

Труды Карельского научного центра РАН
Биогеография Карелии. Серия Б. Биология.
Выпуск 2. Петрозаводск, 2001. С. 43-58.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ФЛОРЫ СРЕДНЕЙ КАРЕЛИИ С ПОМОЩЬЮ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

Е.П. ГНАТЮК*, А.М. КРЫШЕНЬ**

*Эколого-биологический факультет Петрозаводского госуниверситета,

**Институт леса Карельского научного центра РАН

Средняя Карелия (СК) – территория между 63° и 65° градусами с.ш., площадью примерно в 65 тыс. км². Сравнительный анализ таксономической и географической структур 15 локальных флор (ЛФ), расположенных как на территории СК так и за ее пределами показал особое место флоры СК, отличающейся бедностью видового состава, недонасыщенностью аборигенной фракции, значительным участием в составе флоры заносных элементов. Все это свидетельствует о молодости и продолжающемся процессе формирования флоры. Показана условность границ существующих флористических выделов и целесообразность восстановления беломорского флористического района. Апробация математических методов вывела их пригодность для целей флористического районирования.

E.P. Gnatyuk, A.M. Kryshen'. Spatial differentiation of the flora of the middle Karelia // Biogeography of Karelia, 2001. P. 43-58.

The Middle Karelia is a territory between the latitudes 63° and 65° North, covering the area of approximately 65 000 km². Comparative analysis of taxonomic and geographical structures of 15 local floras (LF) located in the Middle Karelia and beyond its bounds has shown that the flora of the Middle Karelia has some distinguishing features, namely the poorness of species composition, undersaturation of the aboriginal fraction, relatively considerable number of alien elements in the flora composition. These features testify to the young age of the flora and continued process of its forming. The conditional character of the boundaries of existing floristic districts and the expediency of the White Sea floristic district restoration have been shown. The approbation of the mathematical methods has revealed their appropriateness for the purposes of floristic zoning.

Средняя Карелия – территория между 63° и 65° С.Ш., площадью примерно в 65 тыс. км², занимает южную часть полосы освещенных лесов подзоны северной тайги на южной границе Гипоарктического ботанико-географического пояса (Юрцев, 1966). По районированию скандинавских натуралистов – это территория двух ботанико-географических провинций Восточной Фенноскандии: *Karelia pomerica occidentalis* (Крос) и *Karelia pomerica orientalis* (Крог), практически совпадающих с Кемским и Выгозерским флористическими районами (Раменская, 1983).

Флора этой территории изучается с середины 19-го века. Наиболее масштабные исследования в конце прошлого века осуществлены в провинции Крос И. Бергротом, отметившим 518 видов сосудистых растений (Erkamo, 1947). Неоценимый вклад в изучение флоры внесла М.Л. Раменская (1958, 1960, 1983; Раменская, Андреева, 1982), которая впервые для Карелии выделила флористические районы. При этом М.Л. Раменская подчеркивала, что предложенное ею деление территории следует считать предварительным из-за недостатка данных. Флористические исследования территории продолжаются и до настоящего времени (Кравченко, 1997), в последние десятилетия – с использованием метода конкретных (локальных) флор (Толмачев, 1931, 1974; Юрцев, 1982; Юрцев, Камелин, 1991), дающего широкие возможности для сравнительного анализа и выявления пространственной дифференциации флоры.

Список видов сосудистых растений средней Карелии, составленный на основе полевых исследований, критического анализа гербарных коллекций и литературных данных, включает 934 дикорастущих вида, относящихся к 384 родам и 99 семействам (объем таксонов, в основном, приводится в соответствии со сводкой С.К. Черепанова, 1995). В это общее число включены 40 трактуемых sensu stricto видов (микровидов) из родов *Hieracium*, *Pilosella*, *Dactylorhiza* и др., 25 нотовидов (виды гибридогенного происхождения, имеющие бинарную номенклатуру) и 1 нотород (всего 65 таксонов). Аборигенные виды в количестве 609 (в том числе 39 микровидов, 23 нотовида и 1 нотород) объединены в 271 роде и 89 семействах и относятся к 7 классам и 5 отделам. Аборигенная фракция флоры составляет 65,2% (или 62,9% – при широкой трактовке видов). В составе адVENTивной фракции – 325 видов (в т. ч. 2 ното- и 1 микровид), что составляет 34,8%.

Для выявления пространственной дифференциации флоры средней Карелии и уточнения положения исследуемой территории в существующей схеме флористического районирования Карелии (Раменская, 1960, 1983) использовались списки аборигенных видов сосудистых растений 15-ти отдельных участков, располагающихся как на территории средней Карелии, так и вне ее (рис. 1) и соответствующих понятиям «проба флористической ситуации», «флора окрестностей географического пункта», или «локальная флора» (Юрцев, Камелин, 1991; Юрцев,

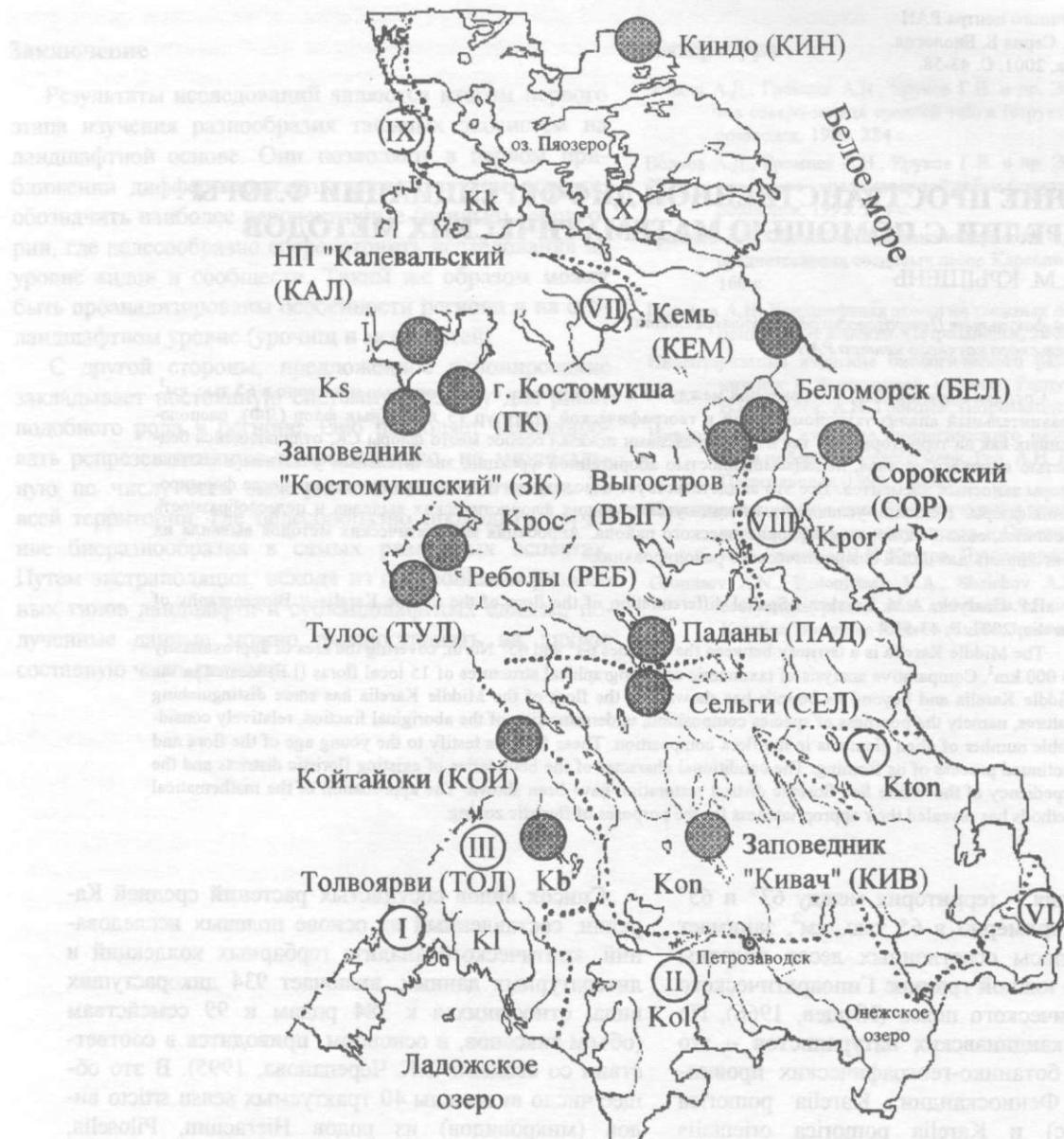


Рис.1. Расположение локальных флор. В скобках указаны принятые в статье сокращения. Границы биогеографических провинций и соответствующие им флористические районы (Раменская, 1983) приведены по статье А.В. Кравченко и О.Л. Кузнецова (1995).

I-Приладожский II – Олонецкий, III – Суоярвский, IV – Заонежский, V – Водлозерский, VI – Пудожский, VII – Кемский, VIII – Выгозерский, IX – Северо-Западный горный, X – Топозерский флористические районы; провинции: KI – Karelia ladogensis, Kol – Karelia olonensis, Kb – Karelia borealis, Kon – Karelia onegensis, Kton – Karelia transonagensis, Kros – Karelia pomorica occidentalis, Krop – Karelia pomorica orientalis, Ks – Kuusamo, Kk – Karelia keretensis.

1998). Списки локальных флор (ЛФ) Реболы, Кемь, Беломорск, Паданы, Сорокский составлены на основе литературных данных (Erkamo, 1947; Jalas, 1948; Hulten, 1971; Раменская, 1956, 1960, 1983; Раменская, Андреева, 1982; Piirainen, 1994; Морской..., 1994; Кравченко, 1997, 1999) и по гербарным материалам. Список видов ЛФ Киндо составлен по «Определителю сосудистых растений окрестностей ББС МГУ» (Соколов, Филин, 1996). Использованы опубликованные списки (и дополнения к ним) а также гербарные материалы по ЛФ Кивач (Тихомиров, 1988; Кравченко и др., 1997; Кучеров и др., 1997, 1998), заповедник Костомукшский (Кравченко, Белоусова, 1990; Kravchenko, 1997; Кравченко, Кашеваров,

1997), Толвоярви (Kravchenko, 1995). Еще семь ЛФ исследованы при непосредственном участии авторов: Выгостров, Койтайоки (Материалы..., 1998), Тулос (Кравченко и др., 1997), Костомукша (Кравченко, Гнатюк, 1997), Сельги (Кравченко и др., 1998а), Калевальский (Кравченко и др., 1998б).

