

Создание баз данных по флоре островов
и озер Северной Карелии

The creation of databases about flora of
isles and lakes of North Karelia

А. Б. Шипунов

A. B. Shipunov

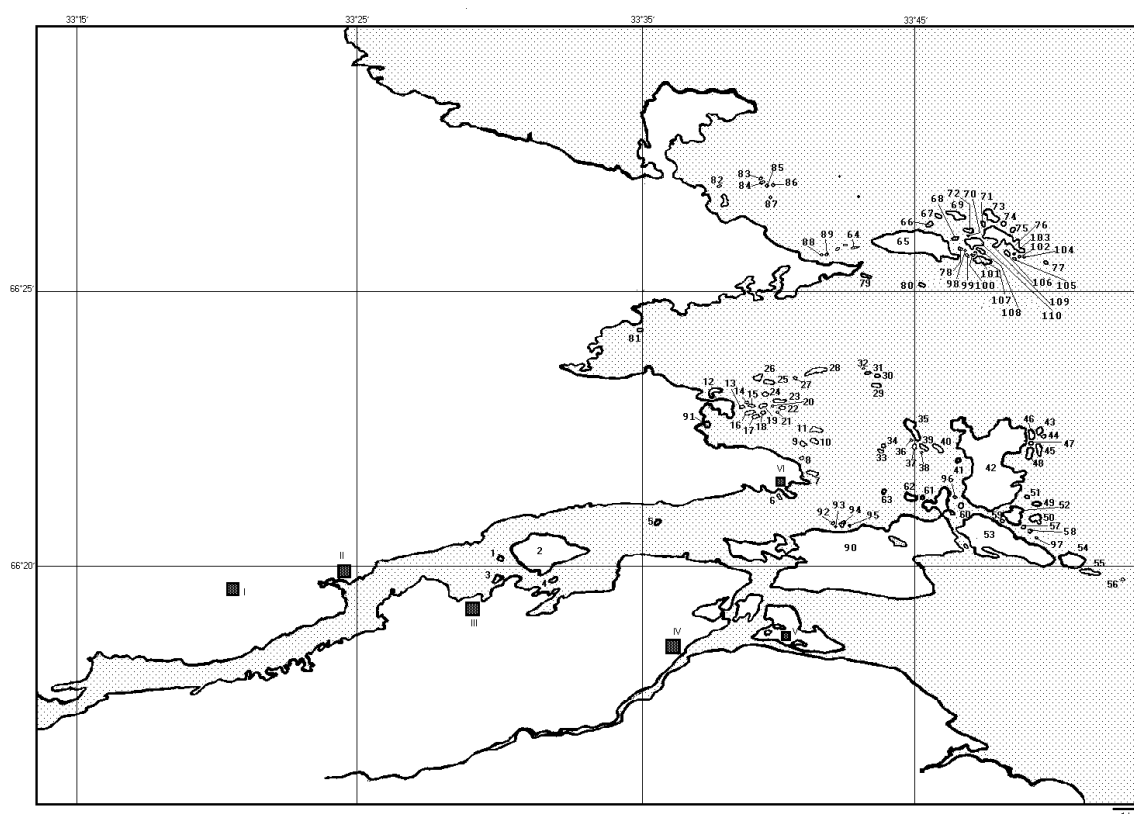
Институт Информационных Технологий, г. Москва,

