

**ОЦЕНКА И КАРТОГРАФИРОВАНИЕ
БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ**

(НА ПРИМЕРЕ ПРИМОРЬЯ)

Из анализа теперь уже достаточно обширной литературы по трактовке содержания концепции биологического разнообразия (Scott et al., 1987, 1993; Биологическое разнообразие: подходы..., 1992; Красилов, 1992; Биологическое разнообразие лесных ..., 1995; Бочарников, 1998, и др.) можно сделать краткое определение: *биоразнообразие это результат эволюционных преобразований живого вещества на Земле на различных уровнях его организации на рассматриваемый момент времени*. Вполне естественно, что биоразнообразие является или должно являться предметом изучения многих областей знаний: биологии, экологии, географии, информатики со всеми присущими им методами исследования. И в этом ряду картографирование и картографический метод исследования должны играть одну из ведущих ролей. Без карт оценки биоразнообразия о разработке стратегии и тактики его сохранения на конкретных территориях говорить не приходится.

Биоразнообразие часто ассоциируется с видовым разнообразием как отдельного сообщества, так и целого ландшафта или их группы — биома. Существует группа показателей, применяющихся при оценках обоих. Например, альфа-разнообразие отражает сложность фито-, зоо- и биоценоза, в наиболее простом варианте измеряется числом видов на единицу площади (Василевич, 1969; Миркин, Розенберг, 1983); чаще одновременно с этим оценивают и соотношение видов, т. е. разнообразия их количественного участия. Бета-разнообразие может быть измерено через число установленных синтаксонов одного ранга. Простейшей характеристикой гамма-разнообразия является список видов в пределах одного ландшафта или его морфологических частей (фаций, урочищ, местностей), характерный именно для данных природно-территориальных комплексов. По мнению В. И. Василевича (1992), между варьированием видов по одному или ряду градиентов среды нет принципиальных различий и целесообразнее рассматривать бета- и гамма-разнообразие как один тип (здесь — бета-). Ю. Одум (1986) сводит видовое разнообразие к двум основным вариантам: 1) видовое богатство, или плотность видов, которое характеризуется общим числом имеющихся видов; 2) выравненность, основанная на относительном обилии или другом показателе значимости вида и положении его в структуре доминирования.

Действительно, вид — основная структурная единица в системе живых организмов, качественный этап в их эволюции. Вид определяется Б. А. Юрцевым (1992) и как опорная единица учета биоразнообразия, хотя, по его же мнению, имеется серьезная проблема выбора концепции вида. С другой стороны, решение задачи оценки, и тем более картографической оценки биоразнообразия на сколько-нибудь значительной территории на детальном уровне через полное число видов, пока представляется просто невероятным.¹ Требуется иной подход к решению данных задач.

¹ Даже общее число видов растений, животных и микроорганизмов на Земле оценивается весьма приблизительно: от 5 до 30 млн. Из этого количества описаны и имеют видовое название около 2 млн. В Приморье только сосудистых растений насчитывается свыше 2000 видов.

Выбранный нами методологический подход к оценке и сохранению биоразнообразия основывается на экосистемных позициях, исходя из очевидного логического заключения: для сохранения генетического и видового (ценотического, структурного и т. д.) разнообразия необходимо позаботиться о сохранении разнообразия более высокого уровня — экосистемного (геосистемного). Таким образом, и сама оценка биоразнообразия может опираться на какие-либо интегративные, но обеспечивающие «представительство» всех биокомпонентов характеристики. Это реализуемо на уровне экосистем. В свою очередь, необъятность характеристик последних диктует поиск ограниченного числа параметров экосистем, отвечающих за их структурно-функциональный и динамический облик, а следовательно, и за биоразнообразие. Отметим, что аналогичный подход используется и Службой охраны природы США (Scott et al., 1987, 1993), имеющей большой опыт работы в заповедниках и национальных парках. За экосистемный подход для оценки и сохранения биоразнообразия выступает и ряд российских ученых (Юрцев, 1992; Красилов, 1992 и др.).