Самая северная ЛФ – Киндо, располагается в Топозерском флористическом районе на значительном удалении от северной границы исследуемой территории. Использование в сравнительном анализе ЛФ полуострова Киндо (Беломорская биологическая станция МГУ), несмотря на ее удаленность от средней Карелии, обусловлено необходимостью выяснения связей прибеломорских флор. ЛФ Кемь, Бело-

морск, Выгстров, Сорокский расположены на побережье Белого моря (Выгстров – на расстоянии 7 км от морского побережья; ЛФ Кемь и Сорокский включают острова Белого моря) и относятся к выделявшемуся ранее М.Л. Раменской (1960) Беломорскому флористическому району. ЛФ Костомукша, заповедник Костомукшский, Тулос, Реболы расположены у западной границы Карелии на исследуемой территории. ЛФ Паданы и Сельки интересны тем, что располагаются у южной границы Кемского флористического района, совпадающей с границей подзон средней и северной тайги (Геоботаническое..., 1989), но по разные ее стороны: Паданы к северу, а Сельки к югу. Так же недалеко от южной границы территории располагается ЛФ Койтайоки (Суоярвский флористический район; *Karelia borealis*). ЛФ Кивач (Заонежский флористический район; *Karelia onegensis*) и Толвоярви (Суоярвский флористический район; *Karelia borealis*) находятся

значительно южнее исследуемой территории и включены для выяснения связей ЛФ, расположенных у южной границы средней Карелии.

В сравнительном анализе использовались только аборигенные виды; для корректности сравнения (имея в виду разную детальность выявления видового состава ЛФ) не учитывались нотовиды и микровиды из родов *Dactylorhiza*, *Polygonum*, *Ranunculus*, *Taraxacum* и др. Виды из родов *Hieracium* и *Pilosella* учитывались на уровне секций (Шляков, 1989). Общее количество вовлеченных в анализ видов – 1030.

Сравнение флористического богатства и систематических структур локальных флор

Показатели таксономического разнообразия ЛФ с учетом прогноза представлены в табл. 1. Прогноз выполнен по методу В.М. Шмидта (1984), здесь используется эмпирически установленная зависимость

Таблица 1.

Показатели разнообразия ЛФ с указанием осуществления прогноза по методу В.М. Шмидта (1984)

ЛФ	Виды		Роды		Семейства				
	Прогноз	Факт		Прогноз	Факт		Прогноз	Факт	
		аборигенные	все		аборигенные	все		аборигенные	все
КИН*	303	367	485↑	159	198	253	52	67↑	76
КАЛ	358	308	388	184	163	208	57	66	74
КЕМ	366	356	420	188	198	233	58	76↑	79
ГК	378	224↓	371	193	135↓	223	59	54	67
ЗК	382	294↓	376	195	159	206	60	62	71
БЕЛ	382	287↓	340	195	171	200	60	68	72
ВЫГ	382	199↓	234↓	195	127↓	155	60	54	60
СОР	391	291↓	350	199	175	202	60	60	64
РЕБ	407	213↓	360	207	135↓	225	62	53	65
ТУЛ	420	242↓	296↓	212	140↓	163	63	54	57
ПАД	433	257↓	338↓	218	144↓	197	64	65	73
СЕЛ	437	363	440	220	194	235	65	74	81
КОЙ	459	270↓	329↓	229	144↓	179↓	67	62	67
КИВ	477	535	682↑	237	263	330	68	94↑	104
ТОЛ	481	282↓	353↓	239	165↓	203	68	64	73
Допустимая погрешность прогноза		±86			±47			±14	

Примечание: * Здесь и далее во всех таблицах и рисунках названия ЛФ: КИН – полуостров Киндо, КАЛ – НП Калевальский, КЕМ – Кемь, ГК – г. Костомукша, ЗК – заповедник Костомукшский, БЕЛ – Беломорск, ВЫГ – Выгстров, СОР – Сорокский, РЕБ – Реболы, ТУЛ – Тулос, ПАД – Паданы, СЕЛ – Сельки, КОЙ – Койтайоки, ТОЛ – Толвоярви, КИВ – Кивач. Жирным шрифтом выделены ЛФ, по которым наблюдается несовпадение прогноза и фактических значений; ↓ – ниже прогноза, ↑ – выше прогноза.

показателей таксономического разнообразия от географической широты. Среди изученных ЛФ наблюдается заметное варьирование показателей флористического богатства, связанное как с экологическими условиями, так и, видимо, с площадью ЛФ.

Прогнозируемому количеству видов соответствуют аборигенные фракции только двух ЛФ (самых северных в средней Карелии) – Кемь и Калевала. Еще у шести ЛФ: Костомукша, заповедник Костомукшский, Беломорск, Сорокский, Реболы, Сельки недонасыщенность аборигенными видами компенсируется в количественном отношении видами заносными. ЛФ Выг, Тулос, Паданы, Койта и Толвоярви даже с учетом заносных видов не выходят на прогнозируемый уровень. Очевидна сравнительная флори-

стическая бедность ЛФ средней Карелии и ЛФ Койтайоки и Толвоярви (Суоярвский флористический район). В то же время отмечено превышение прогноза по числу таксонов для ЛФ Киндо и Кивач (самой северной и самой южной из сравниваемых ЛФ). По данным Л.И. Малышева (1992) уровень флористического богатства для зональной полосы лесотундра – средняя тайга составляет в перерасчете на стандартную площадь 100 км² 413±142 (274-555) вида. По тем же расчетам (Малышев, 1992) в средней Карелии количество видов на площади 100 км² должно равняться 400. Этот прогноз также не оправдывается ни для одной из ЛФ средней Карелии, тем более, что площадь 100 км² – только у ЛФ Костомукша, Выг,

Реболы, Тулос, Паданы, остальные ЛФ выявлены на площади от 200 до 500 км².

Сравнение систематической структуры ЛФ, отраженной в последовательности расположения 15 ведущих по числу видов семейств (семейственные спектры) и 30 ведущих родов (родовые спектры), проводилось с использованием коэффициента ранговой корреляции Гамма (реализован в компьютерной программе STATISTICA 4.5 for Windows), который в случае наличия связанных рангов предпочтительнее рекомендемых В.М. Шмидтом (1984) коэффициентов Кэндела и Спирмена (Малышев и др., 1998).

Результаты представлены в табл. 2. Высокие значения коэффициента корреляции Гамма (K_r) закономерны, они указывают на общность наиболее древних условий формирования флоры (Шмидт, 1984), поэтому ЛФ сохраняют характерные зональные особенности систематической структуры. На рис. 2 изо-

бражен дендрит, построенный методом максимального корреляционного пути. Самые слабые связи с основной группой демонстрируют ЛФ Сорокский ($K_r=0,83$) и Кивач ($K_r=0,86$). При повышении уровня связи в дендрите до $K_r=0,90$, отщепляются, кроме уже упомянутых, ЛФ Кемь, Беломорск, Киндо. Наиболее сильные связи у западных ЛФ (включая ЛФ Паданы), образующих группу на уровне связи 0,96 – 1,00.

Анализ сходства родовых спектров дает сходные результаты (табл. 2, рис. 3). Здесь также наиболее тесно ($0,91 \leq K_r \leq 0,95$) связаны западные флоры, исключение составляет ЛФ Калевальский. При повышении уровня связи до $K_r=0,92$ образуется два кластера: Костомукша – заповедник Костомукшский и Толвоярви – Койтайоки. Самые слабые связи у ЛФ Сорокский ($K_r=0,63$), Киндо ($K_r=0,68$), Выг ($K_r=0,71$), Кивач ($K_r=0,75$), Кемь ($K_r=0,80$), Беломорск ($K_r=0,86$).

Таблица 2.

Коэффициент ранговой корреляции GAMMA сходства структур ЛФ по семейственному (справа) и родовому (слева) спектрам

ЛФ	KIN	KAL	KEM	GK	ZK	BEL	ВыГ	SOP	РЕБ	тул	ПАД	СЕЛ	КОЙ	КИВ	тол
	Семейственные спектры														
КИН	1,00	.83	.89	.71	.80	.77	.73	.73	.79	.71	.77	.77	.83	.79	.71
КАЛ	.64	1,00	.79	.96	.96	.88	.92	.61	.90	.94	.94	.90	1,00	.75	.90
КЕМ	.68	.76	1,00	.77	.72	.74	.73	.83	.87	.69	.70	.66	.77	.69	.71
ГК	.43	.67	.72	1,00	.98	.78	.88	.60	.88	.92	.94	.82	.92	.76	.92
ЗК	.50	.85	.78	.93	1,00	.83	.87	.62	.85	.91	1,00	.89	.91	.83	.91
БЕЛ	.62	.78	.80	.86	.82	1,00	.75	.64	.88	.82	.81	.74	.81	.59	.84
ВыГ	.35	.69	.50	.70	.68	.66	1,00	.55	.83	.94	.87	.80	.94	.65	.81
SOP	.59	.43	.56	.53	.43	.55	.46	1,00	.77	.53	.57	.52	.55	.54	.60
РЕБ	.49	.60	.62	.81	.70	.67	.71	.63	1,00	.81	.87	.74	.84	.63	.77
тул	.55	.75	.75	.80	.89	.73	.65	.51	.73	1,00	.91	.88	.92	.73	.90
ПАД	.60	.70	.79	.86	.89	.83	.62	.53	.79	.86	1,00	.81	.91	.77	.85
СЕЛ	.65	.84	.77	.67	.79	.68	.61	.47	.76	.73	.87	1,00	.90	.86	.82
КОЙ	.62	.85	.78	.80	.91	.79	.65	.45	.76	.88	.91	.88	1,00	.73	.85
КИВ	.60	.71	.68	.57	.70	.63	.43	.45	.49	.65	.71	.70	.75	1,00	.71
тол	.51	.80	.71	.74	.89	.75	.67	.44	.72	.91	.88	.83	.95	.70	1,00

Примечание: Здесь и далее в таблицах подчеркнуты значения коэффициентов, использованных для построения дендритов.