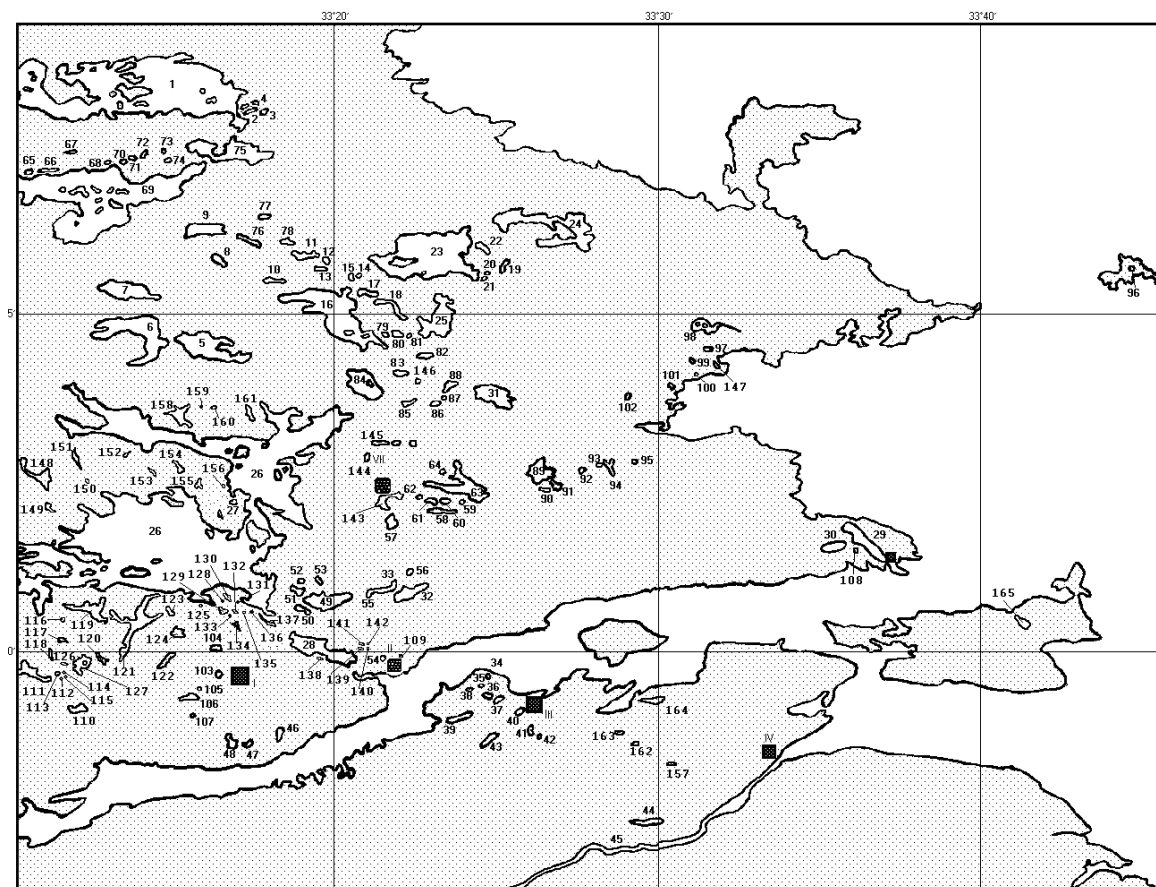
Institute of Information Technologies, Moscow,

plantago@herba.msu.ru

В течение последних пяти лет Беломорской экспедицией Московской Гимназии на Юго-Западе, в составе которой работают специалисты из МГУ и других московских научных организаций, были исследованы озера и острова, расположенные в районе губы Чупа (Лоухский район Карелии). В общей сложности исследовали 198 озер различной величины (от крупного оз. Верхнее Пулонгское до озер с береговой линией менее 100 м) и 122 морских острова, расположенных в губах Чупа, Кив и Красная Белого моря, в том числе крупные острова Олений, Кереть, Сидоров и Кемь-Лудский, а также 33 острова на озере В. Пулонгское. Собирались данные о флористическом составе территорий и обилии видов, а также различные абиотические данные (размеры островов, глубина озер, кислотность и соленость воды и т.п.). Все данные занесены в текстовую базу данных, которая доступна через Интернет на сервере «Herba» по адресу <http://herba.msu.ru/belomor/index-en.htm>

Карты исследованных островов и озер:





Накопленные данные позволили нам осуществить несколько проектов, в том числе: (1) изучение изменений флоры островов Кемь-Лудского архипелага с 1962 по 2000–2004 гг.; (2) сравнительный анализ флор всех островов с выделением видов-индикаторов групп флор; (3) анализ ареалов распространения видов на островах; (4) сравнительный анализ флор озер региона; (5) пополнение списка флоры и анализ распространения редких видов в изучаемом регионе.

