



*Теоретическая
и прикладная*

ЭКОЛОГИЯ

№ 1

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ
ПРОБЛЕМЫ
ЭКОЛОГИИ

РАЗНООБРАЗИЕ
СТРУКТУРНЫХ
КОМПОНЕНТОВ
ЭКОСИСТЕМ
КРАЙНЕГО СЕВЕРА

МОНИТОРИНГ
АНТРОПОГЕННО
НАРУШЕННЫХ
ТЕРРИТОРИЙ

ПРОБЛЕМЫ
ОХРАНЫ
ОКРУЖАЮЩЕЙ
СРЕДЫ

МЕТОДЫ
ИССЛЕДОВАНИЙ.
МОДЕЛИ
И ПРОГНОЗЫ

ОБЩЕСТВЕННО-НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



Вторая всероссийская научная конференция «Биоразнообразие экосистем Крайнего Севера: инвентаризация, мониторинг, охрана»
(3-7 июня 2013 г., г. Сыктывкар, Россия)



Всероссийская научная конференция «Биоразнообразие экосистем Крайнего Севера: инвентаризация, мониторинг, охрана» (3-7 июня 2013 г., г. Сыктывкар) была посвящена обобщению и обсуждению накопленных знаний о структуре, функциях и динамике экосистем Крайнего Севера. Инициатором её проведения выступил Институт биологии Коми НЦ УрО РАН (отдел флоры и растительности Севера) при содействии Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды РК, Управления Росприроднадзора по РК, Коми отделения Русского Ботанического Общества. Финансовую поддержку оказал Российский Фонд Фундаментальных Исследований.



**Теоретическая
и прикладная
ЭКОЛОГИЯ**
№ 1, 2014

Журнал включён в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёных степеней доктора и кандидата наук

Учредитель журнала
ООО Издательский дом «Камертон»
Генеральный директор ООО ИД «Камертон»
профессор Б.И. Кочуров

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор
Т.Я. Ашихмина, д.т.н., профессор,
зав. кафедрой химии Вятского
государственного гуманитарного
университета, зав. лабораторией
биомониторинга Института биологии
Коми НЦ УрО РАН

Зам. главного редактора
В.В. Гутенёв, д.т.н., профессор,
первый зам. председателя Комитета
Государственной Думы РФ по промыш-
ленности, лауреат Государственной и
Правительственной премий РФ

Зам. главного редактора
С.В. Дёгтева, д.б.н., директор
Института биологии
Коми НЦ УрО РАН

Зам. главного редактора
И.Г. Широких, д.б.н., зав. лабораторией
биотехнологии растений и микроорганизмов
Зонального научно-исследовательского
института сельского хозяйства
Северо-Востока
им. Н.В. Рудницкого РАСХН

Ответственный секретарь
С.Ю. Огородникова, к.б.н., доцент,
старший научный сотрудник
Института биологии Коми
НЦ УрО РАН

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ РЕДАКЦИОННЫХ СОВЕТОВ

Н.П. Лавёров председатель межведомственной комиссии
при Совете безопасности РФ, вице-президент
РАН, академик РАН

ПРЕЗИДИУМ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА:

В.А. Грачёв д.т.н., профессор, член-корреспондент РАН,
председатель Общественного совета
Федеральной службы по экологическому,
техническому и атомному надзору
В.И. Холстов д.х.н., директор Департамента реализации
конвенционных обязательств Министерства
промышленности и торговли РФ
В.Г. Ильницкий д.э.н., директор ОАО «Научно-исследо-
вательский проектно-изыскательский
институт «Кировпроект»
А.П. Трегуб директор ФБУ «Государственный научно-
исследовательский институт промышленной
экологии»

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА:

В.А. Алексеев д.т.н., профессор Ижевского государственного
университета
В.А. Антонов к.т.н., заместитель начальника экологической
безопасности ВС РФ, член-корреспондент
Академии геополитических проблем,
профессор Академии военных наук
С.И. Барановский д.т.н., профессор, академик РЭА,
заместитель председателя Общественного
совета «Росатома», председатель
Российского экологического конгресса
Л.И. Домрачева д.б.н., профессор Вятской государственной
сельскохозяйственной академии
И.Е. Дубовик д.б.н., профессор Башкирского
государственного университета
Г.П. Дудин д.б.н., зав. кафедрой биологии растений,
селекции и семеноводства, микробиологии
Вятской государственной
сельскохозяйственной академии
Г.А. Евдокимова д.б.н., профессор, заместитель директора
Института проблем промышленной экологии
Севера Кольского НЦ РАН
И.А. Жуйкова к.г.н., доцент Вятского государственного
гуманитарного университета
Г.М. Зенова д.б.н., профессор Московского
государственного университета
им. М.В. Ломоносова
В.И. Измалков д.т.н., профессор Военной Академии
Генштаба МО РФ
Г.Я. Кантор к.т.н., научный сотрудник Института биологии
Коми НЦ УрО РАН
Л.В. Кондакова д.б.н., зав. кафедрой экологии Вятского
государственного гуманитарного университета
Б.И. Кочуров д.г.н., профессор, ведущий научный
сотрудник Института географии РАН

Журнал издаётся при поддержке
Института биологии Коми научного
центра Уральского отделения РАН,
ФГБОУ ВПО «Вятский государственный
гуманитарный университет»

Издание зарегистрировано
Федеральной службой по надзору в сфере
массовых коммуникаций, связи
и охраны культурного наследия
Свидетельство о регистрации
ПФ № ФС 77-29059

Подписные индексы 82027, 48482
в каталоге Агентства «Роспечать»

Зарубежная подписка оформляется
через фирмы-партнёры
ЗАО «МК-ПЕРИОДИКА» по адресу:
129110, г. Москва,
ул. Гиляровского, 39,
Тел.: (495) 281-91-37, 281-97-63.
Факс (495) 281-37-98
E-mail: info@periodicals.ru.
http://www.periodicals.ru

