены ЛФ: «мыс Крутая Дресва» (№ 4) с равнинным рельефом и протяженным остепненным южным обрывистым склоном правого борта долины р. Колымы, на котором сохранились многие редкие для тундровой зоны растения; «руч. Ягодный» (№ 13) с горно-равнинным рельефом, в долине которого встречена самая обильная популяция эндемика Анойского нагорья *Potentilla anjuica* Petrovsky; «верховья р. Кикуквеес» (№ 14) с горным рельефом (среднегорья), вблизи от северной границы лиственничных редколесий; «верховья р. Малый Кепервеес» (№ 17) с горным рельефом (среднегорья), расположенная в полосе контакта области мезозойской складчатости (охватывающей бóльшую часть территории подпровинции) с Чукотско-Охотским вулканогенным поясом, в пределах которого находится остальная территория Чукотки; «оз. Верхний Илирней» (№ 18) с горным рельефом (среднегорья) и выходами основных силикатных пород, расположенная уже в пределах

Чукотско-Охотского вулканогенного пояса; «оз. Тытыль» (№ 19) с горным рельефом (среднегорья), также находящаяся в пределах упомянутого вулканогенного пояса. 2 последние флоры расположены недалеко от верхней и северной границы леса, совпадающих на этой территории. В ЛФ «оз. Тытыль» отмечен редкий для Анюйского нагорья тип растительности — кустарниковые тундры из *Alnus fruticosa* Rupr., образующие густые низкорослые (стланиковые) заросли в виде пятен или полос на горных склонах.

В подзоне южных гипоарктических (южГА) тундр расположена ЛФ «пос. Бараниха» (№ 20) в среднем течении р. Раучуа, с горно-равнинным рельефом и выходами кислых осадочных пород, с зарослями ольховника на горных склонах, и ЛФ «среднее течение р. Паляваам» (№ 28) с равнинно-горным рельефом и выходами основных, кислых и средних вулканитов. На территории последней ЛФ, расположенной уже в пределах Чукотско-Охотского вулканогенного пояса, обнаружена крупная колония реликтовой степной растительности, разнообразные кустарниковые сообщества, проходят границы ареалов многих «западных» и «восточных» видов, включая в себя западночукотский эндемик *Hedinia czukotica* (Botsch. et Petrovsky) Jurtz., Korobkov et Balandin и преимущественно американский вид *Erigeron compositus* Pursh. Возможно, район этой флоры представляет собой анклав («остров») южных гипоарктических тундр в контуре средних.

В переходной полосе от южных гипоарктических тундр к лесотундре (южГА → ЛТ) расположена ЛФ «среднее течение р. Люпвеем» (№ 11) с горным рельефом (низкогорья) и выходами карбонатных пород. Лиственница встречается только на крутых бортах долины реки и маркирует северную границу ареала этого вида в данном районе.

В подзоне лесотундры (ЛТ), представляющей собой сочетание островков редколесий и тундры в одном ландшафте, расположена ЛФ «пос. Петушки» (№ 3) с равнинно-горным рельефом. В полосе предтундровых редколесий северотаежной подзоны таежной зоны (сев. тайга) расположены ЛФ «пос. Черский» (№ 2) с горно-равнинным рельефом и «пос. Билибино» (№ 16) с горным рельефом (низкогорья), с преобладанием лиственничных редколесий на горных склонах и тополево-чозениевых рощ в пойме р. Большой Кепервеем. На южных склонах выражена полоса кедрового стланика. Ширина пояса редколесий составляет 100—200 м. Территория испытывает значительную антропогенную нагрузку: крупный населенный пункт (более 10 тыс. жителей до 1992 г.), атомная электростанция, горнодобывающие прииски.

Кроме того, 5 ЛФ на правобережье р. Колымы — «пос. Черский» (№ 2), «пос. Петушки» (№ 3), «мыс Крутая Дресва» (№ 4), «устье р. Сухарной» (№ 5), «полярная станция Амбарчик» (№ 6) и «о-в Четырехстолбовой» (№ 1) — составляют естественный флористический профиль (широтный ряд) с уникальным по степени выраженности градиентом климатических показателей (1° на 20 км) и с полным набором растительных подзон от северной тайги до арктических тундр (Королева, Петровский, 2000), что послужило дополнительным аргументом для включения всех этих ЛФ в сеть мониторинга.

Некоторые пространственные тренды БР по данным анализа локальных флор сети мониторинга

Использование сути пунктов мониторинга биоразнообразия имеет временные и пространственно-временные (констатационные и прогностические, в том числе прикладные), а также и пространственный аспекты. Последний заключается в выявлении пространственных трендов БР по различным его параметрам и привязке их к пространственно-климатическим трендам, что в свою очередь создает базу для выявления и прогноза глобальных и региональных изменений климата.

Попытаемся проиллюстрировать этот (пространственный) аспект выявления трендов БР по некоторым его параметрам, для которых эмпирически была установлена

(и в целом высоко вероятна) связь с теплообеспеченностью вегетационного периода. Это следующие параметры: 1) соотношение в локальных флорах 3 термоклиматических (широтных и широтно-высотных) фракций; 2) доля циркумполярных видов в видовом разнообразии ЛФ (известно ее увеличение с юга на север в Арктике); 3) отношение числа видов сложноцветных и злаков — 2 самых крупных семейств северных флор, из которых сложноцветные в норме выпадают в самой северной подзоне — высокоарктических тундр (полярных пустынь); 4) доля в локальной флоре видов деревянистых (древесных в широком смысле) растений.

Соотношение 3 широтных (термоклиматических, зональных) географических фракций

Наиболее чувствительным к зональным изменениям климата (в первую очередь, теплообеспеченности лета) оказался показатель соотношения 3 широтных фракций флоры: криофитов (арктические, метаарктические, арктоальпийские виды), гемикриофитов (гипоарктические, гипоарктомонтанные) и некриофитов (бореальные, арктобореальные, бореально-монтанные, полизональные и др.). Однако здесь резко проявляются особенности отдельных секторов (рис. 2—4).

Криофитная фракция. Доля криофитов резко возрастает в арктической группе подзон с юга на север, до 91—97 % в подзоне высокоарктических тундр (на фоне снижения абсолютного числа криофильных видов). В гипоарктической группе подзон она плавно уменьшается с севера на юг: в Ямало-Гыданской подпровинции от 1/2 до 1/4 (в северной лесотундре), тогда как в Таймырской и Берингийско-Чукотской (Чукотский п-ов) подпровинциях доля криофитов всегда заметно выше 3/5; в Континентально-Чукотской и Южно-Чукотской (в горных флорах, большей частью с развитой поясностью) она близка к 1/2. Рассмотрим эти закономерности подробнее.

Криофитная фракция в арктической группе подзон включает в себя свыше 2/3 общего числа видов — свыше 9/10 в подзоне высокоарктических тундр. На отрезке зонального профиля от северных гипоарктических тундр через южные и северные арктические к высокоарктическим нарастание доли криофитов от подзоны к подзоне происходит особенно интенсивно. Любопытно, что в том же направлении в арктической группе подзон абсолютное число криофитов резко сокращается. В ЛФ о-ва Врангеля, где южные арктические тундры представлены своеобразными анклавами, включенными в фон северных арктических тундр (Юрцев, 1987), это проявляется слабее; доля криофитов в северных арктических ЛФ острова составляет 75—81 %, в южных арктических — 71—75 %. В других районах (и секторах) доля криофитов в ЛФ южных арктических тундр варьирует в пределах 65—69 % (Ямало-Гыданская подпровинция), 65—68 % (Континентально-Чукотская). В ЛФ северных арктических тундр она составляет 79 % (ЛФ о-ва Белый к северу от п-ова Ямал), 80—90 % (Таймырская подпровинция) либо 74 % (ЛФ «о-в Четырехстолбовой» на границе Восточно-Сибирской и Чукотской провинций).