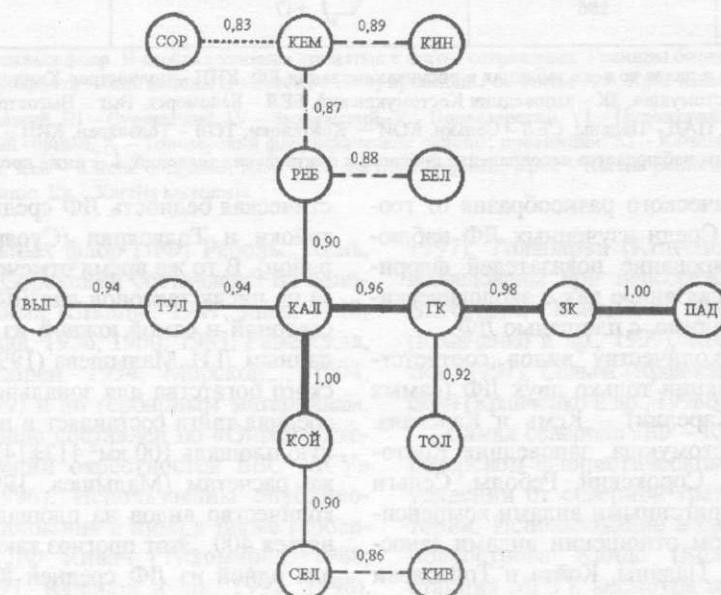


Рис. 2. Дендрит максимального сходства семейственных спектров ЛФ

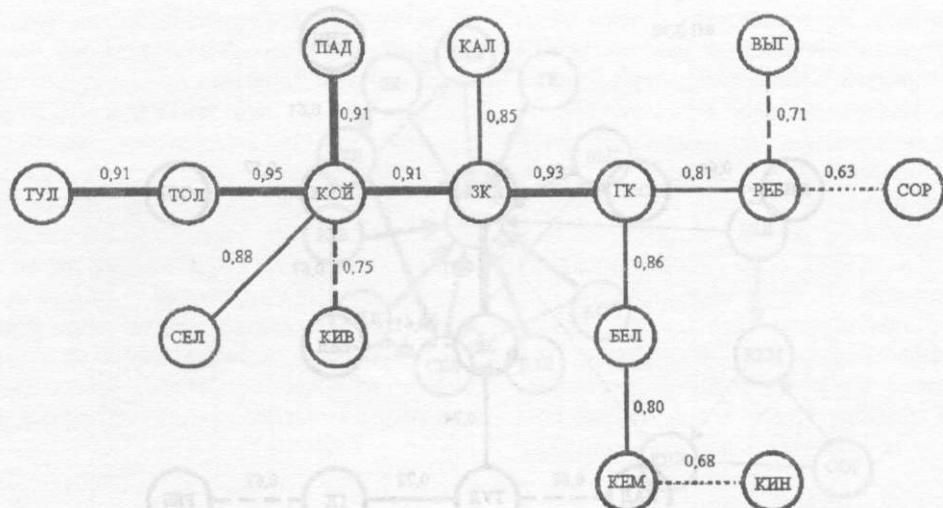


Рис. 3. Дендрит максимального сходства родовых спектров ЛФ

Сравнение флористических списков локальных флор

Для сравнения видовых составов 15 ЛФ использовался коэффициент сходства Жаккара (Шмидт, 1984). Результаты представлены в табл. 3. Полученные значения коэффициентов были использованы для построения дендрита (рис. 4).

Первыми от общего массива при повышении уровня связи в дендрите отделяются прибеломорские флоры, причем самые слабые связи у ЛФ Сокорский, затем у ЛФ Киндо. Слабые связи у среднетаежных ЛФ Кивач и Сельги. Слабые связи с основной плеядой, образованной западными флорами, выявляются и у маловидовых ЛФ Реболы, Выг, Паданы. Центральная группа при дальнейшем повышении уровня связи в дендрите распадается на два кластера: НП Калевальский – заповедник Костомукшский, и Койта-Тольвоярви.

При сравнении ЛФ тайги и тундры северного макросялона Русской равнины отмечено (Бубырева, 1998), что бедные флоры демонстрируют более слабые связи с остальными; эту особенность коэффициента Жаккара (и других, эквивалентных ему мер, «работающих» только в условиях равновеликости флор по количеству видов) необходимо учитывать при интерпретации результатов. Принимая во внимание это обстоятельство, можно заключить, что дендрит, построенный с помощью коэффициентов Жаккара, наиболее точно укладывается в существующую схему флористического районирования (Раменская, 1983); исключение составляют прибельоморские флоры.

При сравнении разновеликих (по количеству видов) флор рекомендуется применять меру сходства Симпсона — максимальную из двух мер включения (Юрцев, Семкин, 1980), которая отражает отношения часть-целое, особо важные для процедуры районирования (табл. 4).

Табл. Матрица мер сходства видового состава ЛФ (коэффициент Жаккара)

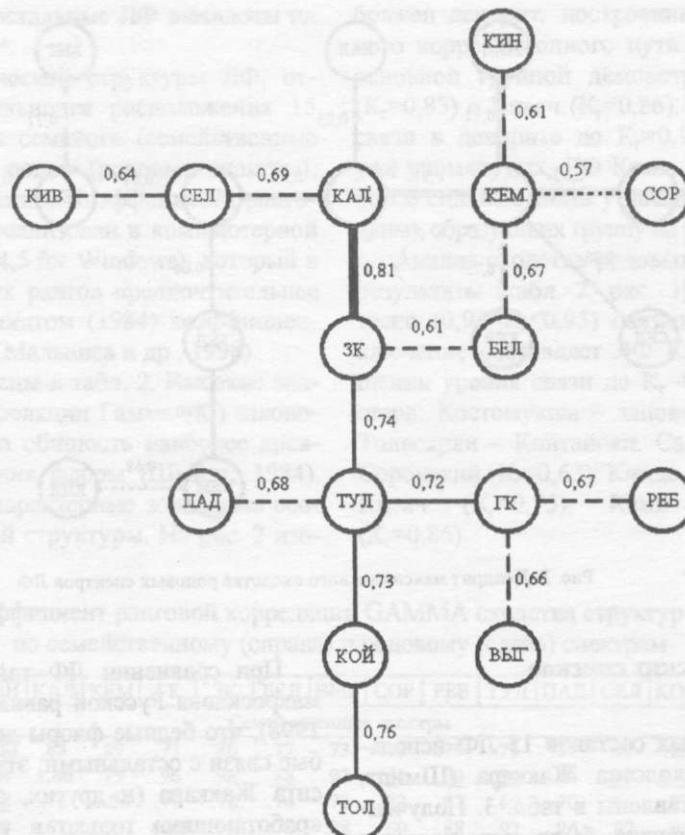


Рис. 4. Дендрит максимального сходства видовых составов ЛФ (коэффициент Жаккара)

Ориентированный граф включений (рис. 5, все ЛФ), построенный с помощью коэффициента Симпсона, демонстрирует включение в ЛФ Кивач на очень высоком уровне (при значении коэффициента 0,92-0,98) всех ЛФ, кроме четырех прибеломорских, образующих отдельную группу. Связи на высоком уровне включения большинства ЛФ с ЛФ Кивач могут свидетельствовать об их «производности» от этой аномально богатой флоры. Хотя на самой северной из ЛФ средней Карелии – Калевала, коэффи-

циент включения которой в ЛФ Кивач равен 0,92, «южное» влияние сказывается, возможно, слабее.

Тем более отчетливо на фоне подобного включения в ЛФ «Кивач» большинства ЛФ средней Карелии проявляется особое положение группы прибеломорских флор. Связи внутри этой группы существенно ниже (на уровне 0,8-0,9). Ближе всех из них к основной группе – ЛФ Беломорск (на уровне включения 0,86).

Таблица 4.

Матрица коэффициентов включения ЛФ

ЛФ	СК	СОР	ВЫГ	БЕЛ	ТУЛ	ГК	ЗК	ПАД	КЕМ	РЕБ	КАЛ	КОЙ	ТОЛ	КИВ	СЕЛ	КИН
СК	1.00	.53	.37	.53	.44	.41	.54	.47	.65	.39	.57	.47	.48	.74	.63	.63
СОР	1.00	1.00	.54	.70	.58	.55	.67	.61	.80	.55	.66	.61	.62	.77	.71	.82
ВЫГ	1.00	.79	1.00	.85	.86	.84	.91	.85	.86	.78	.91	.90	.88	.97	.94	.88
БЕЛ	1.00	.71	.59	1.00	.67	.64	.77	.70	.90	.63	.78	.70	.72	.86	.82	.81
ТУЛ	1.00	.71	.71	.80	1.00	.81	.95	.83	.83	.74	.93	.90	.90	.98	.95	.85
ГК	1.00	.71	.75	.83	.87	1.00	.94	.85	.87	.78	.93	.88	.87	.96	.95	.85
ЗК	1.00	.66	.61	.75	.77	.71	1.00	.72	.78	.66	.91	.78	.79	.95	.89	.80
ПАД	1.00	.69	.66	.79	.78	.74	.83	1.00	.84	.71	.84	.82	.82	.98	.96	.83
КЕМ	1.00	.66	.48	.72	.56	.54	.65	.61	1.00	.52	.67	.60	.61	.81	.72	.77
РЕБ	1.00	.75	.73	.85	.84	.82	.92	.85	.87	1.00	.91	.86	.88	.98	.98	.85
КАЛ	1.00	.63	.59	.73	.72	.68	.88	.70	.77	.63	1.00	.75	.77	.92	.89	.81
КОЙ	.95	.66	.66	.74	.80	.73	.86	.78	.80	.68	.86	1.00	.89	.97	.94	.79
ТОЛ	.92	.63	.62	.73	.77	.69	.83	.75	.77	.67	.84	.85	1.00	.98	.91	.76
КИВ	.75	.42	.36	.46	.44	.40	.53	.47	.54	.39	.53	.49	.52	1.00	.65	.53
СЕЛ	.94	.57	.52	.65	.63	.58	.73	.68	.71	.57	.75	.70	.71	.96	1.00	.72
КИН	.94	.65	.48	.63	.56	.52	.65	.58	.75	.49	.68	.58	.58	.78	.71	1.00

