

УДК 502.75 : 581.9

© Б. А. Юрцев

МОНИТОРИНГ БИОРАЗНООБРАЗИЯ НА УРОВНЕ ЛОКАЛЬНЫХ ФЛОР

B. A. YURTSEV. THE BIODIVERSITY MONITORING AT THE LEVEL OF LOCAL FLORAS

Принятая мировым сообществом в 1992 г. Конвенция о биоразнообразии (БР) включает в себя требование осуществления мониторинга БР. Последний необходим как для своевременного принятия мер по сохранению БР, так и для выявления воздействий глобальных изменений среды на биоту. Узловой уровень выявления и мониторинга БР — ландшафтный. Высказано и обосновано предложение использовать для мониторинга БР сеть локальных флор (ЛФ), изученных последователями А. И. Толмачева во многих сотнях пунктов бывшего СССР, особенно северных и высокогорных. Предложены критерии отбора ЛФ для целей мониторинга, схема паспортизации таких ЛФ, программа их изучения и периодического перенесения. Приоритет при создании сети отдается особо охраняемым природным территориям и биологическим и комплексным стационарам. Сеть ЛФ должна отражать биохорологическое и ландшафтное разнообразие биоты.

Международная конвенция о биологическом разнообразии (БР), принятая на специальной конференции Генеральной Ассамблеи ООН в 1992 г. в Рио-де-Жанейро, включает в себя требование обеспечить мониторинг БР (т. е. регулярное слежение за состоянием объекта) на национальном и международном уровнях. Сюда входят: исследование и регулярное (через определенные интервалы) переисследование БР биоты по стандартным программам, сравнение его состояний в разные временные срезы (по стандартным параметрам оценки биоты), выявление трендов изменений, сопоставление их со сдвигами значений параметров среды, причинный анализ изменений, выводы о необходимых мерах сохранения БР.

Часть выявленных изменений БР является следствием глобальных изменений среды и может служить их биологическим индикатором. Кроме того, длительное слежение за фиксированными биологическими объектами может дать в наши руки драгоценные прямые свидетельства о сукцессионной динамике, эволюционных процессах, филогенезе, флоро- и фауногенезе. Но для этого важно как можно скорее начать временные ряды наблюдений.

Мониторинг БР на уровне локальных флор (ЛФ)

До сих пор не существует общепринятого определения БР. На первых двух совещаниях Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН (БИН) и Зоологического института РАН (ЗИН) по проблеме БР в 1990 г. мною предложено определять биологическое разнообразие как разнообразие организмов (собственно БР) и их природных сочетаний (биохорологическое разнообразие — БХР) (Юрцев, 1991, 1992); первое делится на таксономическое (по родству) и типологическое (по любой категории признаков, не сводимых к родству); опорные уровни БХР — уровень сообщества, уровень ландшафта, уровни биохории того или иного ранга.

Применительно к задаче мониторинга собственно БР (в частности, таксономического) базовый уровень мониторинга — уровень вида (видовое разнообразие — ВР). Базовый уровень мониторинга БХР — уровень биоты ландшафта, которому соответ-

ствуют конкретные, или элементарные флоры (КФ), фауны, биоты в духе концепции А. И. Толмачева (Толмачев, 1931, 1941; Юрцев, 1975а, 1982, 1987а), а также (приближенно) локальные флоры (Шеляг-Сосонко, 1980; Юрцев, 1982). Согласно В. Б. Сочаве (1978), уровень ландшафта находится на стыке топологического (внутриландшафтного) и регионального уровней, он охватывает биоту всего спектра сообществ, экотопов (биотопов), свойственных данному ландшафту, существующих при одинаковом макроклимате, имеющих единую природную историю.

Важным условием единства элементарной флоры, по Толмачеву, является то, что в ее пределах на однотипных экотопах существует весьма сходный (в идеале — идентичный) набор видов, за вычетом случайных различий в составе редких или спорадических видов. Таким образом, КФ характеризуется набором типов экотопов и набором видов в каждом типе. Толмачев (1931) различал собственно КФ как флору естественного природного контура и площадь ее выявления, которую он первоначально принимал равной 10×10 км.