В подзоне северных гипоарктических тундр (в узком понимании) доля криофитов в ЛФ составляет (46)50 % (55) в Ямало-Гыданской (равнинной) подпровинции и 55—56 % в равнинных ЛФ северного побережья Западной Чукотки (65 % — в равнинно-горной ЛФ «пос. Полярный» на Центральной Чукотке), но (62)66 % (72) в Таймырской подпровинции и (62)64 % (67) — в Берингийско-Чукотской (равнинно-горной).

Разница в доле криофитов между ЛФ подзон северных и средних гипоарктических тундр повсюду незначительная. Дальнейший переход к южным гипоарктическим тундрам резок в Ямало-Гыданской подпровинции ((44)46 % (48) → (28)34 % (41)), хорошо выражен в Таймырской (64 → 47 %) и Континентально-Чукотской (53 → 45 %; средние значения), но совершается очень плавно в Южно-Чукотской (50 → (47)50 % (53)) и Берингийско-Чукотской ((60)61 % (63) → (53)59 % (66)), где южные гипоарктические тундры представлены анклавами («островками») на фоне средних гипоарктических.

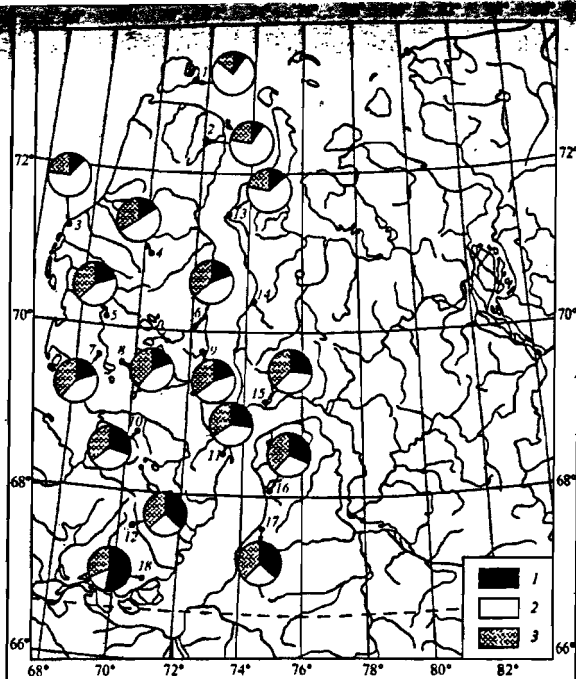


Рис. 2. Соотношение широтных фракций флоры в локальных флорах Западно-Сибирской Арктики (Западносибирский р-н: WEA.4).

1 — некриофиты (бореальная в широком смысле), включают в себя бореальные в узком смысле, бореально-горные, аркто-бореальные, аркто-бореально-горные, полизональные виды; 2 — криофиты (арктическая в широком смысле), включают в себя арктические, метаарктические, арктоальпийские виды; 3 — гемикриофиты (гипоарктическая в широком смысле), включают в себя гипоарктические в узком смысле, гипоаркто-горные виды.

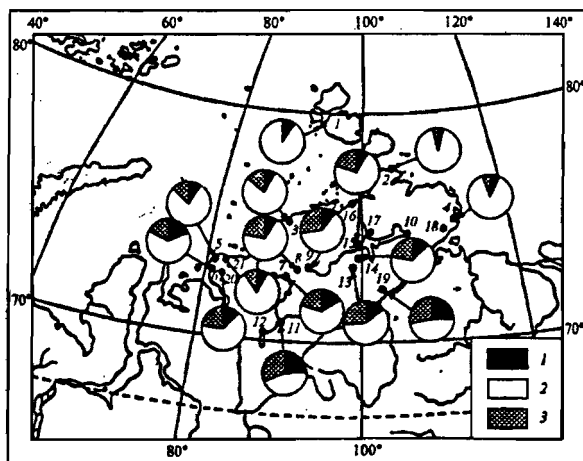


Рис. 3. Соотношение широтных фракций флоры в локальных флорах Таймыро-Североземельской Арктики (Таймырский р-н: ES.5).

Обозначения те же, что и на рис. 2.

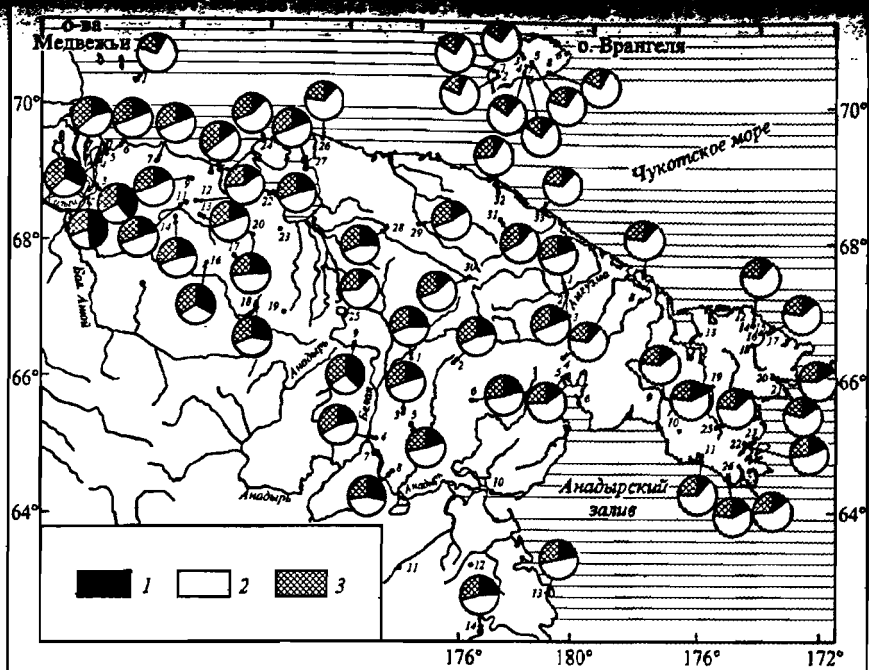


Рис. 4. Соотношение широтных фракций флоры в локальных флорах Чукотской Арктики (Континентально-Чукотский р-н: СН.9; Врангелевский р-н: СН.10; Южно-Чукотский р-н: СН.11; Берингийско-Чукотский р-н: СН.12).

Границы районов показаны на рис. 1. Обозначения те же, что и на рис. 2.

Дальнейший переход к лесотундре (или северной тайге) сказывается на доле криофитов более или менее резко только на равнине юго-восточного Ямала (18 %) или в северотаежных редколесьях (ЛФ «пос. Черский» — 23 %), но он слабее выражен или не проявляется в ЛФ с наличием хорошо развитого горнотундрового пояса (ЛФ «пос. Билибино» — 35 %) или там, где редколесья представлены анклавами (ЛФ «Ары-Мас» — 49 %).

Нерезок контраст в доле криофитов между южными тундрами и подзоной крупных стлаников Южной Чукотки (южные тундры (47)50 % (53) → крупные стланики (31)42 % (49)). При этом там, где выше «базового» пояса крупных стлаников хорошо выражен пояс горных тундр (что сочетается с господством основных и ультраосновных силикатных горных пород), различия доли криофитов с горными ЛФ подзоны южных тундр невелики: в ЛФ «р. Северный Пекульнейвеем» — 49 %, ЛФ «р. Южный Пекульнейвеем» — 45 %. При холмистом рельефе доля криофитов в ЛФ подзоны крупных стлаников снижается до 31 % (ЛФ «пос. Мухоморное»).

В целом в гипоарктической группе подзон изменение доли криофитов между соседними подзонами более слажено, нежели в арктической группе. Налицо значительные межсекторальные различия в доле криофитов в одноименных подзонах (при известной «чересполосице» более высоко- либо низкокритофитных секторов), отражающие различия в макрорельефе, литологии, степени континентальности-океаничности.