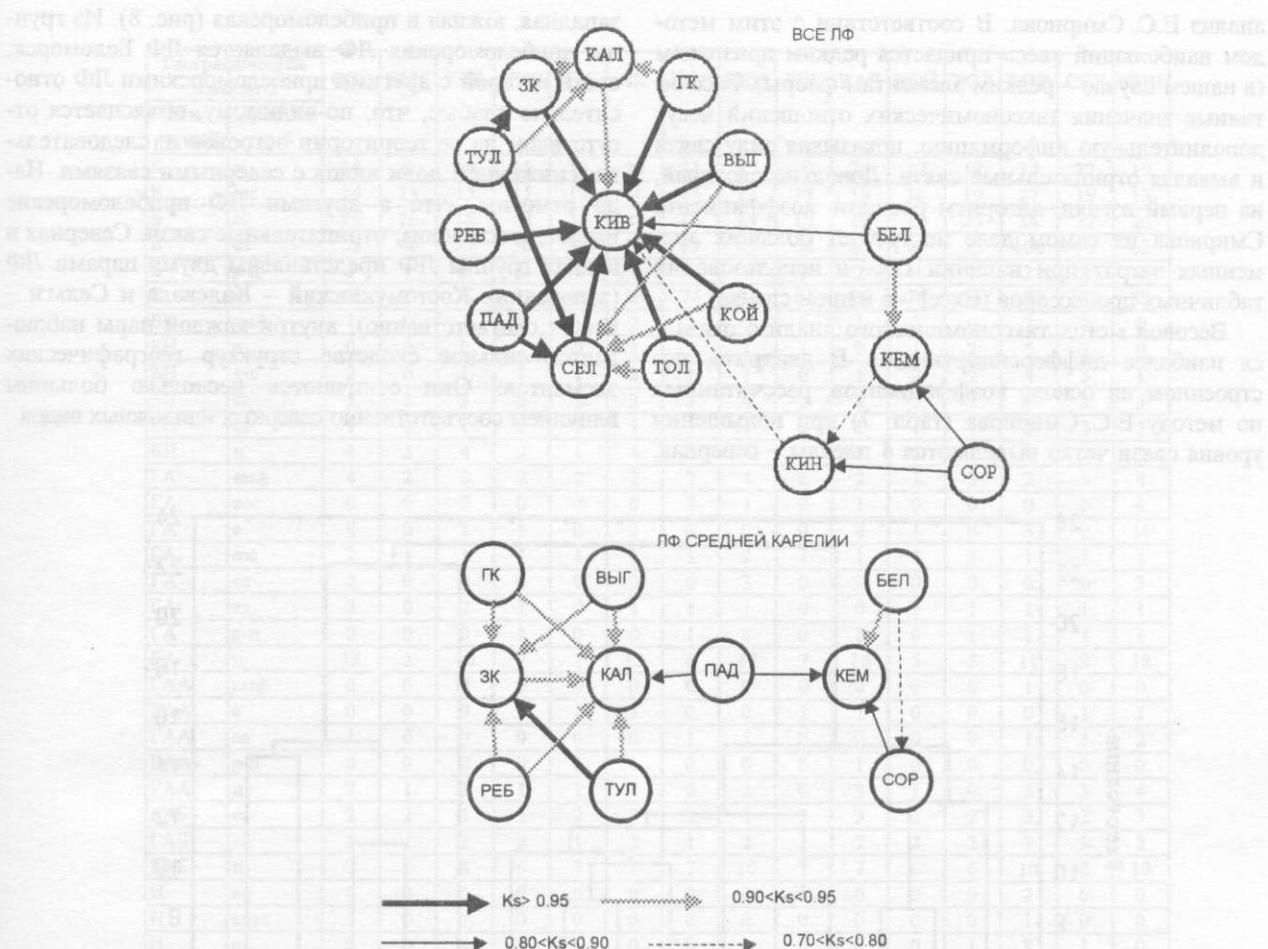


Рис. 5. Ориентированный граф включения ЛФ (мера Симпсона)

Анализ мер включения только среднекарельских ЛФ (рис. 5, ЛФ средней Карелии) выявляет однородность западной группы ЛФ (центральное место занимают ЛФ заповедник Костомушский и Калевала), промежуточное положение ЛФ Паданы и обособленность группы прибеломорских флор (а внутри этой группы – обособленность ЛФ Сорокский).

Еще один способ графического представления результатов повидового сравнения ЛФ – дендрограмма. Для ее построения проведена кластеризация методом полного связывания. По оси ординат отложены значения расстояний в n -мерном Евклидовом пространстве. Здесь так же отчетливо, как и во всех предыдущих случаях, проявляется особое положение ЛФ Кивач и обособленность прибеломорских флор (рис. 6). Важно отметить, что в этом случае степень обособленности последних и степень обособленности ЛФ Кивач по отношению ко всем остальным флорам примерно равны.

Сходство географических структур локальных флор

Суть анализа географической структуры флоры заключается в объединении видов в группы по признаку общности типа ареала, включающего долгот-

ную и широтную характеристики¹ (выделено 53 типа ареалов). Далее в анализе участвуют не конкретные виды, а «вес» географического элемента в составе флоры, т.е. количество видов, имеющих сходные типы ареалов. Географические структуры всех сравниваемых ЛФ представлены в табл. 5.

Анализ сходства географических структур ЛФ с помощью коэффициента ранговой корреляции Гамма (табл. 6, рис. 7) выявил высокую связанность ЛФ (на уровне 0,91–0,99). Наименее связанной ($K_r=0,88$) является ЛФ Кивач. При повышении уровня связи в дендрите до $K_r=0,92$ от общей группы вслед за ЛФ Кивач отщепляется плеяда прибеломорских флор, связи внутри которой распадаются при $K_r=0,95$. Основу составляют ЛФ западной группы, среди которых самые устойчивые связи отмечены у ЛФ заповедник Костомушский – Калевальский ($K_r=0,99$). Высокая степень сходства географических структур объясняется преобладанием во всех флорах бореальных элементов, нивелирующих различия.

В.М. Шмидт (Шмидт, Баранова, 1975; Шмидт, 1984) предложил для оценки сходства географических структур ЛФ использовать таксономический

¹ Нами используется система биогеографических координат (Юрцев, 1968).

анализ Е.С. Смирнова. В соответствии с этим методом наибольший «вес» придается редким признакам (в нашем случае – редким элементам флоры). Рассчитанные значения таксономических отношений несут дополнительную информацию, показывая силу связи и выявляя отрицательные связи. Довольно сложный, на первый взгляд, алгоритм расчетов коэффициента Смирнова на самом деле не требует больших временных затрат при наличии ПК и использовании табличных процессоров (Excel – в нашем случае).

Весовой метод таксономического анализа оказался наиболее дифференцирующим. В дендрите, построенном на основе коэффициентов, рассчитанных по методу Е.С. Смирнова (табл. 7) при повышении уровня связи четко выделяются 4 плеяды – северная,

западная, южная и прибеломорская (рис. 8). Из группы прибеломорских ЛФ выделяется ЛФ Беломорск, связи которой с другими прибеломорскими ЛФ относительно слабые, что, по-видимому, объясняется отсутствием на ее территории островов и, следовательно, снижением доли видов с северными связями. Надо отметить, что с другими ЛФ прибеломорские имеют, в основном, отрицательные связи. Северная и южная группы ЛФ представлены двумя парами ЛФ (заповедник Костомушский – Калевала и Сельги – Кивач соответственно), внутри каждой пары наблюдается сильное сходство структур географических элементов. Они отличаются несколько большим влиянием соответственно северных или южных видов.

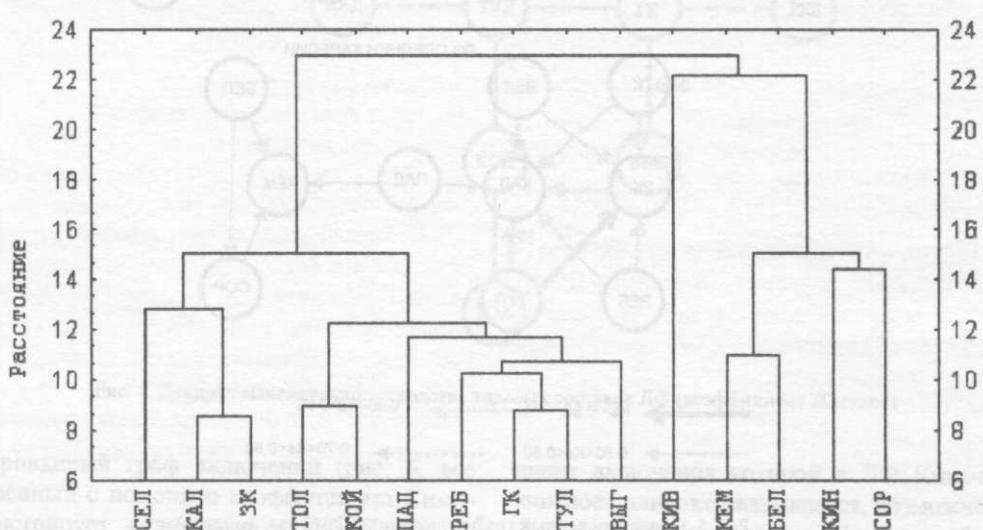


Рис. 6. Дендрограмма сходства ЛФ по видовому составу (метрика Эвклида, метод полного связывания)

Таблица 5.