To effect subscription it is necessary to address to one
of the partners of JSC «MK-Periodica» in your country
or to JSC «MK-Periodica» directly. Address: Russia,
129110, Moscow, 39, Gilyarovsky St.,
JSC «MK-Periodica»

Статьи рецензируются. Перепечатка без
разрешения редакции запрещена, ссылки на
журнал при цитировании обязательны.
Редакция не несёт ответственности
за достоверность информации,
содержащейся в рекламных объявлениях

Подготовлен к печати
в издательстве ООО «О-Краткое»
610000, г. Киров, Динамовский проезд, 4, оф. 3
Тел./факс (8332) 32-28-39. E-mail: okrat@okrat.ru
Оригинал-макет, дизайн – Татьяна Коршунова
Фото – Владимир Канев, Елена Патова,
Екатерина Кулюгина
Перевод – Ирина Кондакова
Выпускающий редактор Мария Зелаева
© Оформление. Издательство «О-Краткое»
Директор издательства «О-Краткое»
Евгений Дрогов

Подписано в печать 26.02.2014. Формат 60x84¹/₈.
Печать офс. Бумага офс. Усл.п.л. 11,62.
Тираж 1150 экз. Заказ № 146.

Отпечатано в полном соответствии с качеством
предоставленных материалов
в ООО «Кировская цифровая типография»
610000, г. Киров, ул. Спасская, 4

- В.З. Латыпова** д.х.н., член-корреспондент Академии наук Республики Татарстан, профессор Казанского государственного университета им. В.И. Ульянова-Ленина
- Ли Юй** профессор, директор Института микологии Цзилиньского аграрного университета, иностранный член Россельхозакадемии (КНР)
- В.А. Малинников** д.т.н., профессор, проректор Московского государственного университета геодезии и картографии
- А.Г. Назаров** д.б.н., профессор, заместитель председателя Общественного совета «Росатом», директор экологического центра ИИЕТ РАН
- А.Ф. Радченко** руководитель Аппарата ФГУ Общественная палата (вице-президент ООПР «Экосфера»)
- О.Ю. Растегаев** д.х.н., заместитель директора ФБУ «Государственный научно-исследовательский институт промышленной экологии»
- В.П. Савиных** д.т.н., член-корреспондент РАН, профессор, президент Московского государственного университета геодезии и картографии, лётчик-космонавт, дважды Герой СССР
- Ф. Скапини** д.б.н., профессор Университета Флоренции (Италия)
- В.А. Сысуев** д.т.н., академик Россельхозакадемии, директор Зонального научно-исследовательского института сельского хозяйства Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого РАСХН
- В.И. Теличенко** д.т.н., профессор, академик РААСН, ректор Московского государственного строительного университета
- Т.А. Трифонова** д.б.н., профессор Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова
- А.И. Фокин** зам. председателя Комитета Государственной Думы по природным ресурсам, природопользованию и экологии
- В. П. Шапорев** д.т.н., профессор Национального технического университета «Харьковский промышленный институт»
- В.Т. Юнгблюд** д.и.н., профессор, ректор Вятского государственного гуманитарного университета
- О.В. Яковенко** к.ф.н., заместитель начальника отдела экологии Правительства РФ

По вопросам размещения рекламы и публикации статей обращаться:
610002, г. Киров, ул. Красноармейская, 26,
тел./факс 8 (8332) 37-02-77.
E-mail: ecolab2@gmail.com; ecolab@vshu.kirov.ru

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ

РАЗНООБРАЗИЕ СТРУКТУРНЫХ КОМПОНЕНТОВ ЭКОСИСТЕМ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

МОНИТОРИНГ АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

СОДЕРЖАНИЕ

- Т. Я. Ашихмина, С. В. Дёгтева* Вторая Всероссийская научная конференция «Биоразнообразие экосистем Крайнего Севера: инвентаризация, мониторинг, охрана» (3-7 июня 2013 г., г. Сыктывкар, Россия) 6
- А. В. Евсеев, Т. М. Красовская*
Экологический каркас севера России 8
- Т. М. Королёва, А. А. Зверев, В. В. Петровский, И. Н. Поспелов, Е. Б. Поспелова, О. В. Хитун, С. В. Чиненко*
Отражение широтной дифференциации растительного покрова Крайнего Севера в структуре локальных флор 12
- С. В. Дёгтева, Е. Е. Кулюгина, Ю. А. Дубровский, А. Б. Новаковский* Сравнительный анализ ценофлор горных тундр западного макросклона Северного и Приполярного Урала 16
- В. Э. Федосов, Е. А. Игнатова, М. С. Игнатов*
Мхи севера России 22
- Н. А. Константинова, О. А. Белкина, Д. А. Давыдов, Л. А. Конорева, А. А. Вильнет* Современный этап и задачи изучения разнообразия печёночников, мхов, лишайников и цианопрокариот архипелага Шпицберген 26
- Е. Н. Патова, И. В. Новаковская* Разнообразие почвенных водорослей и цианопрокариот в наземных сообществах Полярного и Приполярного Урала 32
- С. С. Холод* Растительность и структурные грунты Арктики 35
- О. И. Сумина* Первичные сукцессии на карьерах как натурная модель для изучения процессов формирования наземных экосистем 40
- Н. Г. Москаленко* Пирогенные сукцессии фитоценозов севера Западной Сибири 45
- Л. П. Капелькина* Трансформация тундровых экосистем на нефтепромыслах Севера России 49
- Л. М. Морозова, С. Н. Эктова* Влияние разработки нефтегазовых месторождений на растительный покров тундровой зоны 53
- В. А. Зеленцов, Л. А. Колпащиков, И. А. Лавриненко, В. В. Михайлов, А. Н. Петров* Мониторинг популяции диких северных оленей на основе интеграции наземных, аэрокосмических и климатических данных 57
- В. Г. Сергиенко* Разнообразие редких и охраняемых видов в карстовых ландшафтах европейского Севера 62
- Е. Е. Кулюгина, Л. В. Тетерюк* Растительный покров и редкие виды каньона реки Ния-ю (Полярный Урал) 66
- С. В. Дёгтева, В. А. Канев, И. И. Полетаева* Первые итоги комплексного исследования растительности и флоры хребта Маньпупунёр (Северный Урал, Печоро-Илычский заповедник) 74