Если в арктической группе подзон быстрое нарастание доли криофитов с юга на север сочетается со столь же быстрым уменьшением абсолютного числа видов криофитной фракции (см. выше), то в гипоарктической группе подзон распределение абсолютного числа криофитов в локальных флорах по подзонам существенно неодн-

наково в разных провинциях и подпровинциях. Так, в Ямало-Гыданской подпровинции максимальное число видов криофитов ((79)90(112)) отмечается в подзоне южных арктических тундр и далее к югу плавно снижается ((70)75(80) → (63)68(72) → (51)66(78)). На Таймыре максимум отмечается в северных и средних гипоарктических тундрах, в Континентально-Чукотской подпровинции — в южных арктических и средних гипоарктических тундрах, в Южно-Чукотской и Берингийско-Чукотской подпровинциях — в подзоне южных гипоарктических тундр (на гористых территориях). Максимальное абсолютное число криофильных видов отмечено в ЛФ о-ва Врангеля (250 видов — «бухта Сомнительная», 237 видов «верховья р. Неизвестной»), Южной Чукотки (203 вида — «р. Левая Бычья»), Чукотского п-ова (224 вида — «пос. Лаврентия»: северные гипоарктические тундры; 216 видов — «пбс. Эвекинот», 200 видов — «оз. Иони»: средние гипоарктические тундры; 239 видов — «мыс Краузе», 228 видов — «р. Пучеев»: анклавы южных гипоарктических тундр на фоне средних гипоарктических). Отметим, что случаи максимального богатства ЛФ южных гипоарктических тундр криофильными видами объясняются не их зональным положением, а разнообразием экотопов в равнинно-горной или горной местности, сочетанием карбонатных, основных силикатных и кислых горных пород, вертикальной дифференциацией растительности и, конечно, непрерывным развитием флоры в богатой событиями позднекайнозойской истории Берингии (Юрцев, 1974). Об этом, в частности, говорит и наличие эндемичных криофильных видов в разных частях Чукотской тундры (особенно на о-ве Врангеля; Юрцев, 1987; Петровский, 1988а, б; Юрцев, Петровский, 1994).

Гемикриофитная фракция. Распределение гипоарктических и гипоаркто-монтанных видов по секторам и подзонам азиатской Арктики подчиняется совсем другим закономерностям. Они практически «выпадают» в подзоне высокоарктических тундр, составляют от 1/10 до 1/5 в северных арктических тундрах (от 1/20 до 1/10 на Таймыре) и свыше 1/5 — в южных арктических (несколько менее 1/5 на Таймыре и в анклавах южных гипоарктических тундр о-ва Врангеля). В гипоарктической группе подзон доля гемикриофитов удивительно постоянна: в Ямало-Гыданской подпровинции она незначительно выше 1/3 общего видового разнообразия флоры (в разных подзонах), в Континентально-Чукотской и Южно-Чукотской — несколько ниже 1/3, тогда как в Таймырской подпровинции в северных и средних гипоарктических тундрах она ниже 1/4 ((20)22 % (27)), в южных гипоарктических — немного выше (28—29 %). В Берингийско-Чукотской подпровинции во всех 3 подзонах гипоарктических тундр доля гемикриофитов в ЛФ в среднем составляет 1/4 от общего видового разнообразия. Таким образом, по доле как гемикриофитов, так и криофитов композиция ЛФ Берингийской Чукотки сходна с таковой ЛФ Таймыра (повышение доли криофитов за счет понижения доли гемикриофитов).

Отмечается однонаправленное усиление фракции гемикриофитов с севера на юг по абсолютному числу видов — резкое в арктической группе подзон, более плавное — в гипоарктической. Максимальное число видов отмечается в подзоне южных гипоарктических тундр (с дальнейшим усилением в северной лесотундре или в подзоне крупных стлаников): в Ямало-Гыданской подпровинции (начиная с подзоны северных гипоарктических тундр на юг) — (48)51(54) → (46)53(58) → (64)70(78) → (северная лесотундра — 70); в Таймырской — (38)47(60) → (48)52(57) → 69 (74); в Континентально-Чукотской — (55)67(77) → (70)83(106) → (81)94 (127) → (97)100(104); в Берингийско-Чукотской — (43)65(74) → (56)77 (95) → (70) 90(108). Обращает на себя внимание гораздо более высокий уровень видового разнообразия гемикриофитов в одноименных подзонах на Чукотке (Берингийская Арктика) по сравнению с Ямало-Гыданской и Таймырской подпровинциями.

Максимальная доля гемикриофитов (37 %) зарегистрирована в ЛФ «пос. Ямбург» на Тазовском п-ове (южные гипоарктические тундры); здесь доля криофитов составляет 28 %, доля бореальной фракции — 35 %.

Некриофитная (бореальная) фракция занимает во всех тундровых ЛФ 3-е место, постепенно усиливаясь с севера на юг; 1-е место в композиции ЛФ она

занимает в ЛФ «пос. Слонэйсал» на южном Ямале (50 %) и в лесотундровых ЛФ Континентальной Чукотки ((21)34 % (46)). Так, в ЛФ «пос. Черский» доля бореальной фракции — 46 %. Максимальную роль (особенно в Арктике) она играет в южных гипоарктических равнинных тундрах Ямало-Гыданской подпровинции, минимальную — в Берингийско-Чукотской подпровинции (как правило, в горных ландшафтах с разнообразной литологией: (10)14 % (18) в ЛФ с анклавами южных тундр). В подзоне крупных стлаников она получает незначительный перевес в ЛФ «пос. Мухоморное» (где нет пояса горных тундр).

В тундровых и многих горных лесотундровых ЛФ азиатской Арктики по числу видов почти повсеместно преобладает фракция криофитов. Некриофитная фракция выдвигается на 1-е место по видовому разнообразию лишь в отдельных лесотундровых ЛФ (на равнинах или в равнинно-низкогорных ландшафтах). Среди южнотундровых и некоторых лесотундровых флор выявляется интересная группа ЛФ, где все 3 фракции составляют приблизительно равную долю в общем видовом разнообразии. Сюда относятся следующие южнотундровые ЛФ (в скобках приводятся доли криофитов — гемикриофитов — некриофитов): в Ямало-Гыданской подпровинции — «р. Хутгыаха» (37—35—28 %), «р. Хадыта» (29—36—35 %), «р. Лайяха» (33—36—31 %), «пос. Ямбург» (28—37—35 %); в Континентально-Чукотской — «мыс Крутая Дресва» (34—36—31 %). Из лесотундровых ЛФ сюда отнесем «пос. Петушки» (32—32—36 %) и «пос. Билибино» (северная тайга и горные тундры: 35—33—32 %), из ЛФ подзоны крупных стлаников — «пос. Мухоморное» (31—34—35 %).

Гипоарктические виды почти нигде не доминируют в ЛФ по видовому разнообразию, составляя примерно треть в гипоарктической группе ЛФ Ямало-Гыданской, Континентально-Чукотской и Южно-Чукотской подпровинций.

Следует подчеркнуть, что при сравнении равнинных ЛФ (Ямало-Гыданская подпровинция, отчасти — Таймырская) с таковыми горных и равнинно-горных территорий с развитой высотной поясностью зональные особенности последних отчасти затושены наличием вышележащего пояса, отличающегося от нижнего («базового»). Поэтому для дальнейших исследований актуальна задача раздельного описания флоры разных поясов в пояснo-дифференцированных ЛФ, без чего зональная классификация последних затруднена.

Доля циркумполярных видов в локальных флорах

Циркумполярные виды — «профилирующий» (т. е. определяющий максимальное единство флоры Арктической области) долготный элемент арктической флоры, объединяющий виды, которые практически полностью реализовали возможности расселения в поясе арктического климата; поэтому доля циркумполярных видов, как правило, служит зональной (подзональной) характеристикой ЛФ, в норме возрастая к северу и достигая максимума в подзоне высокоарктических тундр (=зоне полярных пустынь).