Географическая структура ЛФ (все элементы)

Географические элементы		СОР	ВЫГ	БЕЛ	ТУЛ	ГК	ЗК	ПАД	КЕМ	РЕБ	КАЛ	КОЙ	ТОЛ	КИВ	СЕЛ	КИН
Широтный	Долготный															
A	е	2	0	1	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	3
A	ес	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0
A	ea	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
A	р-и	3	0	2	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3
A	и	6	0	3	0	0	1	0	6	0	1	0	0	1	0	6
AA	амф	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0	4
AA	е	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
AA	ea	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1
AA	ц	2	1	3	0	1	1	1	6	0	1	1	0	3	1	5
AB	амф	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
AB	ea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
AB	ц	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	2	4
B	амф	4	3	4	5	4	5	5	5	5	6	6	7	6	6	6
B	ве	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
B	веа	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	4	3	1
B	вес	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0
B	везд	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B	е	14	6	14	15	13	20	11	17	10	20	17	18	34	22	19
B	езс	14	13	15	15	12	16	14	13	13	18	16	19	27	19	13
B	ес	15	16	18	18	18	21	16	19	12	19	19	25	34	22	20
B	ea	53	46	57	50	48	57	59	65	50	62	59	55	100	75	62

Географические элементы		SOP	ВЫГ	БЕЛ	ТУЛ	ГК	ЗК	ПАД	КЕМ	РЕБ	КАЛ	КОЙ	ТОЛ	КИВ	СЕЛ	КИН
Широтный	Долготный															
Б	е	14	6	14	15	13	20	11	17	10	20	17	18	34	22	19
Б	езс	14	13	15	15	12	16	14	13	13	18	16	19	27	19	13
Б	ес	15	16	18	18	18	21	16	19	12	19	19	25	34	22	20
Б	ea	53	46	57	50	48	57	59	65	50	62	59	55	100	75	62
Б	р-ц	1	1	0	1	1	1	2	1	2	2	0	0	2	2	1
Б	ц	68	61	76	73	69	86	74	84	64	91	76	76	120	100	89
БН	амф	1	0	1	2	1	2	1	0	0	2	2	0	2	2	0
БН	е	0	0	0	2	0	1	2	1	1	0	1	2	5	2	0
БН	езс	2	0	1	1	1	2	1	1	0	1	2	2	4	3	1
БН	ес	5	3	3	3	3	3	5	4	2	2	5	3	8	5	5
БН	ea	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	3	2	2
БН	ц	4	3	4	2	1	4	3	5	2	4	3	5	6	5	3
ГА	амф	4	2	3	2	2	2	4	2	2	2	2	2	2	1	4
ГА	вес	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
ГА	е	8	0	2	1	0	2	0	6	0	4	1	0	3	0	14
ГА	езс	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
ГА	ес	2	0	2	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3
ГА	ea	2	0	2	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
ГА	р-ц	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1
ГА	ц	13	5	10	7	7	13	8	17	7	16	5	6	11	9	18
ГАА	амф	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
ГАА	е	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1
ГАА	ea	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	2
ГАА	р-ц	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
ГАА	ц	2	1	2	1	1	3	0	5	0	3	1	0	2	3	4
ГАБ	ес	2	2	3	2	2	3	2	2	2	3	2	2	3	2	3
ГАБ	ea	2	1	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2	3	3	2
ГАБ	ц	9	8	8	6	7	7	7	10	7	7	6	6	10	8	10
Н	ве	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Н	весь	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Н	е	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8	1	0
Н	езс	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	6	2	2
Н	ес	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0
Н	ea	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	10	5	0
НБ	амф	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
НБ	е	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	3	2	2	0
НБ	езс	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
НБ	ес	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	2	4	2	1
НБ	ea	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3	1	0
НБ	е	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
П	е	3	0	5	1	1	3	1	6	1	3	3	3	8	3	3
П	езс	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	4	2	1
П	ес	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2
П	ea	13	9	15	10	10	10	10	14	12	9	11	13	29	15	13
П	р-ц	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
П	ц	19	8	17	10	10	13	13	23	10	13	13	13	30	16	22
Пк		4	3	5	2	3	5	5	6	3	5	4	5	8	7	5
ВСЕГО		291	199	287	242	224	296	257	356	213	308	270	282	532	363	364

Примечания к табл. 5: Долготные группы: ц – циркумполярные, р-ц – циркумполярные с разрывом, ea – евразиатские, ес – евросибирские, езс – евразападносибирские, вес – восточноевросибирские, веа – восточноевразиатские, везс – восточноевразападносибирские, е – европейские, ве – восточноевропейские, амф – амфиатлантические, пк – почти космополитные.

Широтные группы. А – арктические, AA – арктоальпийские, ГА – гипоарктические, ГАА – гипоарктоальпийские, АБ – арктобореальные, ГАБ - гипоарктобореальные, Б – бореальные, НБ – неморально-бореальные, Н – неморальные.

Таблица 6.

Сходство географических структур ЛФ

ЛФ	Коэффициент ранговой корреляции GAMMA														
	С О Р	В Ы Г	Б Е Л	Т У Л	Г У Л	З К Д	П А Д	К Е М	Р Е Б	К А Б	К О Л	Т О Л	К И Л	С Е В	К И Н
СОР	1.00	.87	.94	.83	.86	.87	.77	.93	.81	.86	.82	.70	.59	.67	.93
ВЫГ		1.00	.91	.94	.98	.94	.95	.80	.96	.91	.94	.89	.80	.88	.80
БЕЛ			1.00	.86	.91	.91	.82	.88	.86	.89	.86	.76	.67	.72	.83
ТУЛ				1.00	.97	.96	.93	.69	.98	.92	.96	.87	.74	.86	.70
ГК					1.00	.97	.94	.74	.97	.94	.96	.88	.76	.89	.77
ЗК						1.00	.89	.76	.93	.99	.96	.85	.76	.88	.78
ПАД							1.00	.70	.96	.84	.94	.95	.85	.92	.69
КЕМ								1.00	.74	.76	.68	.64	.55	.60	.89
РЕБ									1.00	.90	.93	.92	.77	.88	.74
КАЛ										1.00	.92	.80	.70	.82	.78
КОЙ											1.00	.94	.83	.92	.69
ТОЛ												1.00	.88	.94	.62
КИВ													1.00	.86	.51
СЕЛ														1.00	.59
КИН															1.00

Таблица 7.

Матрица коэффициентов Смирнова, отражающих сходство ЛФ по географической структуре

ЛФ	Все элементы														
	СОР	ВЫГ	БЕЛ	ТУЛ	ГК	ЗК	ПАД	КЕМ	РЕБ	КАЛ	КОЙ	ТОЛ	КИВ	СЕЛ	КИН
СОР	0,82 0,77	-0,09	0,17	-0,12	-0,03	-0,11	-0,12	0,32	-0,11	-0,18	-0,07	-0,23	-0,27	-0,27	0,30
ВЫГ	-0,27 1,30 0,83	-0,07	0,13	0,46	-0,19	0,12	-0,45	0,57	-0,12	0,07	-0,15	-0,68	-0,43	-0,48	
БЕЛ	0,24 -0,03	0,57 0,48	-0,03	-0,01	0,00	-0,01	0,04	-0,09	-0,08	-0,08	-0,09	-0,16	-0,14	-0,02	
ТУЛ	-0,14 0,18	0,10	0,61 0,38	0,28	0,04	0,11	-0,36	0,24	-0,07	0,20	0,05	-0,47	-0,23	-0,38	
ГК	-0,22 0,45	0,02	0,23	0,71 0,64	-0,08	0,16	-0,43	0,44	-0,10	0,09	-0,07	-0,62	-0,35	-0,43	
ЗК	-0,01 -0,10	0,09	0,10	-0,05 0,36	0,46 -0,02	-0,11	-0,16	0,30	0,04	-0,02	-0,17	0,03	-0,02		
ПАД	-0,17 0,09	-0,07	0,14	0,06	0,00 0,50 0,40	-0,26	0,15	-0,12	0,13	0,14	-0,37	-0,12	-0,28		
КЕМ	0,41 -0,54	-0,12	-0,50	-0,58	-0,23 -0,32	1,53 2,28	-0,42	-0,03	-0,29	-0,21	0,13	-0,11	0,65		
РЕБ	-0,32 0,51	-0,09	0,13	0,54	-0,16 0,03	-0,60	0,93 1,28	-0,11	0,04	-0,01	-0,64	-0,37	-0,44		
КАЛ	-0,02 -0,04	0,06	0,07	0,01	0,27	-0,10	-0,09	-0,10 0,74 0,56	-0,10	-0,09	-0,14	0,03	0,06		
КОЙ	-0,21 0,14	-0,11	0,10	0,11	0,02	0,21	-0,43	0,08	-0,07 0,50 0,50	0,14	-0,31	-0,08	-0,28		
ТОЛ	-0,27 0,06	-0,17	0,04	0,03	-0,11	0,29	-0,42	0,15	-0,20 0,65 0,89	0,18	-0,02	0,17	-0,26		
КИВ	-0,01 -0,32	-0,14	-0,28	-0,43	-0,09	-0,17	0,03	-0,53 2,95 1,92	-0,18	-0,11	-0,06	0,74	0,03		
СЕЛ	-0,16 -0,48	-0,20	-0,13	-0,28	0,07	-0,02	-0,15	-0,38 -0,59 1,09	-0,02	-0,04	0,09	1,15 1,09	-0,03		
КИН	0,40 -0,48	-0,06	-0,44	-0,52	-0,17	-0,40	1,25	-0,54 -0,44 -0,50	-0,18	-0,44	-0,06	-0,23 1,58 2,44			

Примечания. По диагонали таблицы приведены таксономические отношения флор самих к себе, показывающие степень оригинальности их географической структуры.