В настоящее время в разработке находятся еще несколько проектов: (1) изучение «кривых заполнения» списков флоры, которые возникают при увеличении длины обследованной береговой линии озера; (2) анализ корреляционных плеяд водной и околоводной флоры; (3) анализ изменчивости полиморфных видов («маркеров эволюции»), связанных с их распространением по островам; (4) сравнительный анализ флоры островов различных территорий, в том числе озерных и морских островов. Кроме того, базы данных были использованы в организации сбора материала для проектов, связанных с изучением изменчивости рода *Nymphaea* (Nymphaeaceae) и *Alnus* (Betulaceae) центра и севера Европейской России.

Созданная база данных постоянно расширяется. Мы надеемся, что она послужит основой для многолетнего мониторинга флоры региона. Работа по созданию и обновлению баз данных происходит в рамках договора между Беломорской экспедицией и Кандалакшским государственным природным заповедником.

Острова губы Чупа, Кив и Красная

Анализ ареалов

В результате исследования распространения видов выделено 7 основных типов ареалов:

Материковый Растения с этим типом ареала распространены на прилегающих к крупным участкам суши островах.

Материково-губной Ареалы видов этой группы, кроме губы Кив, охватывают и изученные нами губные острова.

Сидоровский Распространение видов этой группы, кроме материка, ограничено о-вом Сидоров и (реже) прилегающими островами (например, *Drosera anglica*).

Центральный Эти виды распространены на центральных островах губы Кив (например, на Средних лудах). Так распространен, например, *Botrychium lunaria*.

Рассеянный Распространение этих видов, как мы предполагаем, ограничивается наличием или отсутствием подходящих местобитаний, например, скальных моховых подушек для *Carex brunnescens*.

Северо-восточный Виды этой группы распространены преимущественно на северных и северо-восточных островах (например, *Gymnadenia conopsea*).

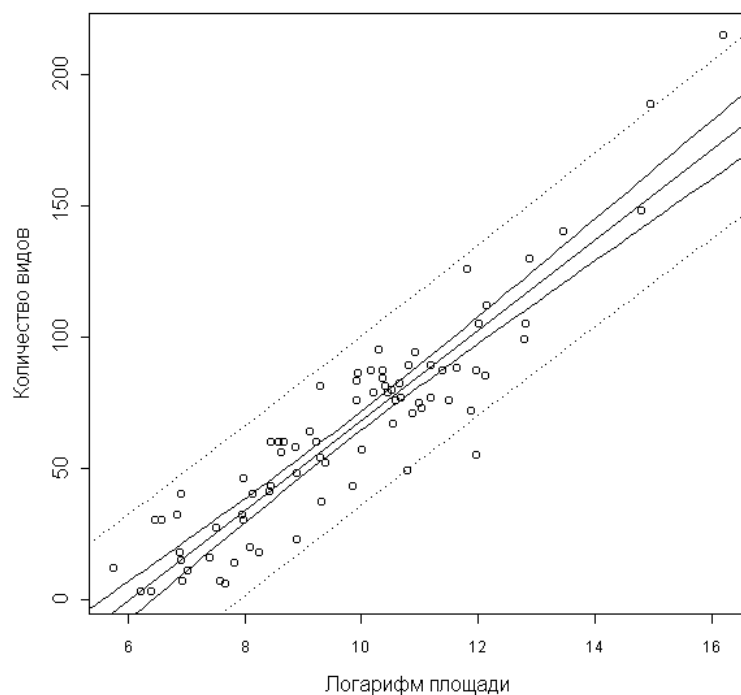
Сплошной Виды этой группы встречаются на всех или практически на всех (исключения составляют камни и баклыши) изученных островах (например, *Atriplex nudicaulis*).