В отечественной сравнительной флористике получило широкое хождение близкое, но не тождественное понятие — локальная флора (ЛФ), т. е. флора окрестностей данного географического пункта, или проба флористической ситуации в нем (Юрцев, 1975а, 1982, 1987а; Шеляг-Сосонко, 1980). Если этот пункт расположен в пределах однородного ландшафта, ЛФ совпадает с флорой площади выявления КФ; однако ЛФ может включать части 2—3 смежных КФ или располагаться в пределах флористического экотона (например, размытой фитогеографической границы, где вообще трудно говорить о флористической однородности).

Ландшафт с его биотой представляет важную единицу естественной иерархии природных экосистем надбиогеоценотического уровня (Юрцев, 1982, 1984).

Ландшафтный подход к выбору полигонов для мониторинга БР, вследствие природной мозаичности ландшафтов даже в пределах единой фитоценозы, с логической неизбежностью предполагает создание сети эталонных (базовых) конкретных или локальных флор (фаун, биот), представительной для биохорологического разнообразия крупного региона (зоны, биогеографической области, континента, наконец, всей планеты) и соответствующей сети выделов того или иного биогеографического районирования. В принципе же, каждый своеобразный контур ландшафтного уровня может претендовать на включение в сеть ЛФ (локальных биот) для мониторинга БР.

Подходы к созданию сети ЛФ для мониторинга БР: приоритеты

Приоритет при создании такой опорной сети должны иметь стационары и станции, где проводилась (нередко — в несколько этапов) инвентаризация основных групп организмов. К ним примыкают постоянные базы летней практики студентов-биологов и прежде всего особо охраняемые природные территории (ООПТ), такие как заповедники и национальные парки. Поэтому уже сейчас такая сеть, при всей ее неравномерности и (местами) разреженности, может иметь циркумполярный или даже глобальный характер.

В странах бывшего СССР (если говорить о растительном мире) такая сеть будет намного плотнее на территориях, изученных методом КФ, особенно на Чукотке и Ямале. Сходная по плотности сеть изученных ЛФ существует на северо-западе Российской Арктики, Таймыре, в низовьях Лены (арктическая Якутия), на северо-востоке Европейской России, в некоторых частях Украины, Белоруссии, в Западных и Восточных Саянах, на Алтае, Становом нагорье и т. д.

Для стран Западной Европы, где достигнута высокая плотность доступной флористической информации и где флористические исследования ведутся методом обследования регулярной сети квадратов (чаще 10×10 км), в качестве базовых ЛФ могут быть использованы флоры представительных квадратов или групп квадратов, с применением методологии ЛФ (Юрцев, 1987б).

Таким образом, основа подобной сети для растительного мира России и многих сопредельных стран фактически уже существует. Следует лишь отобрать из сотен изученных ЛФ те, что отвечают определенным критериям, и нанести их на сетку выделов флористического или биогеографического, желательны также ландшафтного районирования; тогда выявятся те биохории, где представительные ЛФ еще не изучались или изучены недостаточно (gap-analysis). Для тех биохорий, где изученные ЛФ не отвечают всем требованиям к полигону для мониторинга БР, целесообразно провести доисследование ранее изученных (удачно расположенных) ЛФ. Это проще и легче, нежели начинать работу с нуля.

Критерии отбора изученных ЛФ (или флор регулярной сети квадратов) для мониторинга БР

1. Основным критерием отбора является репрезентативность ЛФ для того или иного выдела районирования, также зоны или подзоны, их конкретного сектора и типа ландшафта (в их пределах).

2. Другим критерием является уникальность ландшафта или его частей, т. е. наличие неповторимых элементов в его пределах: «точечных» эндемиков (известных из одного пункта), резко дизъюнктивных реликтовых популяций, редких флористически самобытных экотопов или даже реликтовых сообществ (например, реликтовых степных урочищ на Чукотке или о-ва Врангеля (Юрцев, 1981) или биоценозов термоминеральных источников (Экосистемы..., 1981)).¹

3. Заслуживают включения в сеть мониторинга БР не только типичные участки, представительные для тех или иных выделов районирования, зоны (подзоны) и т. д., но и участки экотона между фитоценозами или зонами (подзонами), а также области контакта контрастных районов или ландшафтов. Ведь именно здесь последствия глобальных изменений климата (в первую очередь, его гидротермических соотношений) должны проявиться раньше всего и в наиболее резкой форме. Кстати, именно поэтому концепция локальных флор (биот) имеет преимущества с точки зрения задач мониторинга перед таковой конкретных (или элементарных) флор как флористически гомогенных контуров.