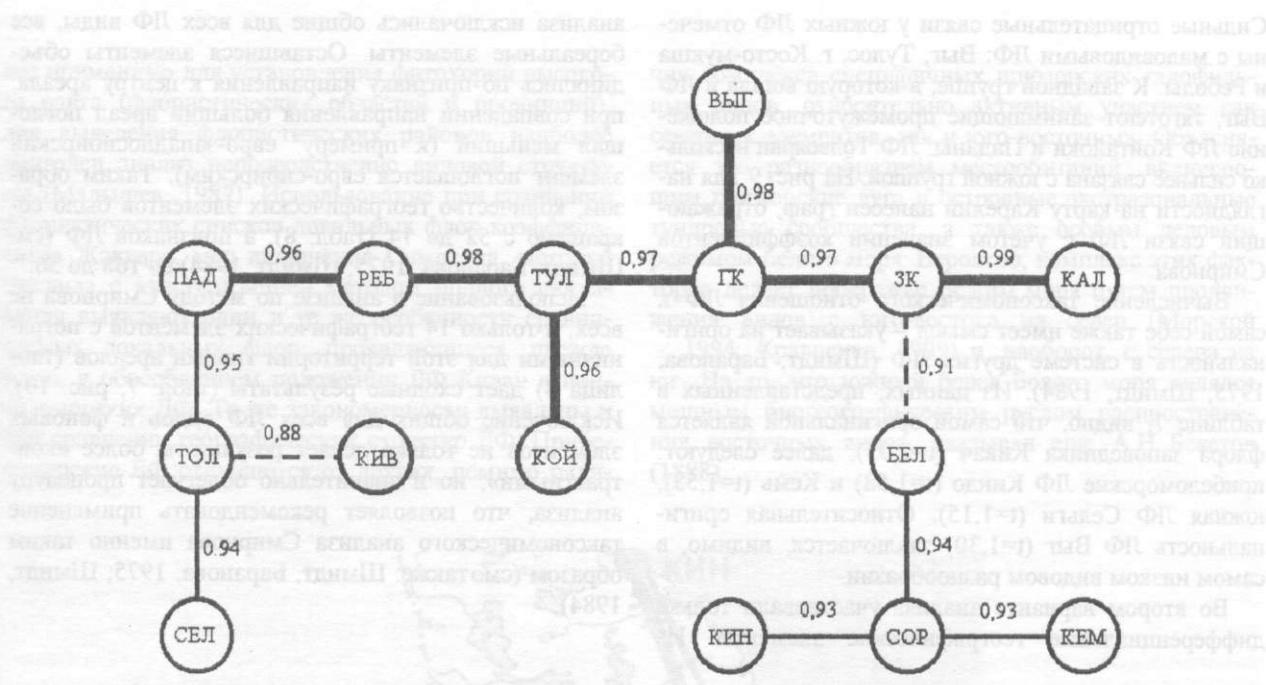


Рис. 7. Дендрит максимального сходства географических структур ЛФ (коэффициент ранговой корреляции Гамма)

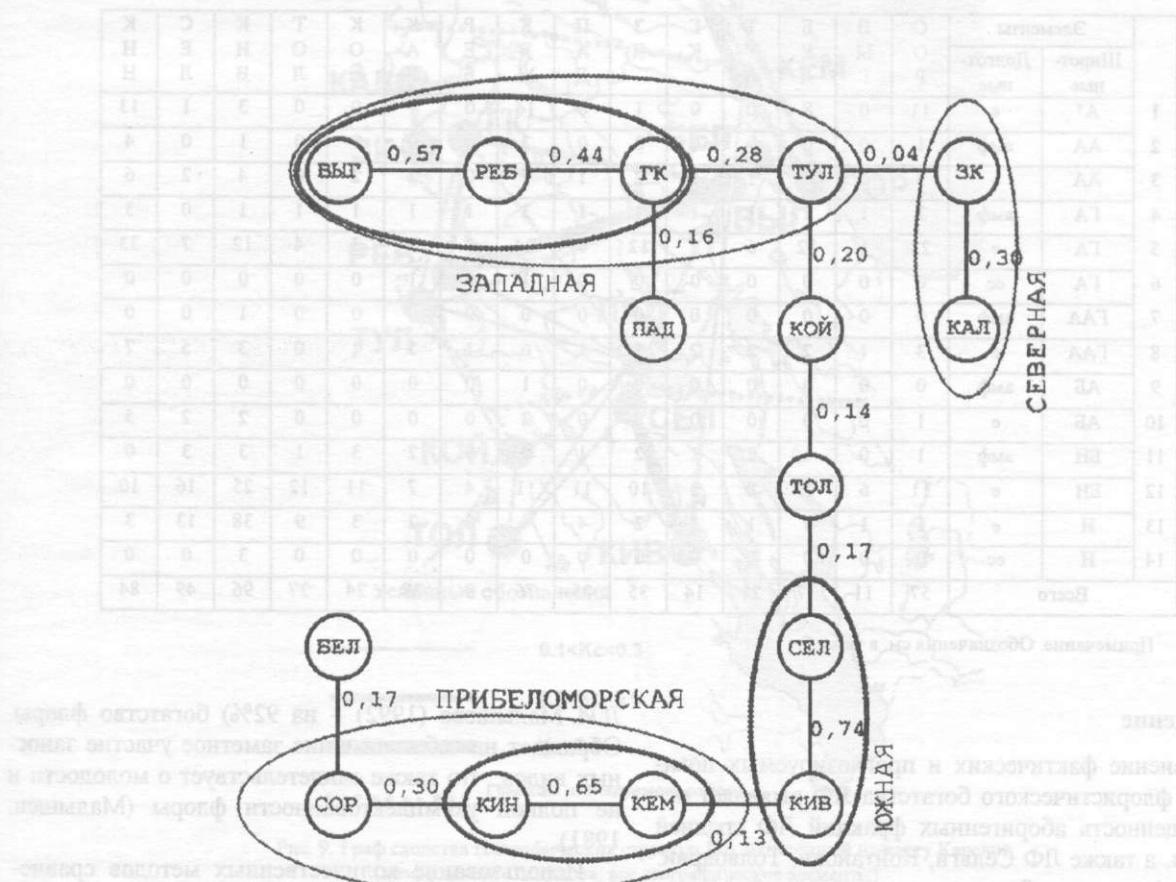


Рис. 8. Дендрит максимального сходства географических структур ЛФ (коэффициент Смирнова), построенный на основе анализа всех географических элементов

Сильные отрицательные связи у южных ЛФ отмечены с маловидовыми ЛФ: Выг, Тулос, г. Костомукша и Реболы. К западной группе, в которую вошла и ЛФ Выг, тяготеют занимающие промежуточное положение ЛФ Койтайоки и Паданы. ЛФ Тольвоярви несколько сильнее связана с южной группой. На рис. 9 для наглядности на карту Карелии нанесен график, отражающий связи ЛФ с учетом значений коэффициентов Смирнова.

Вычисление таксономического отношения ЛФ к самой себе также имеет смысл – указывает на оригинальность в системе других ЛФ (Шмидт, Баранова, 1975, Шмидт, 1984). Из данных, представленных в таблице 7, видно, что самой оригинальной является флора заповедника Кивач ($t=2,95$), далее следуют: прибеломорские ЛФ Киндо ($t=1,58$) и Кемь ($t=1,53$), южная ЛФ Сельги ($t=1,15$). Относительная оригинальность ЛФ Выг ($t=1,30$) заключается, видимо, в самом низком видовом разнообразии.

Во втором варианте анализа участвовали только дифференциальные географические элементы. Из

анализа исключались общие для всех ЛФ виды, все бореальные элементы. Оставшиеся элементы объединялись по признаку направления к центру ареала, при совпадении направления больший ареал поглощал меньший (к примеру: евро-западносибирский элемент поглощается евро-сибирским). Таким образом, количество географических элементов было сокращено с 52 до 14 (табл. 8), а признаков ЛФ (см. Шмидт, Баранова, 1975; Шмидт, 1984) со 168 до 56.

Использование в анализе по методу Смирнова не всех, а только 14 географических элементов с пограничными для этой территории типами ареалов (таблица 8) дает сходные результаты (табл. 7, рис. 10). Исключение общих для всех ЛФ видов и фоновых элементов не только делает результаты более «конtrastными», но и значительно облегчает процедуру анализа, что позволяет рекомендовать применение таксономического анализа Смирнова именно таким образом (см. также: Шмидт, Баранова, 1975; Шмидт, 1984).

Таблица 8.

Географическая структура ЛФ (дифференциальные элементы)

	Элементы		S	V	B	T	G	Z	P	K	R	K	K	T	K	C	K
	Широт-	Долгот-	O	Y	E	U	K	K	A	E	B	A	O	O	I	E	I
	ные	R	G	L	L			A	D	M	B	L	Y	L	V	L	H
1	A*	e	11	0	8	0	0	1	0	14	0	1	0	0	3	1	13
2	AA	амф	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0	4
3	AA	e	3	1	3	1	1	2	1	7	0	2	2	0	4	2	6
4	ГА	амф	3	1	2	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	0	3
5	ГА	e	22	1	12	6	3	12	6	24	3	17	3	4	12	7	33
6	ГА	ес	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
7	ГАА	амф	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8	ГАА	e	3	1	2	2	2	5	1	6	1	5	1	0	3	5	7
9	АБ	амф	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
10	АБ	e	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	2	5
11	БН	амф	1	0	1	2	1	2	1	0	0	2	3	1	3	3	0
12	БН	e	11	6	8	8	5	10	11	11	4	7	11	12	25	16	10
13	Н	e	1	1	1	1	1	2	4	4	0	2	3	9	38	13	3
14	Н	ес	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
Всего			57	11	37	21	14	35	25	76	9	38	24	27	96	49	84

Примечание. Обозначения см. в табл. 5.

Обсуждение

Сравнение фактических и прогнозируемых показателей флористического богатства ЛФ выявляет недонасыщенность аборигенных фракций ЛФ средней Карелии, а также ЛФ Сельги, Койтайоки, Тольвоярви. К числу факторов, обуславливающих низкое видовое богатство ЛФ относятся как исторические, так и экологические. До настоящего времени флора не полностью восстановилась после уничтожения последним оледенением. Слабая дифференциация рельефа, повсеместное распространение кислых почв также не способствуют произрастанию многих видов. Именно экологические условия определяют (по мнению

Л.И. Малышева (1992) – на 92%) богатство флоры. Обращает на себя внимание заметное участие заносных видов, что также свидетельствует о молодости и не полной укомплектованности флоры (Малышев, 1981).