УДК 581.93

**Отражение широтной дифференциации растительного покрова
Крайнего Севера в структуре локальных флор**

© 2014. Т. М. Королёва¹, к.б.н., с.н.с., А. А. Зверев², к.б.н., доцент,
В. В. Петровский¹, к.б.н., с.н.с., И. Н. Попелов³, в.н.с., Е. Б. Поспелова³,
к.б.н., г.н.с., О. В. Хитун¹, к.б.н., н.с., С. В. Чиненко¹, к.б.н., м.н.с.,

¹Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН,

²Томский государственный университет,

³Заповедники Таймыра,

e-mail: korolevatm@gmail.com, ibiss@rambler.ru, petrovsky@binran.ru, taimyr@orc.ru,
parnassia@mail.ru, khitun-olga@yandex.ru, chinenko@binran.ru

Статья продолжает многолетнюю серию работ по изучению и анализу локальных флор Российской Арктики и Субарктики. Обсуждаются изменения таксономической и географической структуры флор на широтном градиенте, типология арктических и субарктических флор, проблемы флористического районирования и разграничения Арктической и Бореальной областей. Зональные закономерности выявлены не только в широтной географической структуре флор, но и в таксономической и даже долготной. Это подтверждает, что широтная зональность – один из ведущих факторов среды, определяющий пространственные изменения в растительном покрове Крайнего Севера.

The paper proceeds the series of publications of many years on study and analysis of local floras of the Russian Arctic and Subarctic. Changes of taxonomic and geographic structure of floras along the latitudinal gradient, typology of arctic and subarctic floras, problems of floristic subdivision and delimitation of Arctic and Boreal floristic regions are discussed. Zonal patterns of relationship are distinguished both in latitudinal and geographic structure of floras and in taxonomic structure and even in longitudinal structure. It legitimates, that latitudinal zonality is one of leading environmental factors, which affects the spatial change in plant cover of the Far North.

Ключевые слова: локальные флоры, Арктика, Субарктика, Крайний Север, зональность, широтный градиент, типология флор, Арктическая и Бореальная флористические области

Keywords: local floras, Arctic, Subarctic, Russian Far North, zonality, latitudinal gradient, typology of floras, Arctic and Boreal floristic areas

Решение вопроса о принадлежности растительности той или иной территории к зональным и подзональным выделам и проведение границ между ними до сих пор сохраняет актуальность и служит предметом постоянных дискуссий в научной среде. Авторами проведено исследование зональных изменений в растительном покрове на основе различных характеристик северных флор. Базой для работы послужила сеть локальных флор (ЛФ), созданная сотрудниками Лаборатории растительности Крайнего Севера Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН более 15 лет назад, которая теперь дополнена и ЛФ из её европейской части. Эта сеть постоянно пополнялась и на данном этапе включает 237 ЛФ из Российской Арктики и Субарктики, в том числе некоторое количество флор из подзоны северной тайги. Впервые многосторонний анализ северных локальных флор проводится на таком боль-

шом массиве данных и для такой обширной территории.

Наиболее чётко зональный градиент проявляется в изменении спектров широтных географических групп и фракций. Проведённый кластерный анализ показал, что по сходству различных параметров, включая и сходство широтной структуры, ЛФ группируются полосами широтного простираения, часто довольно хорошо совпадающими с принятыми подзональными выделами.

Имеющийся обширный материал позволил уточнить типологию северных флор, выявляя на основе кластерного анализа диапазон соотношений широтных фракций, характерный для различных типов северных флор, и скорректировать ранее предлагавшиеся пороговые значения. А. И. Толмачёв [1] выделял три основных типа флор Арктики: гипоарктические, арктические и высокоарктические – по степени участия в них видов

арктической фракции. К высокоарктическим относили флоры, в которых виды арктической фракции занимают >65% от всего состава флоры. Собственно арктическими было принято считать флоры, в которых эти виды занимают преобладающее положение [2–5 и др.] и составляют не менее 45–55% видового состава [6, 7]. Ранее предлагалось флоры с содержанием арктической фракции от 46 до 54% отнести к гипоарктическому типу [6], а флоры, в которых бореальная фракция составляет 45% и более, – к бореальной. Уточнённые нами соотношения и типы флор приведены в таблице 1. По нашим данным, порог доли арктической фракции в высокоарктическом подтипе выше, чем предполагал А. И. Толмачёв [2]. Возможно, и флоры с долей арктической фракции выше 90% заслуживают выделения в отдельный подтип, но их пока в нашей выборке недостаточно. Флоры, которые мы предлагаем отнести к низкоарктическому подтипу, ранее включали в состав гипоарктического типа. Как показал кластерный анализ большого массива данных, по широтной структуре они

присоединяются к флорам арктического типа. Кроме того, в отличие от гипоарктических флоры низкоарктического подтипа не отмечены в подзоне северной тайги. Флоры, которые остались в гипоарктическом типе, значительно отличаются как от арктических в широком смысле слова (к которым их относили раньше), так и от бореальных, поэтому мы пришли к необходимости выделить их на уровне того же ранга. Бореальный тип, несомненно, также имеет несколько вариантов, однако из-за небольшого числа в сети ЛФ бореальных флор, к тому же представляющих самый северный его вариант, мы ограничиваемся только типовыми показателями. Возможно, из бореального типа следует исключить флоры с высокой долей аркто-бореальной группы, но для решения этого вопроса следует привлечь больше материалов по бореальным флорам.