4. Большое значение имеет полнота изученности флоры (биоты). О полноте выявления состава данной ЛФ в отношении той или иной крупной группы организмов можно предварительно судить по эмпирическим контрольным цифрам видового богатства. Так, ЛФ (сосудистых растений) на востоке Чукотского п-ова в 2—3 раза богаче видами, нежели таковые п-ова Ямал в тех же подзонах. В первых ЛФ, флоры, содержащие более 300 видов и подвидов сосудистых растений, весьма обычны (максимум 450 видов и подвидов в окр. пос. Яракыннот на побережье пролива Сенявина), во вторых ФЛ, флоры, содержащие более 100 видов, уже достаточно редки в более северных подзонах; примерно в таком же соотношении находятся локальные флоры о-ва Врангеля (подзона арктических тундр) и таковые о-ва Элсмira (на северо-востоке Канадского Арктического архипелага) или о-вов Шпицбергена из той же подзоны.

5. Придержками для отбора могут служить также сведения о продолжительности обследования, повторности, квалификации специалистов, проводивших полевое обследование и последующую идентификацию сборов (если это не одно и то же лицо); примерная схема паспортизации ЛФ приводится далее (см. Приложение).

6. Наличие составленных в полевых условиях (с последующей корректировкой по результатам обработки коллекций) эколого-ценотических аннотаций флористического списка, включающих данные по обычности—редкости каждого вида, его внутриландшафтной активности и его распределению по экотопам и сообществам

¹ При всей противоположности критериев 1 и 2, лучше говорить о чертах представительности и чертах уникальности в данном ландшафте, данной КФ или ЛФ.

(желательны также данные по составу парциальных флор сообществ (ценофлор) и экотопов (местообитаний)).

7. Четкая топографическая привязка наиболее ценных флористических находок к топографической основе (карте) или аэрофотоснимку, что позволит контролировать сохранность популяций особо редких видов.

8. Важный дополнительный (не облигатный) аргумент за включение данной ЛФ в сеть пунктов мониторинга БР — изученность на одной и той же территории состава основных таксономических групп (сосудистых растений, мхов, лишайников, микро- и макромитозов, почвенных водорослей), а также геоботаническая изученность участка (наличие банка описаний сообществ, крупномасштабной карты растительности, профилей-трансектов и т. д., желательны с привязкой к топографической основе). Если же подобные работы на территории ЛФ ранее не проводились (обследован лишь состав сосудистых растений), то целесообразнее дообследовать представительные участки в указанных отношениях, нежели начинать общее обследование «на голом месте».

Особенности изучения ЛФ для мониторинга БР

Программы обследования (выявления) ЛФ для мониторинга БР должны быть достаточно стандартизированы и традиционны, но они должны иметь и свою специфику, отражающую установку на мониторинг, т. е. на объективную констатацию временных изменений флоры и растительности.

Стандартные программы детального изучения флоры, обсужденные и, в целом, одобренные на II рабочем совещании по сравнительной флористике в Неринге в 1983 г., были опубликованы (Юрцев, Камелин, 1987), в их основе — методология изучения КФ. Программы подразделяются на 4 уровня по «интенсивности» обследования, предполагающие различную длительность полевого обследования и неодинаковую укомплектованность бригады специалистов. Этим уровням соответствуют программы биогеографических эталонов (программа-минимум изучения КФ и общая геоботаническая характеристика территории с необходимым минимумом описаний растительности), биогеографических (1—3-летних) полустационаров, более длительно работающих стационаров, постоянно (или очень длительно) действующих биологических станций (Юрцев, 1975б). Содержание самих программ приводится в цитированных работах.

Несмотря на то что, в принципе, речь должна идти о выявлении и мониторинге БР всей биоты, программа на настоящем этапе разрабатывалась для автотрофных компонентов биоты — растений как прикрепленных к субстрату организмов. Близкие подходы должны существовать и к изучению БР прикрепленных таксонов грибов, возможно, и ряда групп почвенных беспозвоночных. Определить формы возможного участия в предлагаемой программе мониторинга БР специалистов по высоко подвижным группам животных должны сами зоологи.

Остановлюсь на специфике программ флористического мониторинга.

Мониторинг видового разнообразия

Для мониторинга видового разнообразия особое значение приобретает следующее.