Использование количественных методов сравнения локальных флор выявило различные дифференцирующие возможности этих методов. Единственно го и универсального метода нет, для выявления общих закономерностей необходимо использование нескольких методов сравнения. Сравнения ранжированных спектров (семейственных и родовых) оказались наименее информативными. Следует отметить, что сравнение таксонов надвидового порядка наибо-

лее применимо для установления фитохорий высокого ранга (флористических областей и провинций), для выделения флористических районов наиболее пригоден анализ непосредственно видовой структуры (Малышев, 1987). Использование при сравнении флористических списков локальных флор коэффициентов Жаккара, мер включения Симпсона, метрики Эвклида с кластеризацией методом полного связывания выявляют одни и те же особенности сравниваемых локальных флор, проявляющиеся, прежде всего, в обособленном положении ЛФ Кивач и прибеломорских ЛФ. Те же закономерности выявлены и при сравнении географических структур ЛФ. Прибеломорские ЛФ отличаются от других, помимо нали-

чия комплекса специфичных приморских галофильных видов, относительно активным участием как северных элементов, так и юго-восточных. Объясняется это разнообразием местообитаний, включающим приморские луга и островные экстразональные тундровые сообщества, а также особым ледовым режимом Белого моря. Вероятно, комплекс этих факторов делает побережье Белого моря путем продвижения видов с юго-востока на север (Морской ..., 1994; Кравченко, 1999) и, наоборот, с севера на юг. На то, что южный берег Белого моря являлся мощным биогеографическим руслом распространения восточных видов, указывал еще А.Н. Бекетов (1888).

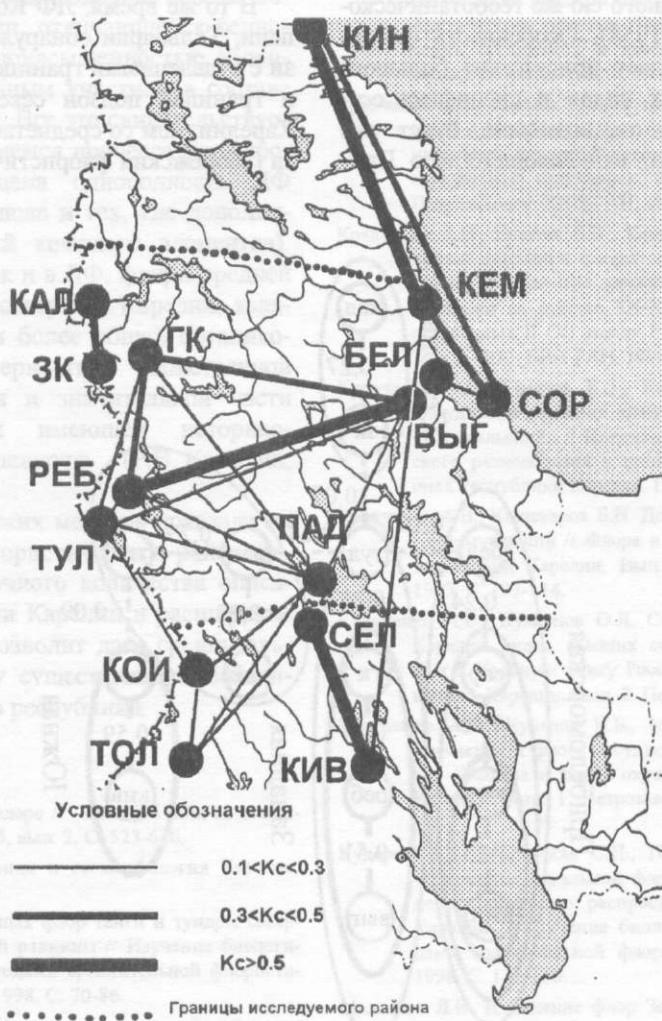


Рис. 9. Граф сходства географических структур ЛФ, нанесенный на карту Карелии (коэффициент Смирнова; все географические элементы)

Сравнение ЛФ средней Карелии и смежных территорий позволяет поставить вопрос об уточнении границ флористических районов, которые были выделены М.Л. Раменской (1983) на основе биогеографического деления Фенноскандии. М.Л. Раменская подчеркивала, что это районирование предва-

рительно и условно, так как выделить районы только или преимущественно по флористическим признакам не позволяла степень флористической изученности территории. Уже сейчас можно говорить о целесообразности выделения (восстановления) Прибеломорского флористического района, который обозначался ранее М.Л. Раменской (1960). Косвенным

подтверждением существования беломорского флористического района может служить выделение аналогичных в геоботаническом районировании (Юрковская, 1993; Геоботаническое ..., 1989) и в лесорастительном районировании (Яковлев, Воронова, 1959; Громцев, Коломыцев, 1998). В последствии Раменская (1983) отказалась от выделения Беломорского района, отсутствующего и в скандинавском, так называемом, биогеографическом районировании. Показания к восстановлению Беломорского флористического района продемонстрированы всеми примененными методами сравнения ЛФ, однако, требуется уточнение его западной границы. У М.Л. Раменской западная граница совпадала с границей соответствующего орографического района (Бискэ, 1959) и выделенного ею же геоботанического района (Раменская, 1958). Особенность флористическому району придает присутствие большого количества галофильных видов и специфика островной флоры, поэтому он, возможно, будет уже геоботанического района, включающего всю При-

беломорскую низменность. Флористическую обособленность узкой прибрежной полосы отмечает также А.В. Кравченко (1999). Наши исследования показали, что уже ЛФ Выгстров, удаленная от побережья на 7 км, не содержит в себе приморских видов и имеет значительно более тесные связи с бедными западными ЛФ средней Карелии, чем с приморскими.

Исследования подтвердили правильность проведения южной границы Кемского флористического района между населенными пунктами Паданы и Сельги (Раменская, 1983), что соответствует также границе между средней и северной подзонами тайги (Геоботаническое ..., 1989; Юрковская, Паянская-Гвоздева, 1993).

В то же время, ЛФ Койтайоки и, в меньшей степени, Тольвоярви обнаруживают более сильные связи с отделенными границей флористического района и границей подзон северотаежными ЛФ средней Карелии, чем со среднетаежными ЛФ Кивач и Сельги (Заонежский флористический район).

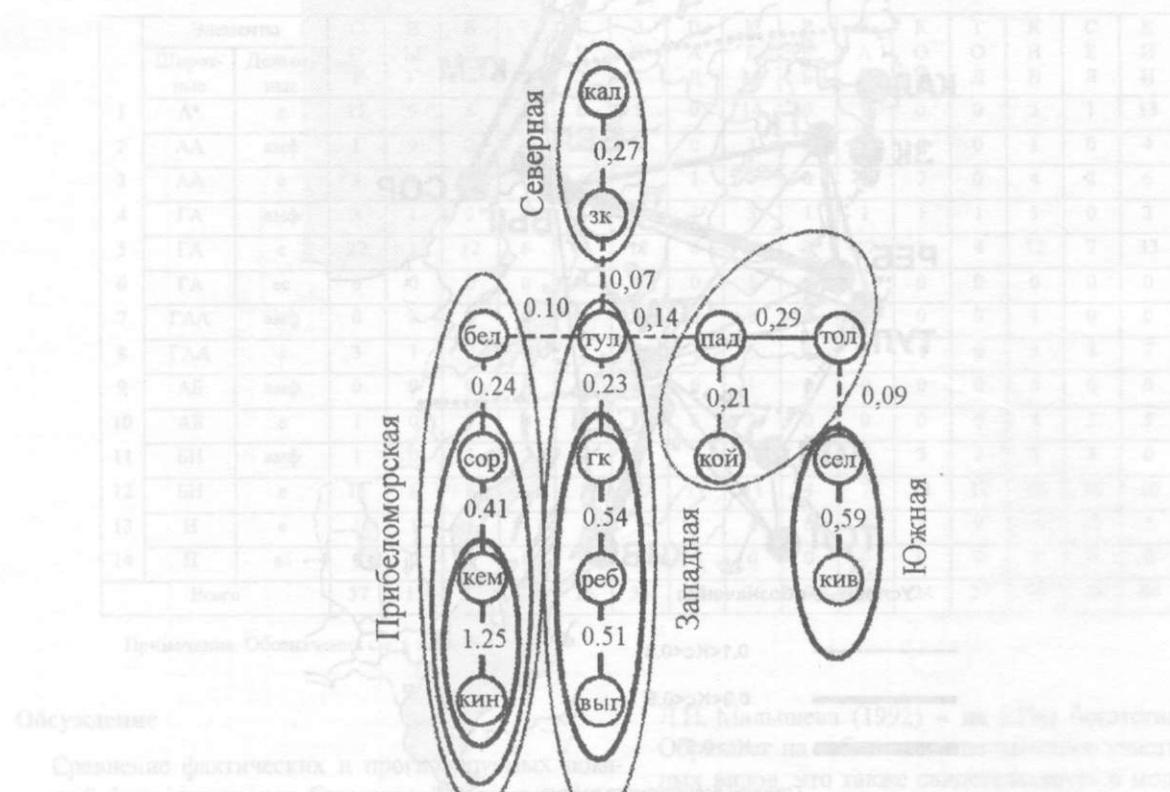


Рис. 10. Дендрит максимального сходства географических структур ЛФ (коэффициент Смирнова), построенный на основе анализа дифференциальных географических элементов (без общих для всех ЛФ видов и boreальных элементов)

Выяснение связей ЛФ Койтайоки и Тольвоярви с ЛФ, расположенными у западной границы к югу (Гнатюк и др., 1999) также выявляет их большую связь с ЛФ средней Карелии. ЛФ Тольвоярви и Койтайоки принадлежат к Суоярвскому флористическому району – самому бедному в среднетаежной

подзоне (Раменская, 1983). Т.К. Юрковская и И.И. Паянская-Гвоздева (1993) на основании анализа типологического состава нормально увлажненных еловых и сосновых лесов вдоль российско-финляндской границы выделяют переходные (буферные) полосы – северную полосу средней тайги и

южную полосу северной тайги, оставляя границу подзон (Геоботаническое ..., 1989) без изменений. Буферная северная полоса средней тайги включает в себя ЛФ Койтайды и Толвоярви, а ЛФ Тулос и Реболы (связи с ними у первых двух ЛФ наименее тесные) расположены в южной буферной полосе северной тайги. По-видимому, все это позволяет поставить вопрос о выделении отдельного флористического района (или подрайона), соответствующего буферной зоне, предложенной Т.К. Юрковской и И.И. Паянкой-Гоздовой (1993).

Исследования показали, что ЛФ заповедника Костомукшский и НП Калевальский довольно четко выделяются в плеяду, что может навести на мысль о выделении соответствующего района или подрайона.