Приуроченность флор разного типа к подзональным выделам тундровой зоны Азиатской Арктики [8] представлена в таблице 2. В разных долготных секторах распределение типов флор по подзонам неодинаковое, но

Соотношения (%) широтных фракций, характерные для разных типов и подтипов локальных флор по широтной структуре

Таблица 1

Типы и подтипы флор	Доли широтных фракций, %		
	арктическая	гипоарктическая	бореальная
Арктический, подтипы:			
высокоарктический (вА)	>70	<20	<11
собственно арктический (А)	56-70	20-28	10-16
низкоарктический (нА)	40-55	<30	<25
Гипоарктический (ГА)	<40	26-36	<40
Бореальный (Б)	<30	27-33	>40

Распространение типов широтной структуры локальных флор по растительным подзонам в секторах Азиатской Арктики

Таблица 2

Секторы	Подзоны (по [8])						
	А	В	С	Д	Е	южнее Е	
Ямальский сектор	-	вА*	А, (нА)	нА	(нА), ГА, Б	?	
Гыданский сектор	-	?	А, (нА)	(ГА)	ГА, Б	?	
Таймырский сектор	западный ¹	-	вА	А	(нА)	(ГА)	?
	центральный + восточный	вА*	вА	вА, (А)	А, нА	?	?
Якутский сектор	западный ²	-	-	?	А	нА, ГА	(нА, ГА), Б
	восточный	-	-	-	нА, ГА	(нА, Б)	(Б)
	Колыма низовья	-	?	(вА, А)	нА	ГА	Б
Чукотский сектор	западный	-	-	-	(А), нА	(А), нА	ГА
	центральный ³	-	вА	(А)	А, (нА)	А, нА, (ГА)	нА, ГА
	восточный	-	-	-	(вА), А, (нА)	-	-

Примечания:

* Обозначения типов флор приведены в таблице 1: () – единичные флоры данного типа в данной подзоне; - – подзона отсутствует в данном секторе; ? – нет данных (нет локальных флор в данной зоне сектора); 1 – до р. Пясинь; 2 – до р. Лены; 3 – от Чаунской губы до Чукотского полуострова.

внутри секторов широтные типы имеют довольно строгую зональную приуроченность, а единичные случаи значительного расхождения со схемой подзональных выделов требуют дополнительного изучения. Лучше всего зональная приуроченность широтных типов флор выражена в Ямало-Гыданском секторе; слабее – в горных и приокеанических районах (Чукотка).

Зональный фактор чётко проявляется не только в широтной структуре, но и в других флористических характеристиках – в спектрах долготных групп и особенно фракций [9], а также в большинстве таксономических показателей, например, таких, как богатство, соотношение семейств и родов. Кластерный анализ таксономической структуры северных локальных флор (видового состава, спектров родов и семейств) показал наличие чётких широтных изменений этих параметров. При этом не проявилось строго секторное деление, принятое при выделении флористических провинций в Арктике (рис.) [5]. Как единая фитоценоза отделилась самая северная территория. По нашим данным, она чётко выделяется пока только в Азиатской Арктике (рис.,

граница А), т. к. в сеть ещё не включены ЛФ других высокоширотных районов (например, архипелагов Новая Земля, Земля Франца-Иосифа, Шпицберген), но предположительно является циркумполярной. Южнее этой границы флоры северных и южных частей одного и того же сектора иногда оказываются в разных кластерах и показывают связи с разными секторами. Ярче всего это проявляется в Ямало-Гыданском секторе, флоры северной части которого по большинству таксономических параметров оказались ближе к таймырским, а южной – к европейским флорам (рис., граница Б). Можно предположить, что в Арктике правильнее не проводить границы флористических провинций и подпровинций по секторам через все подзоны, а придавать высокий ранг и некоторым широтным границам – как, например, это сделано В. Д. Александровой при проведении геоботанического районирования [10].

Отдельный сложный вопрос – ограничение Арктической флористической области. Традиционно в качестве основного критерия для этого используют широтную структуру флор. По А. И. Толмачёву [1], Арктическая область