Классификация островов

Изучение флористического состава и абиотических характеристик островов позволило выяснить, что:

- 1) Зависимость между количественным составом флоры и размерами островов логарифмическая.
- 2) Расположение островов не оказывает существенного влияния на их флористическое сходство.
- 3) На классификацию островов влияет прежде всего размер острова, затем расстояние до материка, а также относительная площадь, занимаемая некоторыми биотопами, такими как лес, вороничник, приморский луг и приморские скалы.
- 4) Выделенные в результате анализа «процента уникальности» наборы характерных видов позволяют отнести остров к той или иной группе классификации даже без учета абиотических характеристик. Например, к одной из получившихся групп (кластеров) относятся наиболее крупные острова, в том числе Сидоров и Кишкин. Наиболее важные их характеристики — это крупная (больше 150000 м²) площадь, наличие леса и большой объем территории, занятой приморскими лугами. Наиболее важные для отличия этой группы виды — *Maianthemum bifolium*, *Orthilia secunda*, *Melampyrum pratense*, *Gymnocarpium dryopteris*, *Polygonum viviparum*, *Lycopodium annotinum*.

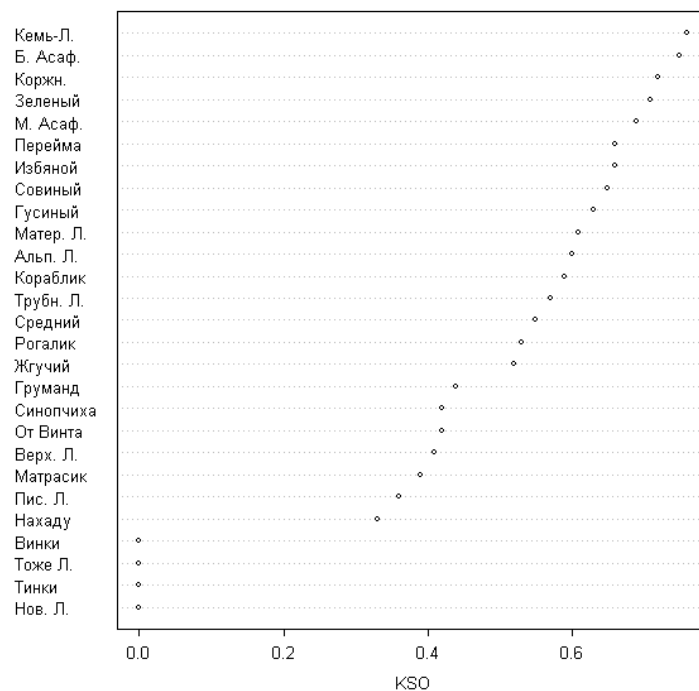
Зависимость между площадью острова и количеством видов (в логарифмической шкале):



Изменения флоры Кемь-Лудского архипелага

Списки флоры Кемь-Лудского архипелага, полученные в 1962 и 2001–2004 гг., исследованы различными методами анализа данных. Установлены основные особенности как динамики флоры островов и групп островов, так и динамики ареала отдельных видов и групп видов. Определяющими динамику флоры факторами являются размер острова и его доступность ветрам. Соседство с флористически богатым островом не предотвращает убыль флоры, но играет определенную роль в увеличении видового состава. Лес, вороничник и в меньшей степени верховое болото стабилизируют «флористическую картину» острова, тогда как обилие скальных участков приводит к дестабилизации. Роль птиц во флористических изменениях заключается не столько в изменении, сколько в поддержании флоры островов. Многие наблюдаемые эффекты связаны с общим обмелением проливов, а также, возможно, с улучшением локального климата.

Острова Кемь-Лудского архипелага, расположенные в порядке возрастания степени изменения флоры (сверху вниз):



Проблема *Alnus kolaënsis*

Методами многомерного анализа данных проведено сравнение формы и размеров листьев *Alnus incana* s.str., *A. glutinosa*, *A. barbata* и *A. kolaënsis* при помощи классической и геометрической морфометрии. Мы выяснили, что: (1) результаты анализа данных, полученных методами геометрической и классической морфометрии, различаются; (2) *A. kolaënsis* не следует рассматривать как таксон, обособленный от *A. incana*; (3) *A. barbata* представляет собой таксон видового ранга, наиболее близкий к *A. glutinosa*; (4) для описания формы листа методами геометрической морфометрии больше всего подходит разметка на основе концевых точек жилок второго порядка.