Содержательная суть экосистемного подхода такова. Элементы живой и неживой природы находятся в связи и во взаимодействии друг с другом, т. е. образуют эко- или геосистемы различных уровней и различной продолжительности существования. Соподчинение этих элементов по упрощенной схеме выглядит так: условия среды, или местообитания (рельеф, климат, воды, литология и др.), определяют процессы заселения конкретной территории растительными видами, что в свою очередь формирует условия становления и развития животного населения. В чистом виде это наглядно проявляется на пионерных территориях: новых островах, опустошенных катастрофическими извержениями вулканов или мощными цунами и др. Идет формирование первичных экотопов, заселение их пионерными растениями, формирование микро- и мезофауны, последовательные унификации и дифференциации элементарных и более сложных экосистем и т. д. (Игнатьев, 1979). Со временем такая система принимает более или менее устойчивое состояние, пока какая-либо очередная природная катастрофа или деятельность человека не выведут ее из равновесия. Конечно, в реальных экосистемах процессы взаимодействия много сложнее, но тем не менее названная схема в целом справедлива.

Из схемы вытекает важное следствие: многообразие животных и растительных видов и их численность определяются в первую очередь разнообразием условий их обитания или местопроизрастания. Мы назвали это разнообразием условий среды, или экотопическим разнообразием.

ЭКОТОПИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ

Оценка экотопического разнообразия является необходимым этапом изучения пространственной дифференциации компонентов живой природы на конкретных территориях, а также первым этапом комплексной оценки биоразнообразия. По существу, это оценка потенциала биоразнообразия или экологической емкости территории.

Оценка экотопического разнообразия предполагает, что набор характеристик экотопов не должен быть слишком велик, иначе неизбежны технические и математические трудности при обработке данных: избыточность, мультиколлинеарность и т. п. Однако сами характеристики должны в наибольшей степени отвечать условию получения представлений о потенциале разнообразия видов. Ряд математических моделей по растительности и некоторым группам животного населения (Киселев, 1979, 1985; Пузаченко, Скулкин, 1981; Симонов 1990) достаточно однозначно определяет для горно-лесных территорий (например, система гор Сихотэ-Алиня) в качестве таких ведущих факторов характеристики рельефа. Это абсолютная высота над уровнем моря, экс-

позиция и крутизна склонов, положение на элементах мезорельефа (долины, части склонов, водоразделы). Естественно, что характеристики рельефа не сами по себе определяют видовое и структурное разнообразие растительного покрова и животного населения, но рельеф является мощным распределителем температуры, влаги, влажности воздуха, прихода солнечной радиации, снегонакопления и т. д. Дополнительными характеристиками экотопов могут быть: удаленность от моря (что важно при муссонном климате), поверхностная каменистость почвы и характер подстилающих геологических пород, влияющие на условия дренажа и особенности залегания грунтовых вод. При значительной протяженности территории полезно учитывать географическую широту и долготу как индикаторы фоновых ландшафтных состояний.

Особенностью всех этих характеристик является то, что их значения для любого интересующего нас участка территории могут быть с достаточной точностью определены не только на местности, но и на карте (топографической, геологической, геоморфологической), а также на аэро- и космоснимках (например, степень поверхностной каменистости почвы). В связи с этим любая заданная территория может быть аппроксимирована на данных картах совокупностью регулярных операционных сеток. Выбор подобных экотопических параметров позволяет на последующих этапах решать также задачу картографической интерполяции и экстраполяции данных по биотическим компонентам.