1. Точный исчерпывающий учет набора видов и подвидов. Масштаб прогнозируемых глобальных изменений таков, что можно ожидать существенного смещения зональных и подзональных, а в их пределах — долготносекторальных границ, а следовательно, изменения состава флоры (биоты) в первую очередь за счет вымирания маргинальных малочисленных популяций редких видов (находящихся на пределе их распространения), с последующей миграцией индигенных видов и усилением

заноса антропохорных и иных видов человеком. Поэтому критический, узловой момент инвентаризации флоры — выявление и учет состава особо редких видов с точной регистрацией мест находок, вплоть до их картирования, «накалывания» на аэрофотоснимках, определения азимута и расстояния от точно фиксированных базовых пунктов, и т. д.

При использовании для целей мониторинга ранее полученных данных по видовому составу ЛФ следует считаться с объективной возможностью недоявления некоторого количества особо редких (неактивных) видов. Обнаружение их при повторном обследовании не является абсолютным доказательством их рецентной иммиграции, особенно если мы имеем дело с реликтовыми элементами флоры. И наоборот, особо редкие виды с крайне малочисленными популяциями (единичная находка немногих особей) могут быть пропущены при повторном обследовании, особенно если места их произрастания не были точно зафиксированы. Заключения о вероятной иммиграции или вымирании некоторых редких видов в данной ЛФ получают подкрепление, если выяснится, что «появившиеся» или «исчезнувшие» виды группируются в ботанико-географические плеяды, например, если исчезли исключительно или преимущественно криофильные элементы флоры, а появились только относительно термофильные. Изменения в числе и составе антропохорных, адвентивных, рудеральных и им подобных элементов флоры в районах, испытывающих существенное антропогенное воздействие, а тем более в созданных человеком ландшафтах (Ильминских, 1993, 1995), вполне естественны и могут происходить вне всякой связи с изменениями климата. Для более точной регистрации состава особо редких видов полезно специальное обследование (с провешиванием на местности) экологически своеобразных урочищ со скоплением реликтовых элементов (например, степных склонов в тайге или тундре, термальных урочищ вблизи термоминеральных источников, лесных «островов» в южной гилоарктической тундре и т. д.).

В целом же объективные трудности исчерпывающей регистрации состава видов на представительном участке того или иного ландшафта должны учитываться при осуществлении мониторинга и интерпретации его результатов, однако они не могут служить основанием для отказа от мониторинга на базовом уровне БХР — уровне ландшафта, КФ или ЛФ.

2. Количественная характеристика местной популяции каждого вида. В зависимости от продолжительности и детальности обследования она может быть дана: 1) в самой слабой шкале наименований (1 находка, редок, не редок, обычен и т. д.; желательно также с качественным обозначением обилия, т. е. численности популяций); 2) в шкале порядков: баллы активности (Юрцев, 1968, 1982; Юрцев, Петровский, 1994) — комплексная характеристика, учитывающая широту экологической амплитуды (спектр экотопов), равномерность распределения по территории ЛФ (встречаемость) и уровень численности на характерных для вида экотопах; 3) в самой сильной шкале отношений, например через расчет среднего проективного покрытия в ландшафте, т. е. насыщения территории данным видом (последнее актуально для массивов, фоновых видов; Юрцев, 1982).

В рамках детальных программ возможно картирование и специальное демографическое (и даже генетическое) изучение микропопуляций особо редких видов по существующим методикам (Ценопопуляции..., 1976).

Если при мониторинге видового разнообразия мы в первую очередь обращаемся к редким и особо редким видам, то при учете изменений весовых характеристик видов мы имеем дело в значительной степени с контингентом «обычных» регулярных (в том числе и фоновых) компонентов флоры и с ее «выровненностью». Это согласуется с подходом к флоре как системе местных видовых популяций в их демографическом понимании (Юрцев, 1982, 1987а, 1994), подходом, в котором органично пересекаются интересы флористов и геоботаников.

Использование оценки активности в баллах (в шкале порядков) также сопряжено с опасностью некоторого субъективизма при регистрации изменений активности (или даже общности—редкости) вида. Опасность эта снизится, если изменения активнос-

ти вида значительны (например, от III балла к I, от II к IIIA) и особенно если виды, у которых отмечено повышение (или, напротив, понижение) активности, образуют четкие ботанико-географические или эколого-ценотические плеяды (сравнение изменения частот баллов в разных группах видов). Полезен также анализ изменений основных компонентов активности, например изменений числа типов (или даже классов) экотопов, в которых встречается вид, проективного покрытия и константности вида на освоенных им типах экотопов и общей их доли от площади ландшафта (ЛФ, ПФ).