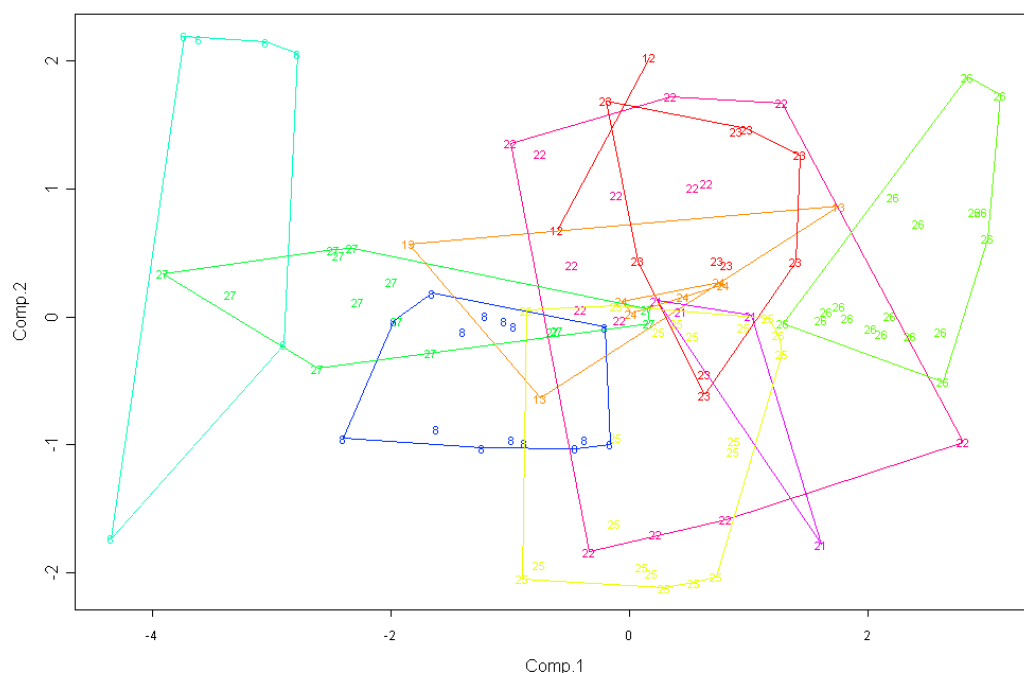
Результаты анализа главных компонент для группы *Alnus* «*kolaënsis*» (выделяются только группы *A. incana* s.l. и *A. glutinosa*):

личаются островные популяции от материковых. На основе полученных данных можно в дальнейшем оценить темпы эволюции. Для оценки темпов эволюции будут использоваться статистическая дистанция между материковыми и островными популяциями и возраст островов, вычисленный через высоту острова.

Всего в 2003–2004 гг. было измерено 2498 растений из 171 популяции, собранных на 49 островах и на материке. Проанализировав данные, мы выяснили, что у наших видов некоторые островные популяции значительно отличаются от материковых. В целом, можно сказать следующее: наибольшую значимую изменчивость имеют популяции *Achillea*, *Rhodiola* и *Carex aquatilis*, а наименьшую – *Carex recta* и *Parnassia palustris*. Из островов максимальные отличия по исследованным растениям демонстрируют крупные острова Кемь-Лудского архипелага, такие как Б.Асафьев, Кемь-Лудский, Избяной и Зеленый, а также некоторые изолированные острова Кив-губы (Одинокие Луды) и Сидоровы острова (Сидоров и Высокая Луда). Как видно, наиболее отличающимися являются популяции крупных и удаленных от материка островов, что согласуется с гипотезой однократного заселения и последующего отбора. Все отличия являются статистически значимыми (для проверки значимости использовался дисперсионный анализ, вычислялись значения критериев Фишера и Уилкса). Более половины использованных признаков показали высокую ценность для различения островных и материковых популяций. Во многих случаях отличия от материковых популяций обнаруживают популяции с соседних островов, что может являться свидетельством заселения соседних островов друг с друга. Есть также примеры близких друг другу популяций с несоседних островов, что можно объяснить либо независимой эволюцией, либо недостатком данных по «промежуточным» островам. Близкие к матерiku острова, за редкими исключениями, не содержат отличающихся популяций.