При проведении конкретных исследований (территория Приморского края и речного бассейна крупнейшего притока Усури — Бикина) была использована квадратная сетка или сетка прямоугольных координат. В зависимости от размеров территории (масштаба карты) стороны квадратов выбраны: для Приморья — 4×4 км, для Бикина — 2×2 км. Эти размеры, позволяя избежать излишней детализации, предоставляют возможность рассматривать территорию на уровне тех морфологических единиц ландшафта, которые принято выделять в соответствующих масштабах: местности, группы урочищ. Чаще всего именно на уровне данных единиц ландшафта проявляются наиболее специфические черты растительного покрова в рассматриваемых горно-лесных территориях. Выбор регулярной сетки квадратов не случаен, поскольку регулярные операторы обеспечивают равномерное преобразование исходного картографического изображения и наиболее целесообразны для преобразования непрерывных географических полей (Берлянт, 1978).

Для всех квадратов были определены значения названных выше экотопических характеристик и по каждой составлены цифровые карты (ранги значений характеристики). Цифровые карты удобны для занесения в ЭВМ и дальнейшей математической обработки данных. Одновременно создается и географическая информационная система (ГИС) территории, которая впоследствии может использоваться при решении множества эколого-географических задач.

Далее серия цифровых карт по специальной методике (Киселев, 1985; Киселев, Вертель, 1985) обрабатывалась на ЭВМ, в результате чего получались цифровые карты следующего порядка, отражающие разнообразие и контрастность состояний характеристик экотопов в пределах заданной совокупности соседних квадратов-ячеек. Максимальное разнообразие отмечалось там, где на данной площади наблюдался максимум числа состояний той или иной характеристики, а максимальная контрастность там, где эти состояния имели резко различные значения в плане возможного влияния на характер прежде всего растительности, а следовательно, и биоты в целом. Например, такими контрастными состояниями для экспозиции склонов могут быть северная и южная, поскольку приход солнечной радиации на южный склон в среднем в 5 раз выше, чем на северный.

Карта экотопического разнообразия составлялась путем синтеза компонентных карт (рис. 1). Она отражает разнообразие условий местопроизрастания растений, а также и местообитания животных, с которым в прямой зависимости находится разнообразие растительного покрова и животного населения. Но это верно лишь для ненарушенных экосистем, поскольку антропогенные изменения рельефа, одного из ведущих экотопических параметров горных местностей, например, при строительстве дорог, добыче минерального сырья и т. д., могут внести резкие изменения и в разнообразие живой природы.

Обычно максимальным экотопическим разнообразием обладают участки территории, где на сравнительно небольшой площади можно наблюдать резкие смены значений абсолютной высоты, экспозиции и крутизны склонов, элементов мезорельефа (высокая степень расчлененности) и, следовательно, в целом — контрасты в распределении тепла и влаги. Минимальным разнообразием отличаются участки высоких и широких водоразделов, слабонаклонных вулканических плато и широких участков днищ речных долин с прилегающими пологими склонами.

Назначение карты экотопического разнообразия носит многоцелевой характер. Это и экспертная оценка при сравнении современного и потенциального биологического разнообразия территории (иногда даже резко различного в силу множества причин). Это и детализация мелко- и среднemasштабных геоботанических и зоогеографических карт по степени возможного флористического, фаунистического разнообразия внутри представленных на таких картах таксономических и типологических единиц. В нашем примере в результате многократных лесных пожаров на значительной территории Верхнего Бикина и последующей смены коренных экосистем елово-пихтовых лесов на вторичные (экосистемы лиственничных и лиственнично-березовых лесов) произошло упрощение биологического разнообразия. В этом случае именно карта экотопического разнообразия становится той основой, по которой можно наметить направленность процесса восстановления биоразнообразия на данной территории.