3. Характеристика внутриландшафтного распределения вида, отражающая его ассоциативные возможности и отношение к конкретным биотопам. Эти показатели вида могут существенно меняться при существенных изменениях ландшафтно-климатических условий.

Внутриландшафтные позиции вида могут быть отражены через набор сообществ (синтаксонов), в которых вид встречается (с учетом его константности, обилия и иных показателей ценотической значимости), либо через набор экотопов (биотопов), определяемых через характер растительности в привязке к местоположению (энтопию, т. е. элементу рельефа и почвообразующей породе), либо непосредственно через набор местоположений (например, водоразделы, террасы, склоны, долины и их элементы). Этот раздел изучения флоры тесно смыкается с задачами геоботаники и экопотологической флористики: систематизацией и классификацией сообществ, экотопов (биотопов), местоположений (энтопиев) и раздельным изучением населяющих их комплексов видов (ценофлор, парциальных флор) (Юрцев, 1994). Крайне желательна унификация подходов хотя бы в рамках единого регионального проекта. В любом случае, при повторных обследованиях флоры одного и того же пункта через определенные интервалы необходимо использовать один и тот же подход во избежание грубых искажений (как артефакта методики).

4. Выявление сукцессионного статуса вида, т. е. его места и роли в конкретных сукцессионных рядах и сукцессионной системе в целом (Кучеров, 1995) — очень важный подход к изучению внутриландшафтных позиций вида, требующий, однако, постановки специальных фитоценологических исследований. Ведь на одном и том же типе местоположений (в одном ландшафте) набор и отношения видов могут существенно различаться в зависимости от стадии сукцессии. Соответственно при крупных и быстрых изменениях климата направление и скорость сукцессий конкретных сообществ могут изменяться.

5. В рамках наиболее детальных программ возможно раздельное картирование популяций разных видов растений (например, на основе геоботанической или ландшафтной карты) и затем наложение и сопряженный анализ узоров распределения разных групп видов в данном ландшафте, а также изменений ситуации в разные циклы обследования.

Мониторинг надвидового таксономического и типологического БР

Состав и относительная роль в ландшафте надвидовых таксонов и различных элементов типологического разнообразия (таких как географические и экологические элементы, жизненные формы (ЖФ) и т. п.), в принципе, могут быть выражены через обобщение (суммирование или объединение) данных по набору и различным характеристикам видов, относящихся к соответствующим надвидовым категориям (которые представляют собой своего рода надстройку над видовым разнообразием). Однако в ряде случаев возможен и целесообразен прямой учет этих категорий, например прямой визуальный учет роли и распределения в ландшафте различных ЖБ (деревьев, кустарников, кустарничков, многолетних трав и т. д.), тем более, что один и тот же вид может быть представлен несколькими жизненными формами (формами роста). Такой учет может вскрыть причины и природу наблюдаемых при мониторинге изменений БР. Так, вымирание всех деревьев — симптом резкого похолодания или аридизации климата, либо экстремальной интенсивности загрязнения среды. При

выборе типологических элементов или крупных таксонов для прямого мониторинга приоритет должен быть отдан индикаторным (функциональным в смысле J. Holten (1990)) категориям, находящимся на данной территории вблизи, по крайней мере, одного из своих климатических пределов распространения и потому особо чутко реагирующим на изменения климата.

Вот некоторые примеры.

Арктическая флористическая область (или сходная с ней по своему ареалу тундровая зона) резко отличается от (циркум)бореальной области (сходной во многом по распространению с таежной зоной, или зоной бореальных лесов) практическим выпадением отдела голосеменных, в частности хвойных (вне полосы экотона), определяющего лицо бореальных флор. Подзона высокоарктических тундр тундровой зоны (часто трактуемая как зона полярных пустынь) отличается от всех более южных подзон полным выпадением даже на переувлажненных местообитаниях представителей сем. *Cyperaceae* (родов *Carex* и *Eriophorum*).

Соотношение видового разнообразия таксонов растений высшего ранга (сосудистые растения—листостебельные мхи—напочвенные лишайники) также изменяется в Арктике от подзоны к подзоне. По данным Н. В. Матвеевой (1995), для Таймыра в подзоне южных гипоарктических тундр это соотношение составляет 1.0 : 0.9 : 1.1, в подзоне северных гипоарктических (типичных) — 1.0 : 0.9 : 1.0, в подзоне арктических тундр — 1.0 : 1.5 : 1.8 (перевес бессосудистых споровых уже очевиден), в подзоне высокоарктических тундр (зоне полярных пустынь; Матвеева, 1995) оно достигает максимума — 1 : 2 : 3. При этом обеднение видового состава споровых отмечается лишь в самой северной подзоне, тогда как состав сосудистых — более чуткий индикатор подзональных смен на протяжении всей тундровой зоны.