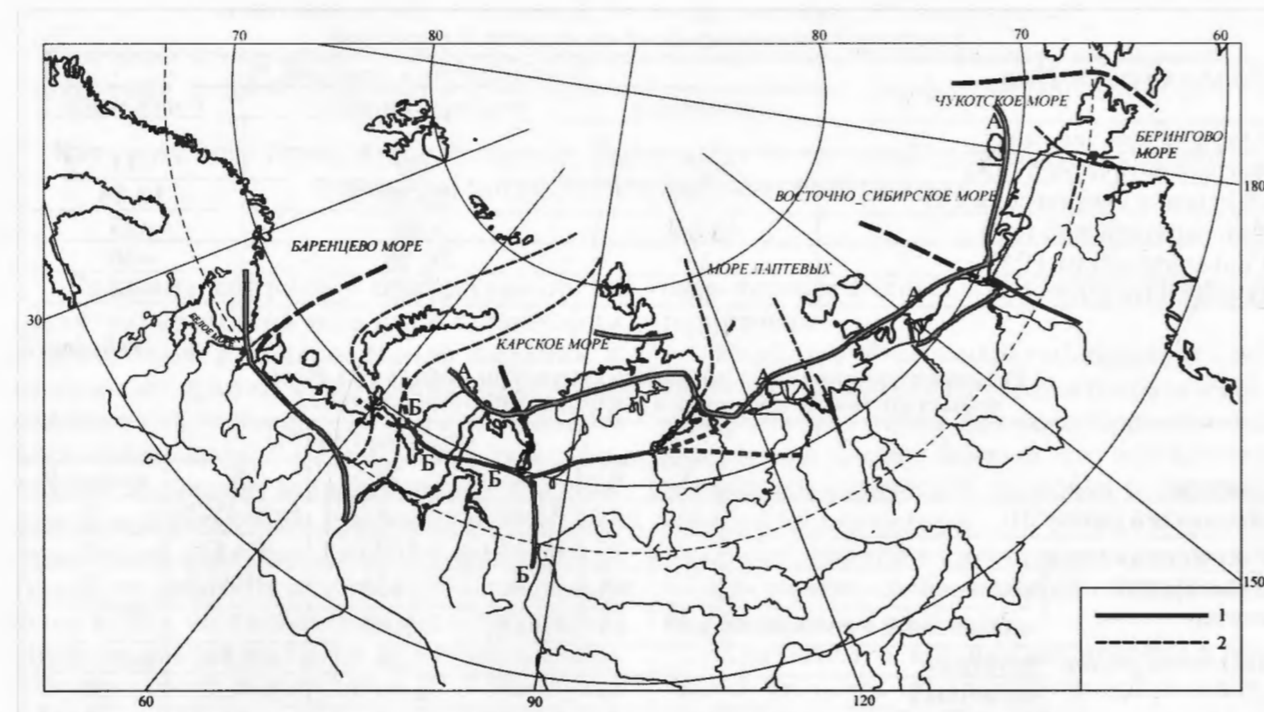


Рис. Обобщённые границы, полученные по таксономическим параметрам локальных флор Российской Арктики и Субарктики

Условные обозначения:

1 – обобщённые границы по таксономическим параметрам: сходству по видовому составу и по родо-видовым и семейственно-видовым и семейственно-родовым спектрам (%); мера сходства – коэффициент Сьеренсена-Чекановского. Толщина линий зависит от числа совпадающих границ по отдельным параметрам от 2 до 4. Буквами (А, Б) обозначены границы, на которые есть ссылки в основном тексте статьи;
2 – границы флористических провинций (более толстые штрихи) и подпровинций (по [11]).

начинается с территорий, флора которых имеет гипоарктический характер, т. е. её южная граница должна совпадать с южной границей распространения флор гипоарктического типа, а территории с флорами бореального типа следует относить к Бореальной области. А. И. Толмачёв предполагал, что, возможно, к Бореальной области относится южная часть тундровой зоны в Европейском секторе, а по нашим данным к ней следует отнести и крайнюю южную часть тундр Западной Сибири. Флоры с преобладанием собственно бореальной группы, несомненно, относятся к Бореальной области. Как было отмечено выше, остаётся неясным положение флор с преобладанием видов арктобореальной группы. Ближе ли они к гипоарктическим флорам или к строго бореальным и в какую флористическую область следует отнести территории с их распространением, можно решить только после дополнительных исследований с привлечением материалов по флорам не только северотаёжных территорий, но и более южных подзон, и анализом сходства флор не только по широтной структуре, но и по другим параметрам.

Работа проведена при поддержке гранта РФФИ № 13-04-01682.

Литература

1. Толмачёв А. И. Теоретические проблемы изучения флор Арктики // Проблемы Севера. М.-Л.: Наука, 1964. Вып. 8. С. 5–18.

2. Толмачёв А. И. О количественной характеристике флор и флористических областей // Тр. Сев. Базы АН СССР. М.-Л.: Наука, 1941. Вып. 8. 40 с.
3. Толмачёв А. И. К истории развития флор Советской Арктики // Арктика. М.-Л.: Наука, 1952. Вып. 1. С. 13–19.
4. Ребристая О. В. Флора востока Большеземельской тундры. Л.: Наука, 1977. 334 с.
5. Юрцев Б. А., Толмачёв А. И., Ребристая О. В. Флористическое ограничение и разделение Арктики // Арктическая флористическая область. Л.: Наука, 1978. С. 9–104.
6. Петровский В. В., Заславская Т. М. К флоре правобережья реки Колымы близ её устья // Бот. журн. 1981. Т. 66. № 5. С. 662–673.
7. Юрцев Б. А. Распределение криофитов во флорах Чукотской тундры // Биологические проблемы Севера: Тезисы докладов 9-го симпозиума. Ч. 1. Сыктывкар. 1981. С. 50.
8. CAVM Team. Circumpolar Arctic vegetation map. Scale 1:7500000. U.S. Fish and Wildlife Service, Anchorage, Alaska. 2003.
9. Королёва Т. М., Зверев А. А., Катенин А. Е. и др. Долготная структура локальных и региональных флор Азиатской Арктики, 2 // Бот. журн. 2011. Т. 96. № 2. С. 145–169.
10. Александрова В. Д. Геоботаническое районирование Арктики и Антарктики // Комаровские чтения. Л.: Наука, 1977. Вып. 29. 188 с.
11. Юрцев Б. А., Толмачёв А. И., Ребристая О. В. Флористическое ограничение и разделение Арктики // Арктическая флористическая область. Л.: Наука, 1978. С. 9–104.

УДК 58.2:582.34

Мхи севера России

© 2014. В. Э. Федосов¹, к.б.н., н.с., Е. А. Игнатова¹, с.н.с.,
М. С. Игнатов², д.б.н., зав. лабораторией,

¹Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова,

²Главный ботанический сад им. Н. В. Цицина РАН,

e-mail: fedosov_v@mail.ru, arctoa@list.ru, misha_ignatov@list.ru

Показано, что бриофлора Арктики не отграничена от бриофлоры Субарктики. Российская Субарктика характеризуется значительным числом специфических видов и 5 эндемиками. При классификации ряда региональных бриофлор Палеарктики по видовому составу Субарктика распадается на европейскую и азиатскую; по соотношению семейств – на аридную и гумидную. Вся специфика Субарктики в целом связана с её континентальными регионами. Предлагается разграничение Субарктики на преимущественно континентальную Эусубарктику и преимущественно Субокеаническую Метасубарктику.

It is demonstrated that mossflora of the Arctic is not separated from those of the Subarctic. Russian Subarctic has many characteristic species and 5 endemics. According to the moss species composition the Subarctic breaks into European and Asian parts; according to the families ratio – into arid and humid. All specificity of the Subarctic is due to its continental regions. We offer to divide the Subarctic in mainly continental Eusubarctic and mainly suboceanic Metasubarctic.

Ключевые слова: Арктика, Субарктика, гипоарктический флористический пояс, флора мхов, рефугиум, Командорские острова, флористическое районирование, биоразнообразие

Keywords: Arctic, Subarctic, Hypoarcticphyto-geographical belt, moss flora, refugium, Commander Islands, floristical division, biodiversity

В отличие от сосудистых растений распространение мхов в меньшей степени определяется температурным фактором, но сильно зависит от влажности и разнообразия каменистых субстратов [1].