Эта а priori установленная закономерность в массиве данных, полученных нами для 6 подпровинций 3 провинций Арктической флористической области, наиболее четко проявляется в Ямало-Гыданской (Западно-Сибирской равнинной) подпровинции (рис. 5—7). При этом убывание доли циркумполярных видов с севера на юг сочетается со столь же явным возрастанием их абсолютного числа (за одним исключением — в подзоне средних гипоарктических тундр). Далее приводится этот ряд изменения доли циркумполярных видов в процентах с юга на север в последовательности подзон — от северной лесотундры через южные, средние и северные гипоарктические, затем южные арктические до северных арктических тундр (в скобках приводится среднее абсолютное число циркумполярных видов в ЛФ): 50 (110) → 51 (100) → 56 (84) → 58 (88) → 60 (82) → 71 % (53). Обращает на себя внимание плавный ход изменения доли циркумполярных видов в гипоарктической группе подзон (до подзоны южных арктических тундр).

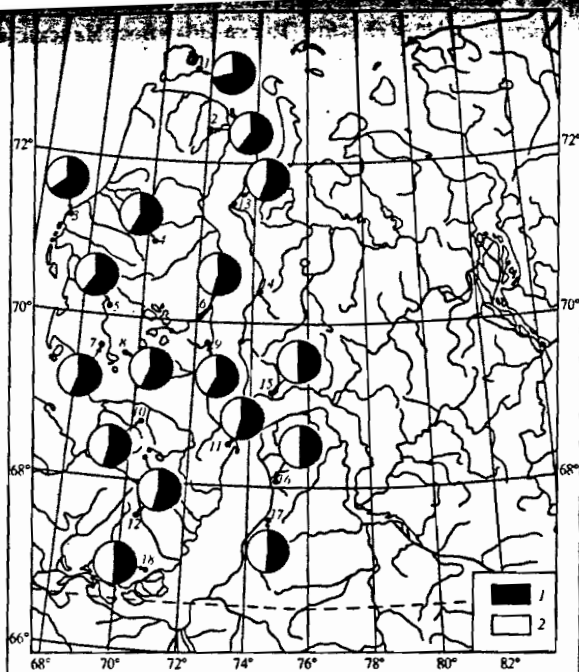


Рис. 5. Доля циркулярных видов (%) в локальных флорах Западно-Сибирской Арктики.
1 — циркулярные виды; 2 — виды других долготных географических групп.

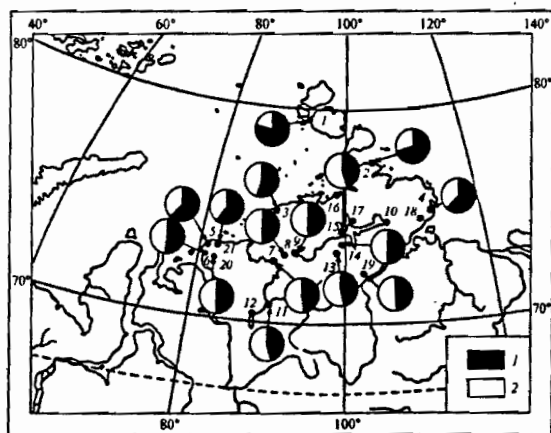


Рис. 6. Доля циркулярных видов (%) в локальных флорах Таймыро-Североземельской Арктики.
Обозначения те же, что и на рис. 5.

В Таймырской подпровинции Восточносибирской провинции (включая Северную Землю) ЛФ гипоарктической группы подзон почти не отличаются по доле циркулярных видов. При этом значение самого показателя в каждой подзоне на (4) 10% (11) ниже, а абсолютное число циркулярных видов в ЛФ, напротив, на 9—22 выше, нежели в аналогичной подзоне Ямало-Гыданской подпровинции. В группе арктических подзон с юга на север доля циркулярных

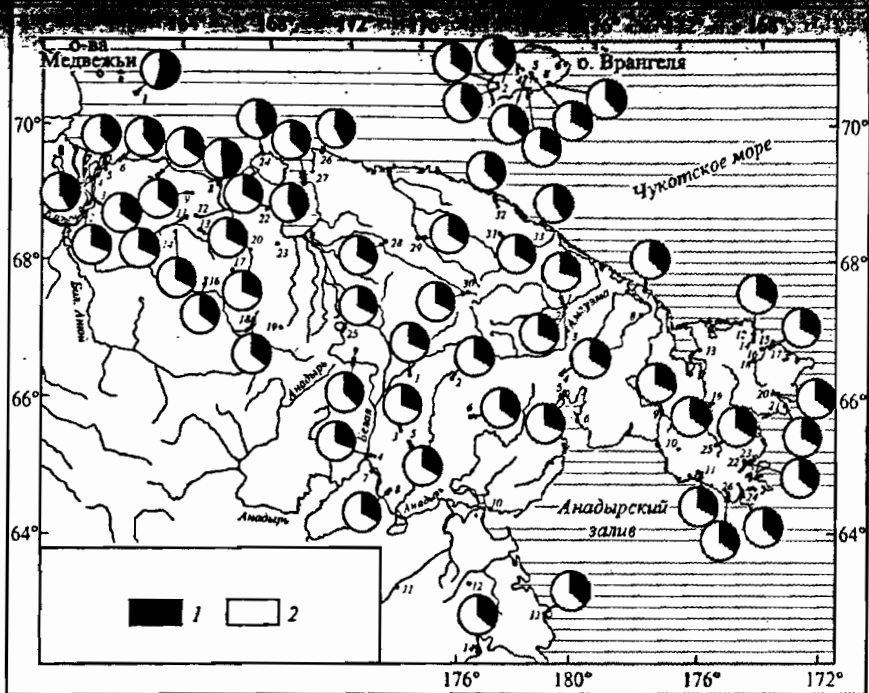


Рис. 7. Доля циркулярных видов (%) в локальных флорах Чукотской Арктики (районы названы, как на рис. 4).

Обозначения те же, что и на рис. 5.

видов резко повышается, достигая максимума в подзоне высокоарктических тундр (52 → (54)58(61) → 78 % в ЛФ «мыс Ватутина», 69 % в ЛФ «мыс Челюскина»; среднее 73 %). В том же ряду резко уменьшается абсолютное среднее число циркулярных видов: 107 → 68 → 39 (36 видов — ЛФ «мыс Ватутина», 41 вид — ЛФ «мыс Челюскина»). Это говорит о том, что возрастание доли рассматриваемых видов с юга на север отражает более быстрое выпадение представителей других долготных элементов флоры, что приводит к изменению долготно-географической структуры последней.

Если доля циркулярных видов в ЛФ гипоарктической группы подзон Ямало-Гыданской подпровинции варьирует в пределах 50—60 %, а в Таймырской — между 40 и 50 % (точнее, в пределах 45—49 %), то во всех 4 подпровинциях Чукотской провинции она (доля) изменяется от 30 до 40 %, а в абсолютном большинстве локальных флор — между 32 и 36 % (т. е. около 1/3 видового разнообразия). Исключения составляют такие ЛФ, как «о-в Четырехстолбовой» (северные арктические тундры на рубеже Чукотской и Восточносибирской провинций; 56 %), «устье р. Раучуа» и «о-в Айон» (северные гипоарктические тундры равнинного побережья Западной Чукотки; 43—45 %), а также флоры подзоны южных арктических тундр Центральной Чукотки (38—41 %). В северных арктических тундрах о-ва Врангеля доля циркулярных видов составляет (33)37 %(39), а в анклавах южных арктических тундр — (33)34 %(36), изменяясь практически в той же амплитуде, что и в остальных подзонах Чукотской тундры и лесотундры. Минимальная средняя доля циркулярных видов (32 %) отмечена в ЛФ подзоны южных гипоарктических тундр и подзоны крупных стлаников. При этом абсолютное число циркулярных видов в ЛФ Чукотского сектора в среднем несколько выше такового в Таймырской и (особенно) Ямало-Гыданской подпровинциях.