Чуткий и, можно сказать, ключевой индикатор зональных изменений растительного покрова в Арктике — изменение состава и соотношения представителей различных ЖФ сосудистых растений. С юга на север происходит выпадение сначала деревьев, затем стлаников и кустарников, затем гемипростратных (в первую очередь вечнозеленых) кустарничков, далее — простратных летнезеленых кустарничков, а в последнюю очередь — таковых с подземными корневищами и сильно редуцированной наземной сферой (*Salix polaris*, *S. rotundifolia*) и, напротив, переход представителей различных травянистых ЖФ к подушковидному росту в арктических и высокоарктических тундрах. Очень показательно также изменение формы роста одного и того же вида, например *Salix pulchra* демонстрирует переход от ЖФ 5—6-метровых деревьев (пойменные леса) к ЖФ низкого кустарника и, наконец, простратного кустарничка.

Те же последовательные изменения в пунктах мониторинга будут свидетельствовать о крупных изменениях климата.

Важно учитывать также изменение ценотипа, ценотической роли, стратегии вида. Так, крохотный злак *Phippsia algida* у южных границ тундровой зоны — эксплерент-нитрофил; он же в высокоарктических и отчасти арктических тундрах — массовое растение на плакорных суглинках. Многие другие типично арктические виды появляются у южных границ тундры (в Гипоарктике) лишь на обрывах, галечниках, т. е. в местах с ослабленной конкуренцией. Это иллюстрирует необходимость наблюдений за изменением роли в растительном покрове (включая исчезновение и появление) представителей тех или иных географических элементов флоры, в первую очередь индикаторных, находящихся на данной территории у одного из своих климатических пределов (по теплообеспеченности лета или степени континентальности—океаничности климата). Удачный пример подобного анализа можно найти в работе Holten (1990) по фитогеографии Скандинавии.

Периодичность переисследования биоразнообразия в пунктах мониторинга должна быть установлена эмпирически. Едва ли она может быть меньше (10)20—30 лет, исключая районы интенсивных антропогенных воздействий.

Так, при повторной инвентаризации некоторых конкретных флор Псковской области с интервалом более 30 лет выявились лишь небольшие изменения в составе

аборигенных видов (выпадение некоторых раритетов, частично в связи с антропогенным разрушением экотопов) и заметные изменения в составе адвентивной части флоры (Иванова, 1995).

Трехкратная инвентаризация состава и структуры сообществ среднерусской лесостепи в 25-летний период (Нешатаев, 1995), выполненная выборочно-статистическим методом (закладка пробных площадей через 100 м по параллельным ходам), показала существенную мезофитизацию лесных, луговых и степных сообществ, чему способствовала роющая деятельность животных на заповедных участках; к сожалению, исчерпывающей инвентаризации флоры при этом не проводилось. Значительные сдвиги в составе сообществ отчасти могли быть связаны с расположением полигонов для геоботанического мониторинга в зоне лесостепного экотона (на стыке двух зон).

Флоры антропогенных ландшафтов (городов Вятско-Камского края; Ильминских, 1995) за 50—70 лет обновилась на 40—70 % и при этом значительно обогатилась адвентивными видами (с усилением роли южных, средиземноморских, американских, восточных и континентальных элементов флоры).

Разделы программы мониторинга, требующие специальной разработки

В программу мониторинга БР на уровне ландшафта целесообразно включить также следующие разделы.

1. Особенности мониторинга БР бессосудистых споровых компонентов флоры (как известно, они отличаются, в среднем, намного более обширными ареалами, но сильно дифференцированы по микрошкалам).

2. Особенности мониторинга БР на антропогенно сильно трансформированных территориях.