Согласно нашим последним данным, бриофлора России включает 1234 вида мхов. Наибольшим разнообразием и спецификой отличаются Кавказ, Дальний Восток и юг Сибири. Большая же часть территории страны характеризуется сравнительно однообразными и бедными бриофлорами с высокой долей видов с циркумполярным распространением. Существенно богаче мхами горные районы за счёт проникновения сюда дизъюнктивных аридных и субокеанических видов.

Для территории севера России, т.е. Российской Арктики и Субарктики в границах предложенных Юрцевым [2], на сегодня известно 794 вида.

Флора мхов Российской Арктики насчитывает 587 видов [3, 4]. Из них только 9 (*Bryum mirabile*, *B. taimyrense*, *Bucklandiella afoninae*, *Didymodon maximus*, *D. subandreaeoides*, *Heterocladium procurrens*, *Plagiothecium svalbardense*, *Schistidium holmenianum*, *Tayloria hornsuschii*) не встречаются в России

южнее, однако большинство из них известны из более южных регионов за пределами России, а таксономический статус остальных не вполне ясен.

Многие виды (*Didymodon giganteus*, *Funaria polaris*, *Seligeria oelandica*, *S. polaris*, *Sphagnum arcticum*, *S. tundrae*, *Voitia hyperborea*, *Aplodon wormskjoldii*, *Seligeria polaris*) ранее считались арктическими в силу слабой изученности бриофлоры Сибирской Субарктики, но в последнее время были выявлены на её территории. В сущности бриофлора Арктики не отграничена от бриофлоры Субарктики, является результатом закономерного обеднения последней.

Во всех пяти рассмотренных секторах Российской Арктики (европейском, западно-сибирском, восточносибирском без Якутии, якутском и чукотском) встречаются 204 вида. Среди них наиболее разнообразны представители семейств Sphagnaceae, Dicranaceae, Mniaceae и Amblystegiaceae, к которым относятся многие доминанты тундровых и болотных экосистем. Это контрастирует с ведущими семействами всей флоры Арктики – Pottiaceae, Grimmiaceae и Bryaceae, к которым принадлежат большей частью виды каменистых суб-

стратов и почвенных обнажений. Сходная картина наблюдается и в Субарктике с той лишь разницей, что для широко распространённых видов Mniaceae и Amblystegiaceae меняются местами (табл. 1).

Как видно из таблицы 1, хотя во флоре Арктики наибольшим разнообразием представлены семейства, большая часть видов которых ксерофиты (Pottiaceae и Grimmiaceae), среди широко распространённых видов здесь на первых местах представители семейств Sphagnaceae и Amblystegiaceae, в которых преобладают гигрофиты.

Таксономический анализ наиболее распространённых видов Субарктики (их относительно меньше, 152 из 764) показал сходные результаты: среди распространённых видов лучше представлены Sphagnaceae, Dicranaceae и Amblystegiaceae, а участие Pottiaceae и Grimmiaceae, ведущих в общем списке флоры, существенно снижено. Интересно, что в бриофлорах более южных равнинных средне- и южнотаёжных районов Sphagnaceae и Dicranaceae также часто преобладают. Таким образом, именно их представители формируют основу мохового компонента растительности к северу от неморальной зоны. Эти и некоторые другие семейства (Aulacomniaceae, Hylocomiaceae, Meesiaceae, Polytrichaceae, Scorpidiaceae) существенно повышают своё участие в отдельных региональных бриофлорах по сравнению с Субарктикой в целом.

В отличие от Российской Арктики Российская Субарктика характеризуется значительным количеством специфических видов, не встречающихся ни севернее, ни южнее, в том числе пятью эндемиками (*Barbula jacutica*, *Bryoerythrophyllum rotundatum*, *Myrinia rotundifolia*, *Pohlia alba*, *P. viridis*), однако все они узколокальны, распространение их связано с азиатской Субарктикой.

Различия региональных бриофлор Субарктики заметно выше, чем Арктики. Наибольшей региональной спецификой характеризуются крайние в ряду субокеанические регионы – Мурманская область (32 вида) и Командорские острова (30 видов). В первую очередь эта специфика обусловлена значительным участием в бриофлорах этих регионов субокеанических амфиатлантических и берингийских видов. Также в субокеанические районы на север проникают и неморальные виды, что обусловлено их более мягким климатом.

В то же время все эндемики Российской Субарктики встречаются в континентальных районах – от Енисея до Колымы. Этот район характеризуется сплошным распространением вечной мерзлоты, а также тем, что северная граница леса здесь сформирована лиственничниками, в которых ослаблена эдификаторная роль древесного яруса. Характерной особенностью бриофлоры Азиатской Субарктики является проникновение сюда значительного

Таблица 1

Десять ведущих семейств во флорах мхов Арктики и Субарктики (%) для всех видов и широко распространённых видов (встречающихся во всех их рассмотренных долготных секторах)

Семейство	Арктика		Субарктика	
	все виды	широко распространённые виды	все виды	широко распространённые виды
Pottiaceae	9,2 (I)	4,41	10,5 (I)	6,54 (III-VII)
Grimmiaceae	7,37 (II)	-	9,97 (II)	-
Sphagnaceae	6,98 (III)	10,78 (I)	6,04 (IV)	9,15 (I)
Bryaceae	6,81 (IV)	5,39	6,56 (III)	-
Amblystegiaceae	6,64 (V)	6,37 (IV)	5,38 (V)	6,54 (III-VII)
Mniaceae	6,13	6,86 (III)	4,33	6,54 (III-VII)
Dicranaceae	5,62	7,35 (II)	4,72	7,84 (II)
Rhabdoweissiaceae	4,94	4,41	-	5,88
Brachytheciaceae	4,42	-	4,86	5,23
Polytrichaceae	3,41	5,88 (V)	-	6,54 (III-VII)
Plagiotheciaceae	-	5,39	3,54	-
Calliergonaceae	-	5,39	-	3,92
Mielichhoferiaceae	-	-	3,54	4,58

Примечание: римскими цифрами в скобках обозначен порядковый номер мест, занимаемых семействами; «-» – данное семейство не входит в этой группе в десять ведущих.