Таким образом, ЛФ из 3 секторов (провинций) в общем существенно различаются по доле циркумполярных видов, что хорошо заметно на картосхемах (рис. 5—7). Зональный тренд изменения доли циркумполярных видов арктических ЛФ сочетается с (а иногда и маскируется: Чукотский сектор) ярко выраженным долготно-секториальным трендом, т. е. со своеобразием секторов по выраженности данного зонально-чувствительного признака, а именно: в Берингском секторе Арктики роль широко распространенных (повсеместных в Арктике, циркумполярных) видов во флорогенезе менее значительна по сравнению с относительно стенохорными видами. Это говорит о более слабой роли видов арктических убиквистов во флорогенезе в Берингском секторе и значительно большей — на низкой равнине Западно-Сибирской Арктики, испытавшей все превратности четвертичных оледенений и морских трансгрессий.

Соотношение семейств сложноцветных и злаков по числу видов

Семейства *Asteraceae* (*Compositae*) и *Poaceae* (*Gramineae*) выбраны нами для анализа соотношений ведущих филумов арктической флоры, как крупнейшие по числу видов и родов семейства Арктики (и земного шара). Из этих 2 семейств злаки более толерантны к минимуму летнего тепла, играют значительную роль и в интразональной, и в плакорной растительности разных подзон тундровой зоны, тогда как сложноцветные тяготеют к интразональным экотопам и минеральным почвам. Знаменательно их устойчивое положение в Берингском секторе, включая северные арктические тундры. Сопоставление картосхем (рис. 8—10) выявляет некоторые закономерности в изменении отношения (индекса) А/Р по числу видов в ЛФ по подзонам и секторам.

1. Очевидно резкое снижение индекса А/Р в самых северных подзонах: в подзоне высокоарктических тундр до 0 (выпадение семейства сложноцветных) в ЛФ «мыс Ватутина», что типично для островных высокоарктических флор; в единственной материковой высокоарктической ЛФ «мыс Челюскин» А/Р = 0.2. Снижение индекса А/Р в ЛФ подзоны северных арктических тундр Ямало-Гыданской, Таймырской и восточной окраины Яно-Колымской подпровинций (граница с Континентально-Чукотской) по сравнению с более южными подзонами также значительно (однако очень низкое значение индекса А/Р в ЛФ «о-в Белый» (0.05), очевидно, зависит и от молодости и низкого фациального разнообразия суши (Ребристая, 1995)). На о-ве Врангеля индекс А/Р в той же подзоне ((0.51) 0.62 (0.70)) заметно выше такового в Ямало-Гыданской, Таймырской подпровинциях и на рубеже Яно-Колымской и Континентально-Чукотской подпровинций (0.36), находясь примерно на том же уровне, что и в гипоарктических подзонах Ямало-Гыданской и Таймырской подпровинций, но будучи заметно ниже, чем в гипоарктических подзонах Чукотской провинции. В анклавах южных арктических тундр о-ва Врангеля он несколько повышается (0.66) 0.71 (0.76)), значительно превышая таковой в ЛФ южных арктических тундр Ямало-Гыданской подпровинции ((0.27) 0.37 (0.50)), но несколько уступая соответствующим показателям для северного побережья Центральной Чукотки ((0.71) 0.79 (0.88)).

2. В гипоарктической группе подзон индекс А/Р более или менее стабилизируется. Лишь в Ямало-Гыданской подпровинции значения его в подзонах северных ((0.50) 0.55 (0.60)) и средних ((0.43) 0.52 (0.62)) гипоарктических тундр несколько ниже таковых в обеих более южных подзонах: (0.50) 0.61 (0.69) в южных гипоарктических тундрах и 0.64 — в северной лесотундре (ЛФ «пос. Сюнайсале»). В гипоарктических подзонах п-ова Таймыр значения А/Р находятся приблизительно на том же уровне, что и в Ямало-Гыданской подпровинции. В Чукотском секторе они заметно выше (за исключением 2 равнинных ЛФ Западной Чукотки — «устье р. Раучуа» и «о-в Айон»: (0.42) 0.50 (0.58)): средние значения варьируют от 0.76 до 0.93, в отдельных ЛФ поднимаются до 1.00 («Амгуэмский мост») и 1.25 («перевал хр. Искатень»). К ним вплотную примыкают 2 горно-равнинные ЛФ южных арктических тундр Континен-

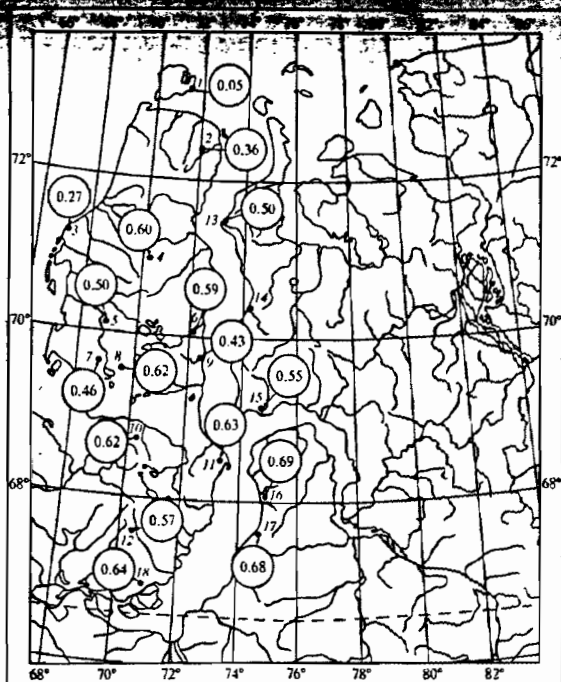


Рис. 8. Отношение числа видов: сложноцветные/лихи в локальных флорах Западно-Сибирской Арктики (в кружках около номера соответствующей локальной флоры).

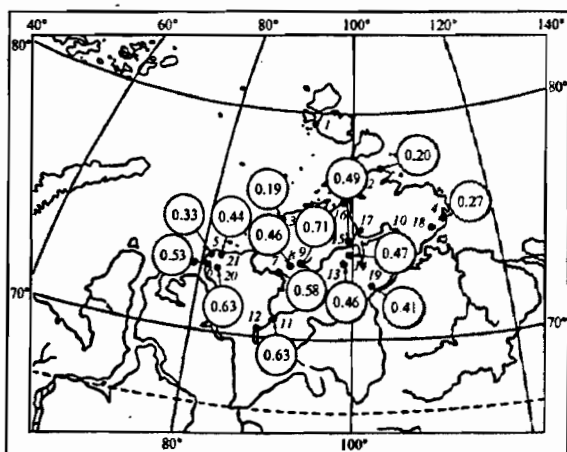


Рис. 9. Отношение числа видов: сложноцветные/лихи в локальных флорах Таймыр-Североземельской Арктики (в кружках около номера соответствующей локальной флоры).

тально-Чукотской подпровинции — «Валькаркай» и «мыс Шмидта» ((0.71) 0.79 (0.88)); близки к ним и ЛФ о-ва Врангеля.