3. Обсуждение группой заинтересованных ботаников, недавно проведенное в БИН РАН (серия встреч), привело к заключению о желательности разработки геоботанической подпрограммы мониторинга, тесно сопряженной с флористической, и к первым шагам по ее созданию. Подпрограмма включает 3 раздела: а) мониторинг на уровне сообществ, заложение постоянных пробных площадок в разных сообществах (с необходимой повторностью); б) мониторинг структуры растительного покрова на уровне комбинаций сообществ разного порядка: микро-, мезо-, макрофитоценозов, с крупномасштабным картированием и заложением постоянных полигонов-трансектов; в) изучение сукцессионных рядов и сукцессионных систем и их трансформации с учетом того, что в результате крупных изменений климата неизбежна деформация флор, уровню ландшафтов).

Среди перечисленных форм геоботанического мониторинга наиболее эффективным представляется заложение полигонов-трансектов через основные элементы ландшафта по градиенту ведущих экологических факторов (таких как увлажнение почвы, миграция почвенных растворов, температурный режим приземного слоя атмосферы и почвы и т. д.). Можно ожидать, что макроклиматические изменения будут сопровождаться существенными сдвигами микроклиматических и почвенных режимов прямодействующих факторов, а следовательно, и перемещением видов по профилю, что ранее всего проявится в экотонных зонах.

Геоботанические методы мониторинга БР (подобные заложению постоянных пробных площадок и трансектов) позволяют быстро и точно регистрировать изменения растительности во времени. Однако последние могут отражать не глобальные изменения климата, а всего лишь эндогенные сукцессии. Периодическая аэрофотосъемка и космическая съемка растительности отображают общую перестройку растительного покрова на разных уровнях территориальной размерности (включая ландшафтный). Однако только периодическое наземное флористическое обследование территории ЛФ и КФ с охватом максимального ландшафтного разнообразия экотопов (биотопов) способно отразить временные изменения набора видов, населяющих данную терри-

торию, изменения их состояния и ландшафтных позиций. При этом флористические и собственно геоботанические данные взаимодополняют и во многом объясняют друг друга.

Для успешной реализации программы должны быть созданы компьютерные базы данных (БД) (или, точнее, системы БД), разработаны их структура и программное обеспечение (Зверев, 1995). Такая система БД должна иметь двухъярусную структуру, объединяя: а) региональную БД по локальным флорам, с подразделениями для субрегионов (так, БД по ЛФ Азиатской Арктики подразделяется на БД по Западно-Сибирской Арктике, Таймыру, арктической Якутии, Чукотке с единой таксономической основой); б) базы данных по парциальным флорам или сообществам — в том случае, когда для ЛФ такие данные имеются (на той же таксономической и биогеографической основе, что и БД по ЛФ). Последние как раз и будут давать исходный материал для объективной оценки ландшафтных позиций видов, их активности. Должна быть также предусмотрена возможность введения в БД эколого-ценотической характеристики каждого вида в текстовом режиме, а также регистрация состояния флоры по всем ее параметрам в разные временные срезы, с вычислением мер сходства и различия между разными ее состояниями по стандартным показателям.

При отборе изученных ЛФ для включения в сеть пунктов мониторинга (в соответствии с рассмотренными выше критериями) целесообразно следовать кластерному принципу: в сеть в ряде случаев включаются соседние ЛФ, взаимодополняющие в отношении спектра экотопов; наиболее хорошо изученная ЛФ кластера будет базовой, прочие — вспомогательными.

Настоящая работа была поддержана Государственной научно-технической программой «Биологическое разнообразие» (грант № 2.1.42бр) и Российским фондом фундаментальных исследований (грант № 96-04-49779).

ПРИЛОЖЕНИЕ

Паспорт-анкета базовой локальной флоры

1. Стандартное название пункта.
2. Топографическое положение относительно пунктов на карте, привязка к гидро-сети.
3. Географические координаты.
4. Даты обследования, коллекторы.
5. Размеры обследованного участка.
6. Зона, подзона.
7. Выдел флористического районирования.
8. Характер ландшафта, литологический состав пород.
9. Амплитуда абсолютных высот, преобладающие высоты.
10. Степень представленности флоры в сборах, места хранения коллекций.
11. Степень обработанности сборов.
12. Число видов (подвидов).
13. Библиография (публикация полного списка, интересные находки, данные о флоре в иных публикациях).
14. Мотивировка включения данной ЛФ в сеть мониторинга БР.
15. Автор-составитель.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Зверев А. А. Опыт разработки интегрированной ботанической информационной системы // II совещание «Компьютерные базы данных в ботанических исследованиях», Санкт-Петербург, 17—19 апреля 1995. Тез. докл. СПб., 1995. С. 3.