числа аридных видов, распространённых от восточной части таймырской Субарктики до Чукотки.

Кластерный анализ видового состава флор мхов (рис. 1), включающий относимые к Субарктике регионы (Анабарское нагорье; Якутия, большая часть территории которой относится к Субарктике, Чукотка, Командоры, Мурманская область, Исландия) указывает на наличие крупного флористического рубежа восточнее Урала [5]. Европейские и азиатско-американские (мегаберингийские в смысле Б.А. Юрцева [6]) флоры мхов образуют две отдельные клады. Этот рубеж может быть объяснён ослаблением влияния атлантических воздушных масс к востоку от Урала и протяжённостью лишенной каменных субстратов Западносибирской низменности, затрудняющей миграцию многих видов мхов. Десятки видов, встречающихся в европейской Субарктике, не проникают к востоку от Урала; но на Урале и в европейской части России не выявлено 219 видов, встречающихся в восточносибирско-американской Субарктике.

Флора мхов Командорских островов наиболее сходна с бриофлорой Камчатки, что объясняется близким их положением, общими климатическими и флорогенетическими особенностями. Результаты анализа флор мхов не свидетельствуют в пользу включения

Командорских островов в состав Субарктики [7], основанного на преобладании здесь тундроподобной растительности (равно как и в Исландии, где встречается ряд теплолюбивых субтропических таксонов мхов).

При анализе тех же флор мхов по соотношению семейств выявляются две резко различающиеся клады, одна из которых объединяет субокеанические регионы, а другая – континентальные (рис. 2).

Субокеанический и континентальный флористические комплексы сосудистых растений описаны Б.А. Юрцевым для хребта Сунтар-Хаята и северо-восточной Азии в целом [8]. Аналогичные комплексы видов мхов обсуждались В.Э. Федосовым и др. [9]. Их контрастность позволяет предложить подразделение евразийской Субарктики на континентальную «Эосубарктику», целиком приуроченную к криолитозоне, с южной границей, соответствующей границе широкого распространения еловых лесов на водоразделах (рис. 2), и «Метасубарктику» – зону постепенного перехода таёжной зоны в тундровую в условиях более мягкого климата, господства тундроподобных сообществ или разреженных еловых лесов и отсутствия вечной мерзлоты.

Предлагаемое подразделение подкрепляется также результатами анализа флор мхов по их зависимости от состава подстилающих

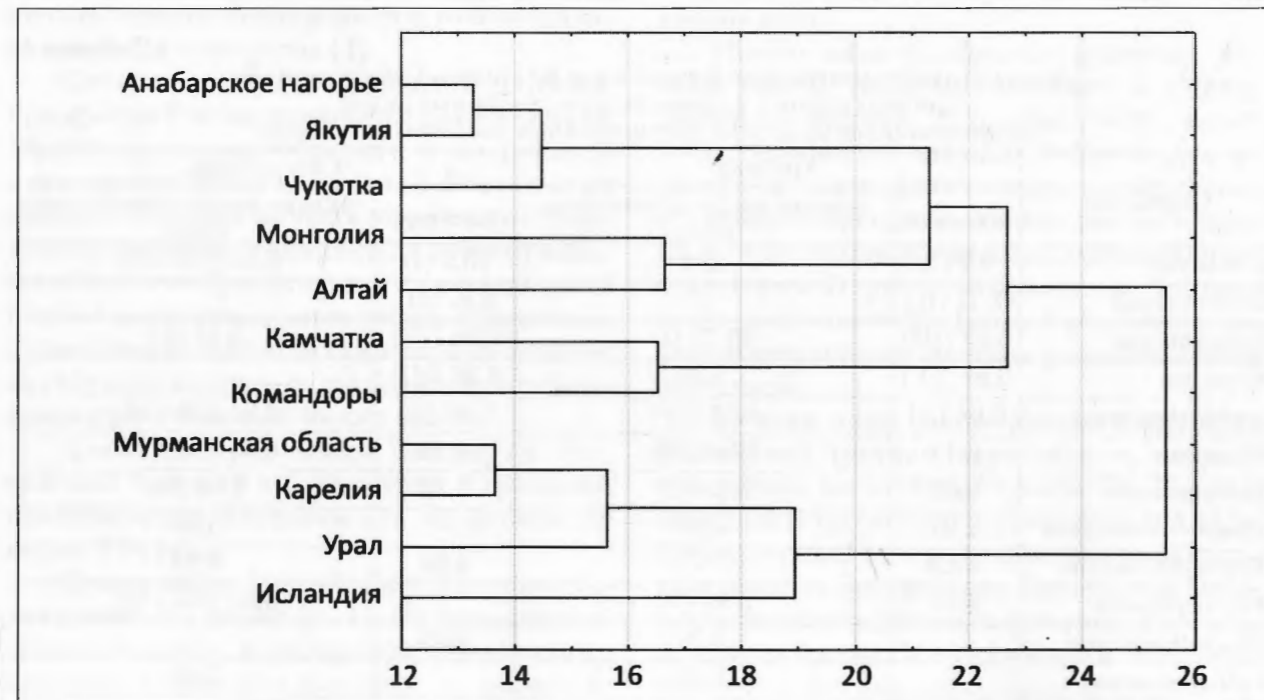


Рис. 1. Кластерограмма некоторых региональных и более крупных флор мхов Палеарктики по видовому составу