Несмотря на различия между популяциями, каждую из исследованных групп растений (за исключением *Carex recta/salina*) не удастся разделить на отдельные виды, что говорит в пользу укрупненного понимания видов. Интересным дополнительным результатом является найденное различие между мужскими и женскими растениями родиолы по форме листьев.

Анализ главных компонент для островных и материковых популяций *Carex aquatilis* (многоугольники ограничивают популяции):



Озера окрестностей губы Чупа

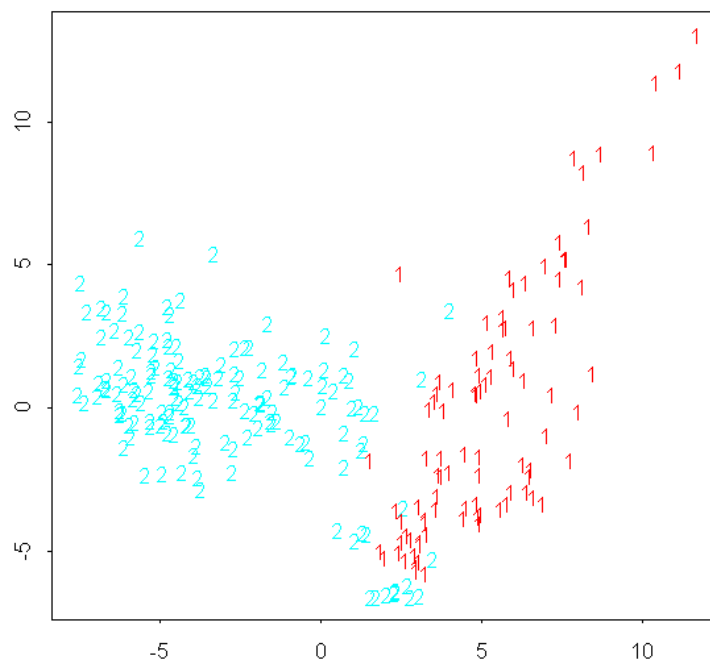
Классификация озер

Пресноводные озера представляют собой хороший объект для изучения локальных флор, экологии и распространения связанных с водоемами растений. Для охраны водоемов необходимо знать, какие типы водоемов существуют, чтобы правильно планировать работу, охранять в первую очередь наиболее типичные озера из всего многообразия (так получается дешевле), кроме того необходимо иметь данные по флорам озер для охраны отдельных видов растений. Всего исследовано 152 озера на Карельском берегу Белого моря, в окрестностях города Апатиты, в Московской области и в Удомельском районе Тверской области близ озера Молдино.

Мы выяснили, что (а) статистические методы классификации, которыми мы пользовались, позволяют получить адекватное распределение озер по группам: полученные результаты вполне объяснимы; (б) озера Центральной России четко отличаются от карельских; (в) карельские сфагновые (сплавинные) озера и среднерусские болотистые хорошо выделяются, хотя и не всеми способами анализа; сфагновые озера из Центральной России не выделяются, однако

озера с заболоченными берегами формируют отдельную подгруппу; (г) взаимное расположение озер влияет на степень их сходства, особенно хорошо это видно на примере озер, находящихся в непосредственной близости друг от друга; однако, это влияние заметно не всегда, здесь работают и другие факторы, например, по-видимому, степень зарастания озера, его происхождение, и пр.; (д) существуют виды-индикаторы, по которым можно определить, к какой группе озеро может быть отнесено.

Многомерное шкалирование описаний озерных площадок (Карелия и Тверская область):



Исследование хронобиологии *Nymphaea*

Проведено статистическое описание динамики поведения цветков кувшинки чисто-белой (*Nymphaea candida* Presl.) с использованием данных двух сезонов полевых наблюдений за цветками. Мы выяснили, что изменение степени открытости цветков является эндогенным ритмическим процессом, а изменению степени погруженности цветков свойственна слабовыраженная ритмичность экзогенной природы. В случае несоответствия фотопериода естественному для средней полосы мы не наблюдаем синхронного изменения степени открытости и степени погруженности цветка.

Усредненная динамика степени открытости цветков кувшинки

белой (сплошная линия) и ее периодическая составляющая (пунктирная линия):