Таким образом, индекс А/Р в ЛФ Чукотского (Берингийского) сектора значительно выше, нежели в западном секторе арктической Азии, в целом достаточно стабилен и практически очень слабо зависит от теплообеспеченности лета (учтем, что подзона

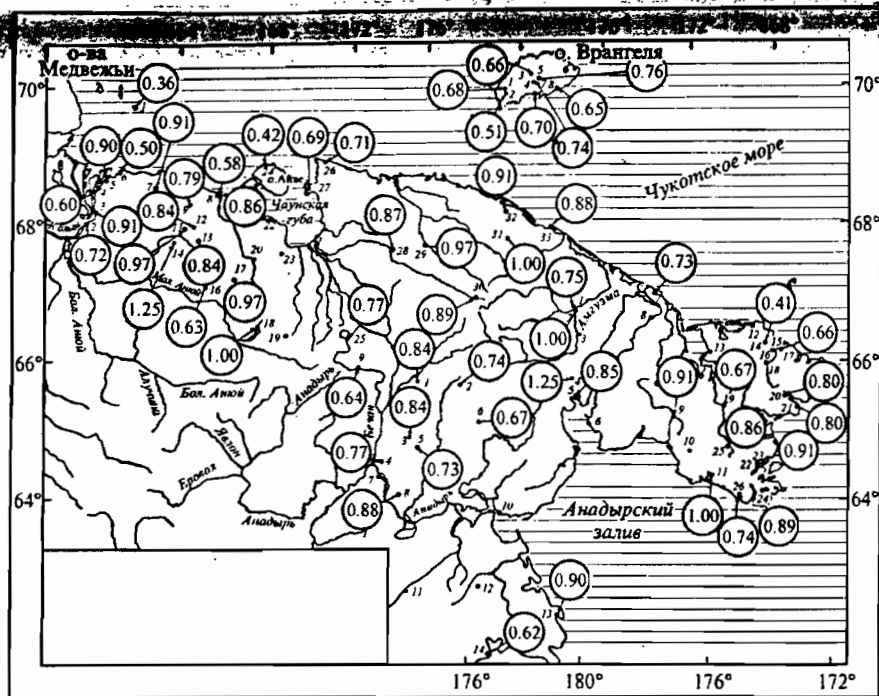


Рис. 10. Отношение числа видов: сложноцветные/злаки в локальных флорах Чукотской Арктики (в кружках около номера соответствующей локальной флоры, районы названы, как на рис. 4).

высокоарктических тундр в Берингском секторе не представлена). В более западных секторах стабилизация (неполная) отмечается в гипоарктической группе подзон, причем на более низком уровне, чем в Берингском секторе. Причины этого, очевидно, заключаются в различиях истории флоры обоих секторов: в Берингии она была непрерывной и включала обмен со многими удаленными территориями Евразии и Северной Америки. Отметим наличие эндемизма в семействе сложноцветных на о-ве Врангеля, особо значительного в роде *Taraxacum* Wigg.

Доля деревянистых видов

Под деревянистыми («woody») растениями здесь понимается весь спектр жизненных форм от простратных и подушковидных кустарничков до крупных кустарников и деревьев; полукустарники, полукустарнички (полудревесные растения) и «полутравы» (растения типа *Rubus chamaemorus* L., *R. arcticus* L. и *Chamaepericlymenum suecicum* (L.) Aschers. et Graebn.) не включены в данную категорию. Анализ распределения деревянистых растений по подзонам показал весьма слабую дифференциацию ЛФ в группе гипоарктических подзон, с высоким перекрытием доли деревянистых видов между соседними подзонами, хотя общая тенденция снижения доли подобных видов при переходе от гипоарктической группы подзон к арктической прослеживается.

В арктической группе подзон доля деревянистых видов варьирует от 2 % (ЛФ «мыс Ватутина» на о-ве Октябрьской Революции) до 11—13 % в южных арктических тундрах разных секторов. Во флорах Ямало-Гыданской подпровинции она изменяется от 9 % (ЛФ «о-в Белый», «р. Хабейяха») до 10—11 % (ЛФ «Харасавэй», «Хонорасале»), в Таймырской — от 2 % (ЛФ «мыс Ватутина») до 9 % (ЛФ «пос. Диксон»); ЛФ «мыс Стерлегова», «устье р. Убойной» — 3 %, «бухта Марин

(переход от южных арктических к северным гипоарктическим тундрам) — 7 %. В Континентально-Чукотской подпровинции данная доля меняется от 7 % (ЛФ «о-в Четырехстолбовой» — граница с Яно-Колымской подпровинцией, северные арктические тундры) до 11—13 % (соответственно ЛФ «мыс Шмидта» и «полярная станция Валькаркай» — южные арктические тундры), на о-ве Врангеля — от 5 % (ЛФ «среднее течение р. Неожиданной») до 7 % (ЛФ «бухта Сомнительная» — северные арктические тундры, «гора Тундровая» — анклав южных арктических тундр, в остальных 4 ЛФ — по 6 %).

В гипоарктической группе подзон тундровой зоны и в соседних районах таежной зоны (гипоарктическая тайга) доля деревянистых видов изменяется: в Ямало-Гыданской подпровинции — от 13 % (ЛФ «Юрибейтосё», средние гипоарктические тундры) до 19 % (ЛФ «р. Хадыта», южные гипоарктические тундры; ЛФ «пос. Сюнайсае», северная лесотундра), чаще всего составляя 14—16 %; на Таймыре — от 8 и даже 7 % (ЛФ «оз. Левинсон-Лессинга») до 13 % (ЛФ «Ары-Мас» — урочище с островом лиственничных редколесий; ЛФ «пос. Кресты», где *Larix dahurica* Wats. присутствует как вид). В Континентально-Чукотской подпровинции на долю деревянистых растений приходится от 10—11 % в подзоне северных гипоарктических тундр (ЛФ «устье р. Раучуа», «пос. Полярный-Пильхынкуль», «о-в Айон»), а также в ЛФ «пос. Певек», «полярная станция Амбарчик», «руч. Проходной» (средние гипоарктические тундры) до 17 % (ЛФ верховий рек Малый Кепервем, Паляваам), чаще всего 13—15 %. На севере таежной зоны данная доля составляет 15 % в ЛФ «пос. Черский» и «Билибино» (предтундровые редколесья), 14 % в ЛФ «пос. Петушки» (лесотундра). На Южной Чукотке она изменяется от 12 % (ЛФ «пос. Беринговский») до 17 % (ЛФ «оз. Безымянное» — южные гипоарктические тундры), чаще всего составляя 13—15 %, в подзоне крупных стлаников — 14—17 %. В пределах Берингийской Чукотки — от 12 % (ЛФ «пос. Лаврентия», северные гипоарктические тундры; ЛФ «мыс Краузе» — анклав южных гипоарктических тундр) до 16 % (ЛФ «мыс Онмын», северные гипоарктические тундры), чаще всего 13—15 % (13 % и в ЛФ «бухта Пенкигней» — анклав южных гипоарктических тундр).

Примечателен тот факт, что доля деревянистых видов на северной окраине таежной зоны (гипоарктическая тайга) не превышает таковую в южных гипоарктических тундрах.

По-видимому, более чувствительным к теплообеспеченности лета окажется соотношение разных категорий деревянистых жизненных форм в локальных флорах, так как деревянистые жизненные формы — весьма пластичная группа, освоившая широкий спектр термоклиматических (в том числе и микроклиматических) условий. Проверку этой гипотезы мы планируем на следующем этапе работы.

Заключение

Мониторинг БР растительного мира на уровне ландшафта, конкретной или элементарной флоры должен стать одним из основных (опорных) уровней мониторинга в связи с ожидаемыми глобальными изменениями климата, так как он позволяет проследивать изменения всех основных экологических, эколого-ценотических, биологических и иных групп растений в их сопряженности, улавливать изменения состояния и позиций в растительном покрове всех видов, а не только произвольно выбранных модельных объектов. При этом предполагается создание представительной сети пунктов мониторинга в соответствии с определенными принципами и критериями (Юрцев, 1991, 1998, и др.).