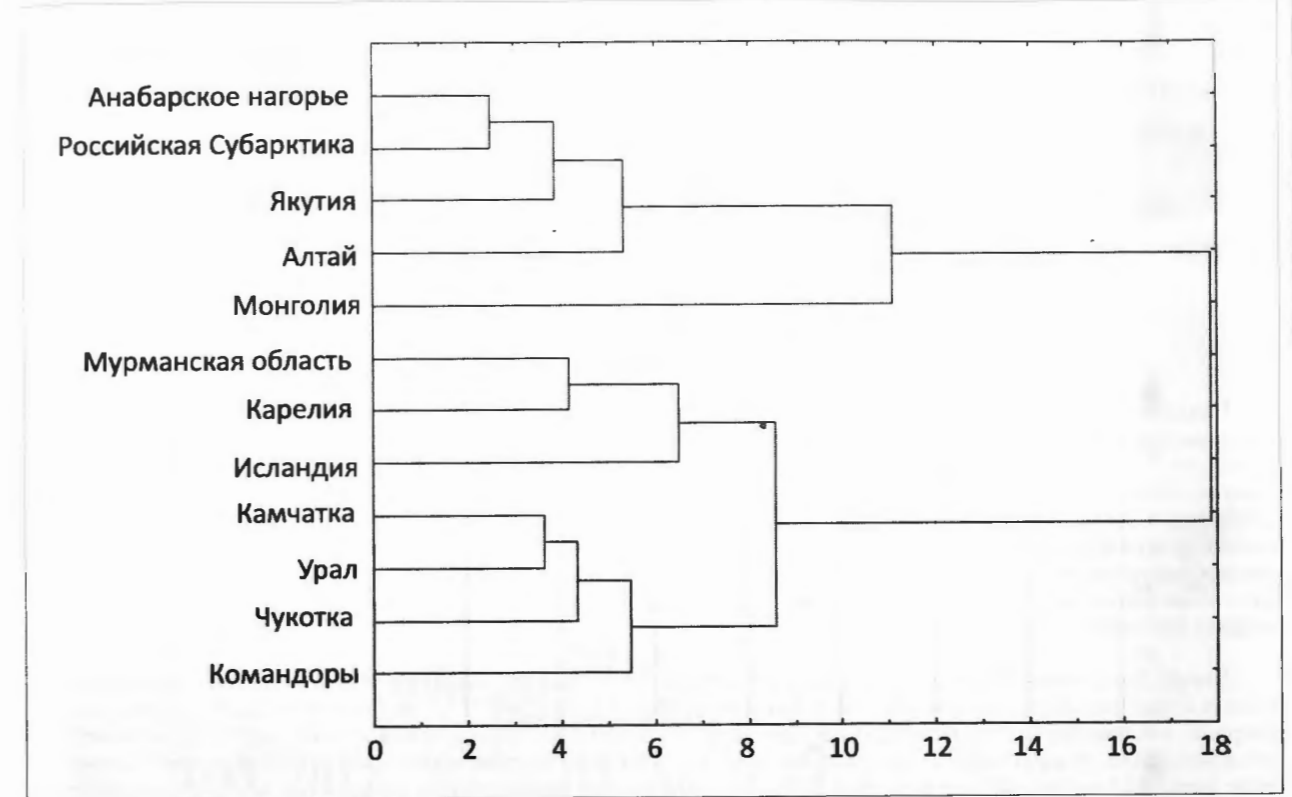


Рис. 2. Кластерограмма некоторых региональных и более крупных бриофлор Палеарктики по соотношению семейств, демонстрирующая разграничение континентальной Эосубарктики (в составе верхней клады) и преимущественно океанической Метасубарктики (нижняя клада)

пород, который показал однонаправленное действие климатических и эдафических факторов. Два наиболее весомых и взаимно противоположных вектора дифференциации петрофитных бриофлор Субарктики оказались комплексными: субокеанический-ацидофильный-олиготрофный и континентальный-базифильный-евтрофный. Мы предполагаем, что микроэволюция и расселение субокеанических (большой частью ацидофильных) и континентальных (в основном кальцефильных) видов в конце третичного и в четвертичном периоде происходили попеременно, в силу чередования холодных и сухих эпох оледенений и тёплых и влажных межледниковий. Такие смены климата приводили к расширению и сужению экологических и географических границ распространения групп континентальных и субокеанических видов. Этим можно объяснить нахождение их в настоящее время в рефугиумах в виде целых комплексов, хотя и несколько обеднённых.

Литература

1. Ignatov M.S. Moss diversity patterns on the territory of the former USSR // *Arctoa*. 1993. V. 2. P. 13–49.

2. Юрцев Б.А. Гипоарктический ботанико-географический пояс и происхождение его флоры. М.: Л. 1966. 93 с.
 3. Afonina O.M., Chernyadjeva I.V. Mosses of Russian Arctic: check-list and bibliography // *Arctoa*. 1995. V. 5. P. 99–142.
 4. Ignatov M.S., Afonina O.M., Ignatova E.A., et al. Check-list of mosses of East Europe and North Asia // *Arctoa*. 2006. V. 15. P. 1–130.
 5. Fedosov V.E. Bryogeographical notes on Russian Subarctic // Thesis of International bryological conference dedicated to 100 years anniversary of R.N. Schlyakov. Apatity. 2012. P. 30–31.
 6. Юрцев Б.А. Мегаберингия и криоксерические этапы истории её растительного покрова // Комаровские чтения. Владивосток. Вып. XXXIII. 1986. С. 3–53.
 7. Fedosov V.E., Ignatova E.A., Ignatov M.S., Maksimov A.I., Zolotov V.I. Moss flora of Bering Island (Commander Islands, North Pacific) // *Arctoa*. 2012. V. 21. P. 133–164.
 8. Юрцев Б. А. Флора Сунтар-Хаята: проблема истории высокогорных ландшафтов северо-востока Сибири. Л.: Наука, 1968. 235 с.
 9. Fedosov V.E., Ignatova E.A., Ignatov M.S., Maksimov A.I. Rare species and preliminary list of mosses of Anabar Plateau (Subarctic Siberia) // *Arctoa*. 2011. V. 20. P. 153–174.