Проведенные исследования показали особое место флоры средней Карелии, отличающейся бедностью видового состава, недонасыщенностью аборигенной фракции, значительным участием в составе флоры заносных элементов. Все это свидетельствует о молодости и продолжающемся процессе формирования флоры. Подтверждена однородность ЛФ средней Карелии (в том числе и тех, где дополнительно есть и приморский комплекс элементов). Обеднение, как в целом, так и в ЛФ, флоры средней (по сравнению с южной и северной) Карелии, является частным проявлением более общей ботанико-географической закономерности, свойственной средней части Финляндии и значительной части Вологодской области и имеющей историко-флористическую обусловленность (Р.В. Камелин, устное сообщение).

Апробация математических методов показала их пригодность для целей флористического районирования; накопление достаточного количества описаний ЛФ по всей территории Карелии и расширение круга сравниваемых ЛФ позволит дать сравнительно-флористическую оценку существующих ботанико-географических выделов республики.

Литература

- Бекетов А.Н. Об архангельской флоре // Тр. СПб общ-ва естествоиспытателей. 1888. Т. 15, вып. 2. С. 523-616.
- Биск Г.С. Четвертичные отложения и геоморфология Карелии. Петрозаводск, 1959. 307 с.
- Бубырева В.А. Сравнение локальных флор тайги и тундр северного макросклона Русской равнины // Изучение биологического разнообразия методами сравнительной флористики. СПб.: НИИХ СпбГУ, 1998. С. 70-86.
- Геоботаническое районирование Нечерноземья европейской части РСФСР. Л., 1989. 64 с.
- Гнатюк Е.П., Кравченко А.В., Крышень А.М. Сравнительный анализ локальных флор западной Карелии // Биологические основы изучения, освоения и охраны животного и растительного мира, почвенного покрова Восточной Финляндии: Тез. докл. междунар. конф., 6-10 сентября 1999 г. Петрозаводск, 1999. С. 16-17.
- Громцев А.Н., Коломыцев В.А. Эколого-экономические критерии и ландшафтная основа районирования таежных регионов страны // Инженерная экология, № 5, 1998. С. 30-46.
- Кравченко А.В. Дополнения к флоре Карелии. Петрозаводск: ИЛ КНЦ РАН, 1997. 60 с.
- Кравченко А.В. К флоре сосудистых растений Карельского побережья Белого моря // Инвентаризация и изучение биологического разнообразия на Карельском побережье Белого моря. Петрозаводск, 1999. С. 55-65.
- Кравченко А.В., Белоусова Н.А. Флора заповедника Костомукшский и возможности использования некоторых декоративных видов при озеленении северных городов и поселков // Озеленение и садоводство в Карелии. Петрозаводск, 1990. С. 32-43.
- Кравченко А.В., Гнатюк Е.П. Основные тенденции формирования флоры молодого таежного города Костомукша // Материалы докл. I-й международной конф. Баренц-Евро-Арктического региона «Биоиндикация и оценка повреждения организмов и экосистем» (июнь 1997, Петрозаводск). Петрозаводск, 1997. С. 72-73.
- Кравченко А.В., Гнатюк Е.П., Буцких О.А., Каштанов М.В., Крышень А.М. Материалы к флоре сосудистых растений планируемого национального парка Тулос // Флора и фауна охраняемых природных территорий Карелии. Вып. 1. Петрозаводск: КНЦ РАН, 1997. С. 124-143.
- Кравченко А.В., Гнатюк Е.П., Каштанов М.В. Тенденции многолетней динамики флоры сельского таежного населенного пункта (на примере деревни Сельги, Карелия) // Проблемы ботаники на рубеже ХХ-ХХI веков. Тезисы докл., представленных II (Х) съезду РБО (26-29 мая 1998 г., СПб.). Том 2. СПб: БИН РАН, 1998. 225 с.
- Кравченко А.В., Гнатюк Е.П., Каштанов М.В., Крышень А.М. Сосудистые растения планируемого национального парка «Калевальский» // Инвентаризация и изучение биологического разнообразия в приграничных с Финляндией районах Республики Карелия. Петрозаводск, 1998. С. 63-74.
- Кравченко А.В., Кашеваров Б.Н. Дополнения к флоре заповедника Костомукшский // Флора и фауна охраняемых природных территорий Карелии. Вып. 1. Петрозаводск: КНЦ РАН, 1997. С. 103-114.
- Кравченко А.В., Кузнецова О.Л. Состояние и распространение в Карелии видов высших сосудистых растений, включенных в Красную книгу России // Флористические исследования в Карелии. Вып. 2. Петрозаводск, 1995. С. 20-42.
- Кравченко А.В., Кучеров И.Б., Милевская С.Н. Дополнения и уточнения к флоре сосудистых растений заповедника Кивач // Флора и фауна охраняемых природных территорий Карелии. Вып. 1. Петрозаводск: КНЦ РАН, 1997. С. 115-124.
- Кучеров И.Б., Милевская С.Н., Науменко Н.И., Сеников А.Н. О богатстве локальной флоры заповедника Кивач и пределах широтного распространения видов в Заонежской Карелии // Изучение биологического разнообразия методами сравнительной флористики. СПб.: НИИХ СпбГУ, 1998. С. 119-150.
- Малышев Л.И. Изменение флор Земного шара под влиянием антропогенного давления // Научн. докл. высш. шк. Биологические науки, № 3 (207), 1981. С. 5-20.
- Малышев Л.И. Современные подходы к количественному анализу и сравнению флор // Теоретические и практические проблемы сравнительной флористики. Л., 1987. С. 142-148.
- Малышев Л.И. Флористическое богатство СССР // Актуальные проблемы сравнительного изучения флор: Материалы III тельной флористики: Материалы IV рабочего совещания по сравнительной флористике, Березинский биосферный заповедник, 1993. СПб.: НИИХ СпбГУ, 1998. С. 34-44.
- Материалы по инвентаризации природных комплексов и экологической экспертизе Национального парка «Койтайды».

- Препринт доклада на заседании Ученого совета Института леса Карельского НЦ РАН 27 ноября 1997 г. / Ред. Коломыцев В.А. Петрозаводск, 1998. 28 с.
- Морской природный парк «Сорокский». Препринт доклада. / Сазонов С.В., Володичев О.И., Елина Г.А. и др. Петрозаводск, 1994. 76 с.
- Раменская М.Л. Луговая растительность Карелии. Петрозаводск. 1958. 490 с.
- Раменская М.Л. Определитель высших растений Карелии. Петрозаводск. 1960. 486 с.
- Раменская М.Л. Анализ флоры Мурманской области и Карелии. Л., 1983. 215 с.
- Раменская М.Л., Андреева В.Н. Определитель высших растений Мурманской области и Карелии. Л., 1982. 432 с.
- Соколов Д.Д., Филин В.Р. Определитель сосудистых растений ББС МГУ. М., 1996. 170 с.
- Тихомиров А.А. Растительность и флора заповедника «Кивач» // Флористические исследования в Карелии. Петрозаводск, 1988. С. 62-95.
- Толмачев А.И. К методике сравнительно-флористических исследований. 1. Понятие о флоре в сравнительной флористике // Журн. русск. бот. о-ва. 1931. Т. 16. № 1. С. 111-124.
- Толмачев А.И. Введение в географию растений. Л., 1974. С. 183-196.
- Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). Санкт-Петербург, 1995. 991 с.
- Шляков Р.Н. Род Ястребника – *Hiercium* L. // Флора европейской части СССР. Л., 1989. Т. 8. С. 140-379.
- Шмидт В.М. Математические методы в ботанике. Л., 1984. 288 с.
- Шмидт В.М., Баранова Е.В. Применение метода таксономического анализа для сравнения флор по их историко-географическим связям // Журн. общ. биол., 1975. Т. 34, № 4. С. 555-562.
- Юрковская Т.К. Растительный покров Карелии // Растительный мир Карелии и проблемы его охраны. Петрозаводск, 1993. С. 8-36.
- Юрковская Т.К., Паянская-Гвоздева И.И. Широтная дифференциация растительности вдоль Российско-Финляндской границы // Бот. журн. 1993. Т. 78, № 12. С. 72-98.
- Юрцев Б.А. Гипоарктический ботанико-географический пояс и происхождение его флоры. М.; Л., 1966. 94 с. (Комаровские чтения. Т. 19).
- Юрцев Б.А. Флора Сунтар-Хаята. Проблемы истории высокогорных ландшафтов Северо-Востока Сибири. Л., 1968. 234 с.
- Юрцев Б.А. Флора как природная система // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1982. Т. 87, вып. 4. С. 3-22.
- Юрцев Б.А. Сравнение двух конкретных флор в рамках локальной флоры бухты Сомнительной (остров Врангеля) // Изучение биологического разнообразия методами сравнительной флористики. СПб.: НИИХ СпбГУ, 1998. С. 70-86.
- Юрцев Б.А., Камелин Р.В. Основные понятия и термины флористики. Пермь, 1991. 80 с.
- Юрцев Б.А., Семкин Б.И. Изучение конкретных и парциальных флор с помощью математических методов // Бот. журнал, 1980. Т. 65, № 12. С. 1706-1718.
- Яковлев Ф.С., Воронова В.С. Типы лесов Карелии и их природное районирование. Петрозаводск, 1959. 190 с.
- Erkamo V.I.O. Bergroth botaniska undersökningar i Karelia pomorica. // Acta societatis pro fauna et flora Fennica 67, № 1. 1947. 83 s.
- Jalas J. Kylien Kasvistosta Repolan piirikunnassa Lansi-Pomorian (Kroc) lounaiskolkassa // Acta Soc. F. et Fl. Fenn. 1948. Т. 66, № 3. 58 s.
- Hulten E. Atlas över växternas utbrening i Norden. Stockholm, 1950. 512 s.; 2-nd ed. 1971. 531 s.
- Kravchenko A.V. Notes on the flora of the planned landscape reserve of Tolvojarvi // Karelian biosphere reserve studies. Joensuu, 1995. P. 211-216.
- Kravchenko A.V. Vascular plants of the Kostomuksha Nature Reserve // Ecosystems, fauna and flora of the Finnish-Russian Nature reserve Friendship. Helsinki, 1997. P. 87-98.
- Piirainen M. Wartime studies on the flora in the Porajarvi – Paatene Area, Russian Karelia by the late Jorma Soveri // Norrlinna. 1994, Vol. 5. 90 p.