Опыт создания такой сети рассмотрен на примере азиатской Арктики на основе достаточно представительной сети ЛФ, изученных сотрудниками Лаборатории растительности Крайнего Севера БИН РАН и их коллегами с 1955 по 2000 г. Из

нескольких сотен ЛФ отобраны 130 основных и 30 дополнительных; списки и паспорта ЛФ внесены в базу данных, созданную на основе одной из версий интегральной ботанической информационной системы IBIS (Зверев, 1995, 1997, 1998а, б). Принципы отбора базовых ЛФ для включения в сеть пунктов мониторинга кратко проиллюстрированы на примере 2 подсекторов (подпровинций) Арктики — Ямало-Гыданского и Континентально-Чукотского.

Функции сети: 1) выявление трендов распределения БР растительного мира на уровне ландшафта (с охватом всего разнообразия местоположений, экотопов и биотопов); 2) анализ факторов, обуславливающих это распределение как современных (прежде всего климатических), так и исторических; 3) прогноз изменений трендов БР растительного мира конкретных регионов для разных сценариев изменений климата; 4) выявление и анализ долгосрочных изменений в системе «климат — растительный покров»; 5) получение долгосрочных (в масштабах геохронологической шкалы) рядов прямых наблюдений за такими процессами как эволюция (филогенез), флорогенез, филоценогенез, эндогенные сукцессии и т. д.; 6) своевременное выявление перехода определенных видов и их географических популяций в группу «видов риска», реликтов — с выводами о необходимых мерах по предотвращению их вымирания.

В настоящее время объектами мониторинга являются только сосудистые растения, что объясняется не только лучшей изученностью флор последних, но и большей долей среди них видов со сравнительно узкими ареалами (включая эндемиков). Это говорит о том, что видо- и расообразование играет большую роль во флорогенезе сосудистых.

В этом сообщении мы не рассматриваем сопряженный мониторинг на уровне ЛФ и парциальных флор и ценофлор (Юрцев, 1994), что специально разрабатывается в Ямало-Гыданской и ряде других подпровинций (Хитун, 1998).

При выявлении широтных (зональных) и долготных (секторальных) трендов БР растительного мира Азиатской Арктики по отдельным параметрам структуры ЛФ в качестве предмета анализа выбраны 4 параметра, заведомо положительно сопряженные с теплообеспеченностью лета — основным фактором зональности: 1) соотношение в ЛФ 3 широтных (термоклиматических) фракций флоры: криофитов, гемикриофитов и некриофитов; 2) доля в ЛФ циркумполярных видов; 3) соотношение по числу видов в ЛФ 2 ведущих семейств мировой флоры — *Asteraceae* и *Poaceae*; 4) доля в ЛФ видов деревянистых растений. Известно, что в подзоне высокоарктических тундр (=зоне полярных пустынь) как сложноцветные, так и деревянистые растения в норме отсутствуют.

Основной вывод из вышеприведенного анализа: широтный (зональный) тренд по каждому из 4 параметров флоры, чувствительных к изменениям теплообеспеченности лета (в амплитуде средних температур июля от 1.5 до 12 °С), в разных (в том числе соседних) секторах проявляются неодинаково. При этом долготные тренды тех же показателей не однонаправленны (за редким исключением), а, скорее, проявляются «долготными блоками» (в границах соответствующих подпровинций), соответствующими лито-тектоническим мегаструктурам, климатическим провинциям (отражающим ступени континентальности/океаничности); отчасти они отражают особенности природной истории страны.

Ямало-Гыданский (под)сектор выделяется (на фоне снижения видового разнообразия ЛФ) плавным зональным градиентом всех 4 учетных показателей, повышением (в каждой подзоне) доли циркумполярных видов, максимальной долей гемикриофитной и некриофитной (бореальной) фракций и пониженной долей криофитов (в соответствующих подзонах) (Ребристая, 1998, 2000а, б; Ребристая, Хитун, 1994); индекс А/Р сходен с таковым Таймыра, но ниже, чем в более восточных подсекторах. Причинами этого являются: плоский рельеф, отсутствие выходов коренных горных пород, молодость флоры как результат многократных морских трансгрессий и оледенений в плейстоцене, голоценовой экспансии тайги, болот, кустарниковых тундр при доминировании кислых субстратов и отсутствии гор (как убежищ криофитов в теплые фазы).

Таймыр-Североземельский (подсектор также характеризуется высокой долей циркумполярных видов и существенным повышением доли криофитов за счет снижения доли гемикриофитов и некриофитов, хорошо выраженным зональным градиентом А/Р вплоть до схода числа видов *Asteraceae* до нуля во многих ЛФ Северной Земли; резким снижением доли деревянистых видов не только в высокоарктических тундрах, но и в северных арктических. Этому благоприятствует целый ряд факторов: доминирование карбонатных и основных силикатных пород (как коренных, так и перекристаллизованных морем и/или ледниками), выдвинутость территории к северу, разнообразие рельефа, включая горы Бырранга и отдельные горные массивы — потенциальные убежища криофитов в эпохи потепления климата или морских трансгрессий. Холодные морские трансгрессии и (неполное) оледенение с центром в горах сочетались с соседством неоледеневавших низкогорий и равнин западной Мегаберингии (краевой частью которой является Восточный Таймыр), включая пространства осушенного шельфа арктической Якутии. Простираение горной структуры Бырранга с запада на восток затрудняло проникновение бореальных видов на север.

Чукотский сектор в целом (как часть Берингии) выделяется повышенным таксономическим (прежде всего видовым) разнообразием ЛФ (как и региональных флор), снижением доли циркумполярных видов до 1/3 (во всех подзонах, однако подзона высокоарктических тундр здесь не выражена) за счет повышения доли амфиберингийских (на востоке), восточносибирских (на западе) и эндемичных (чукотских и чукотско-охотских) элементов флоры, устойчивым повышением индекса А/Р до 3/4 (в отдельных случаях до 1 и более). При этом на первый план выдвигается значение местных факторов разнообразия стадий. Помимо флорогенетических факторов огромное значение имеет высокое разнообразие форм рельефа и литологического состава горных пород, а также разнообразие форм атмосферной циркуляции, градиент континентальности/океаничности климата.

О-в Врангеля выделяется аномально высоким (для подзоны) флористическим богатством (до 325—330 видов в ЛФ), высококриофитным составом флор (включая в себя анклавы южных арктических тундр) с высокой долей собственно арктических видов с составе криофитной фракции (среди них до 30 эндемиков и субэндемиков). Доля деревянистых видов ниже, чем на материковой Чукотке, но несколько выше, чем в ЛФ той же подзоны на Таймыре. Индекс А/Р несколько ниже, чем в ЛФ материковой Чукотки. Для подзон северных и южных (анклавы) арктических тундр парадоксально снижение доли циркумполярных видов до 1/3.

Континентально-Чукотская и Южно-Чукотская подпровинции по данной группе параметров ЛФ во многом сходны, в том числе по соотношению широтных (термоклиматических) фракций в ЛФ. Помимо сходства природной истории обеих подпровинций это объясняется наличием горного рельефа с развитой поясностью, а также разнообразием литологии (включая присутствие карбонатных и/или основных силикатных горных пород). Доля гемикриофитов близка к 1/3, отношение же долей криофитов и некриофитов в Континентально-Чукотской подпровинции (в гипоарктической группе подзон) несколько выше, чем в Южно-Чукотской. Ситуация в подзоне южных арктических тундр северного побережья отличается от общей картины в сторону усиления фракции криофитов и доли циркумполярных видов, снижения индекса А/Р.