- Иванова Н. М. Метод элементарных (конкретных) флор как база для изучения изменений в составе флоры (на примере некоторых элементарных флор Псковской области) // Совещ. «Факторы таксономического и биохорологического разнообразия». СПб., 1995. С. 35.
- Ильминских Н. Г. Флорогенез в условиях урбанизированной среды (на примере городов Вятско-Камского края): Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. СПб., 1993. 36 с.
- Ильминских Н. Г. Опыт мониторинга биоразнообразия городских флор России // Совещ. «Факторы таксономического и биохорологического разнообразия». СПб., 1995. С. 37.
- Кучеров И. Б. Сукцессионная динамика растительности и ее изучение. Проблема сукцессионного статуса вида // Антропогенная динамика растительного покрова Арктики и Субарктики: принципы и методы изучения. СПб., 1995. С. 115—134.
- Матвеева Н. В. Зональные факторы среды и структура растительного покрова тундровой зоны (на примере Таймыра) // Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. СПб., 1995. 48 с.
- Нешатаев Ю. Н. Мониторинг биоразнообразия методом выборочно-статистического картографирования (на примере заповедников среднерусской лесостепи) // Совещ. «Факторы таксономического и биохорологического разнообразия». СПб., 1995. С. 54.
- Сочава В. Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск, 1978. 319 с.
- Толмачев А. И. К методике сравнительно-флористических исследований. Понятие о флоре в сравнительной флористике. // Журн. Рус. бот. о-ва. 1931. Т. 16. № 1. С. 111—124.
- Толмачев А. И. О количественной характеристике флористических областей. М.: Л., 1941. 40 с. (Тр. Сев. базы АН СССР; Вып. 8).
- Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). М., 1976. 215 с.
- Шеляг-Сосонко Ю. Р. О конкретной флоре и методе конкретных флор // Бот. журн. 1980. Т. 65. № 6. С. 761—774.
- Экосистемы термальных источников Чукотского полуострова. Л., 1981. 142 с.
- Юрцев Б. А. Флора Сунтар-Хаята. Л., 1968. 236 с.
- Юрцев Б. А. Некоторые тенденции развития метода конкретных флор // Бот. журн. 1975а. Т. 60. № 1. С. 69—83.
- Юрцев Б. А. Координация исследовательских программ разной интенсивности как подход к комплексному изучению биосферы // Изв. АН СССР. Сер. биол. 1975б. № 4. С. 618—623.
- Юрцев Б. А. Реликтовые степные комплексы Северо-Восточной Азии. Новосибирск. 1981. 168 с.
- Юрцев Б. А. Флора как природная система // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1982. Т. 87. Вып. 4. С. 3—22.
- Юрцев Б. А. Флоры и наземные экосистемы // Современные проблемы географии экосистем. Тез. докл. Всесоюз. совещ. М., 1984. С. 33—35.
- Юрцев Б. А. Флора как базовое понятие флористики: содержание понятия, подходы к изучению // Теоретические и методические проблемы сравнительной флористики. Л., 1987а. С. 3—28.
- Юрцев Б. А. Элементарные естественные флоры и опорные единицы сравнительной флористики // Там же. 1987б. С. 47—66.
- Юрцев Б. А. Изучение биологического разнообразия и сравнительная флористика // Бот. журн. 1991. Т. 76. № 3. С. 305—313.
- Юрцев Б. А. Эколого-биологическая структура биологического разнообразия и стратегия его учета и охраны // Биологическое разнообразие: подходы к изучению и сохранению. СПб., 1992. С. 7—21.
- Юрцев Б. А. О некоторых дискуссионных вопросах сравнительной флористики // Актуальные проблемы сравнительного изучения флор. СПб., 1994. С. 15—33.
- Юрцев Б. А., Камелин Р. В. Программы флористических исследований разной степени детальности // Теоретические и методические проблемы сравнительной флористики. Л., 1987. С. 219—241.
- Юрцев Б. А., Петровский В. В. Флора окрестностей бухты Сомнительной: сосудистые растения // Арктические тундры острова Врангеля. СПб., 1994. С. 7—66.
- Holten J. I. Predicted floristic change and shift of vegetation zones in a coast-inland transect in Central Norway // Effects of climate change on terrestrial ecosystems. NINA Notat 4. 1990. P. 61—77.

Ботанический институт
им. В. Л. Комарова РАН
Санкт-Петербург

Получено 6 XII 1996