Берингийско-Чукотская подпровинция (подсектор), расположенная в значительной степени южнее полярного круга и включающая анклавы южных гипоарктических тундр, резко отличается от 2 соседних подпровинций повышением доли криофитов до 2/3 за счет снижения доли гемикриофитов до 1/4 при невысокой доле некриофитов (включая в себя растения теплых оазисов термоминеральных источников). Это отчасти можно объяснить «выгодным» положением территории в Центральной Берингии (Юрцев, 1974, 1976) на перекрестке путей миграций в фазы осушения и затопления Берингийского шельфа, а также благоприятными условиями для сохранения реликтов различных (в том числе контрастных) фаз и тем, что Берин-

Благодарности

Выполнение данной работы было возможно благодаря поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проекты № 96-04-49779 и 99-04-49585) и отчасти гранта подпрограммы «Биологическое разнообразие».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Зверев А. А.* Опыт разработки интегрированной ботанической информационной системы // II совещание «Компьютерные базы данных в ботанических исследованиях»: Тез. докл. СПб., 1995. С. 19—20.
- Зверев А. А.* Компьютерные информационные системы во флористических исследованиях // Состояние и перспективы развития Гербариев Сибири: Тез. докл. Томск, 1997. С. 23—25.
- Зверев А. А.* Современное состояние развития информационной ботанической системы IBIS // Чтения памяти Ю. А. Львова: Матер. II Межрегион. экол. конф. Томск, 1998а. С. 44—45.
- Королева Т. М., Петровский В. В.* Флористические изменения в составе сосудистых растений на широтном профиле в низовьях реки Колымы // Бот. журн. 2000. Т. 85. № 10. С. 15—38.
- Матвеева Н. В.* Флора и растительность окрестностей бухты Марии Прончищевой (северо-восточный Таймыр) // Арктические тундры и поллярные пустыни Таймыра. Л., 1979. С. 78—109.
- Матвеева Н. В., Заноха Л. Л.* Флора сосудистых растений северо-западной части полуострова Таймыр // Бот. журн. 1997. Т. 82. № 12. С. 1—20.
- ✓ *Петровский В. В.* Сосудистые растения острова Врангеля: Конспект флоры. Магадан, 1988а. 49 с.
- ✓ *Петровский В. В.* Сосудистые растения острова Врангеля: Аналитический обзор. Магадан, 1988б. 36 с.
- Поспелова Е. В.* Флора северной части бассейна реки Логата (Центральный Таймыр) // Бот. журн. 1994а. Т. 79. № 1. С. 14—24.
- Поспелова Е. В.* Флора сосудистых растений юго-восточных предгорий Бырранга (район озера Прончищева) // Арктические тундры Таймыра и островов Карского моря. М., 1994б. Т. II. С. 75—96.
- Поспелова Е. В.* Флора сосудистых растений района озера Левинсон-Лессинга (горы Бырранга, центральный Таймыр) // Бот. журн. 1995. Т. 80. № 2. С. 58—64.
- Рибристая О. В.* Флора сосудистых растений о. Белый (Карское море) // Бот. журн. 1995. Т. 80. № 7. С. 26—36.
- Рибристая О. В.* Анализ северных пределов распространения растений Ямала (на уровне ценофлор) // Изучение биологического разнообразия методами сравнительной флористики. СПб., 1998. С. 158—172.
- Рибристая О. В.* Подзональное деление Западносибирской Арктики // Современные проблемы ботанической географии, картографии, геоботаники, экологии. СПб., 2000а. С. 92—96.
- Рибристая О. В.* Особенности распространения сосудистых растений на п-ове Ямал (Западносибирская Арктика) // Сравнительная флористика на рубеже III тысячелетия: достижения, проблемы, перспективы. СПб., 2000б. С. 84—94.
- Рибристая О. Р., Хитун О. В.* Широкие географические элементы во флоре Западносибирской Арктики // Вестн. СПбГУ. СПб., 1994. Сер. 3 (биол.). Вып. 4. С. 70—76.
- Соколова М. В.* Флора и растительность центральной части гор Бырранга (Западный Таймыр) // Бот. журн. 1982. Т. 67. № 11. С. 1499—1505.
- Хитун О. В.* Сравнительный анализ локальных и парциальных флор в двух подзонах Западносибирской Арктики (п-ова Гыданский и Тазовский) // Изучение биологического разнообразия методами сравнительной флористики. СПб., 1998. С. 173—201.
- Юрцев Б. А.* Флора Сунтар-Хаята. Проблемы истории высокогорных ландшафтов Северо-Востока Сибири. Л., 1968. 234 с.
- ✓ *Юрцев Б. А.* Ботанико-географическая зональность и флористическое районирование Чукотской тундры // Бот. журн. 1973. Т. 58. № 7. С. 945—964.
- Юрцев Б. А.* Проблемы ботанической географии Северо-Восточной Азии. Л., 1974. 160 с.
- Юрцев Б. А.* Берингия и ее биота в позднем кайнозое: синтез // Берингия в кайнозое. Владивосток, 1976. С. 202—212.

Юрцев Б. А. Биоразнообразие флоры в условиях растительности экстремальных условий полярной арктических тундр (на примере острова Врангеля) // Бот. журн. 1987. Т. 72. № 11. С. 1436—1447.

Юрцев Б. А. Изучение биологического разнообразия и сравнительная флористика // Бот. журн. 1991. Т. 76. № 3. С. 305—313.

Юрцев Б. А. Эколого-географическая структура биологического разнообразия и стратегия его учета и охраны // Биологическое разнообразие: подходы к изучению и сохранению. СПб., 1992. С. 7—21.

Юрцев Б. А. О некоторых дискуссионных вопросах сравнительной флористики // Актуальные проблемы сравнительного изучения флор. СПб., 1994. С. 15—33.

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

Юрцев Б. А. Сравнение двух конкретных флор в рамках локальной флоры бухты Сомнительной (остров Врангеля) // Изучение биологического разнообразия методами сравнительной флористики. СПб., 1998. С. 106—118.

Юрцев Б. А., Петровский В. В. Флора окрестностей бухты Сомнительной: Сосудистые растения // Арктические тундры острова Врангеля. СПб., 1994. С. 7—66.

Юрцев Б. А., Петровский В. В., Коробков А. А. и др. Обзор географического распространения сосудистых растений Чукотской тундры. Сообщ. 1 // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1979а. Т. 84. Вып. 5. С. 11—122; Сообщ. 2 // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1979б. Т. 84. Вып. 6. С. 74—83.

Holten J. I. Predicted floristic change and shift of vegetation zones in a coast-island transect in Central Norway // Effects of climate change on terrestrial ecosystems. NINA Notat. 4. 1990. P. 61—77.

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

SUMMARY

One of the basic levels of the plant world biodiversity (BD) long-term monitoring is that of local (LF) or elementary flora which roughly corresponds to flora of a landscape. The 6 basic functions of the monitoring network are considered, including the recognition of spatial trends of BD. The information is given about the network of BD monitoring sites at the LF level which is being created by members of the Far North vegetation laboratory of the Komarov Botanical Institute (St. Petersburg, Russia). The network includes 130 basic and 30 additional LF which were selected out of ca. 500 ones according to certain principles (table 1). Some characters of monitoring sites are given in table 2. The respective database (DB) which was created on the basis of a special version of the IBIS information system (developed by A. A. Zverev, Tomsk) includes LF lists and the passport data about monitoring sites. The possibilities for recognition and analysis of the BD spatial trends on the ground of the LF network are illustrated using 4 parameters of LF, sensitive to thermoclimatic zonation (figs. 2—10). It was found that the zonal pattern of several parameters is dramatically different in the 6 subprovinces (which belong to 3 provinces of the Arctic floristic region) compared. For instance, the share of circumpolar species (1/3) and the ratio of the leading families *Asteraceae/Poaceae* by the number of species are almost constant from the south northwards in 4 subprovinces of the Chukotka Province (Continental Chukotka, South Chukotka, the Wrangel Isl., and Beringian Chukotka). The situation is quite opposite in the two western subprovinces of the Asian Arctic, namely the Yamal-Gydan and the Taimyr ones. The Taimyr and the Beringian Chukotka subprovinces are remarkable by the increased share of cryophytic plants (2/3 even in the hypoarctic subzones) at the expense of the decrease of that of hemicryophytes (1/4).