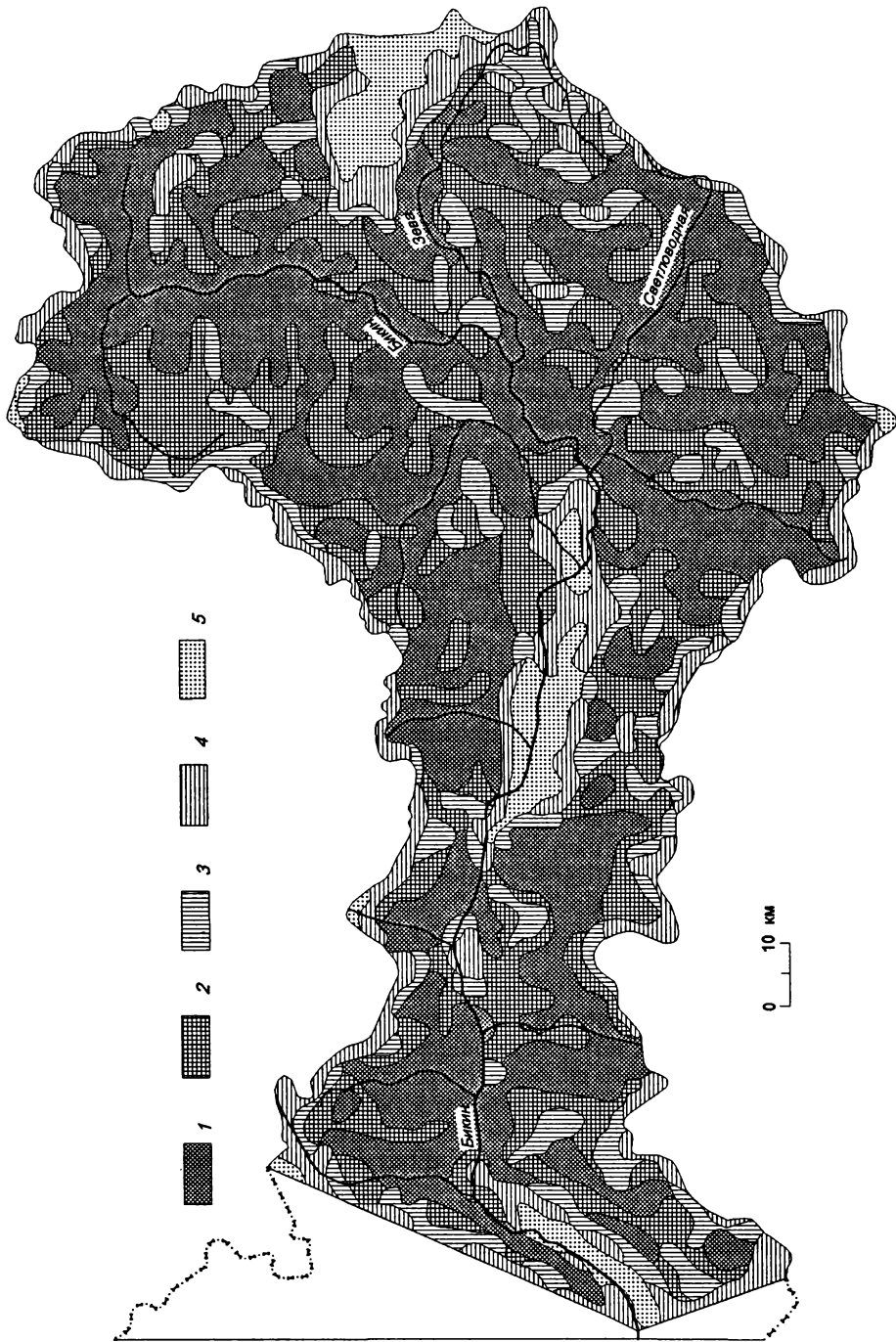
В то же время сама по себе карта экотопического разнообразия является необходимым, но недостаточным звеном при оценке биоразнообразия, поскольку нужны еще оценки по собственно биоте. И, согласно схеме, следующий этап — анализ растительности.

ГЕБОТАНИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ

Геоботаническое (фитоценотическое) разнообразие мы будем относить к разнообразию совокупности популяций растений (фитоценозов), связанных условиями местопроизрастания и взаимоотношениями в пределах более или менее однородного комплекса факторов среды (экотопа). Фитоценоз — наиболее деятельная часть биогеоценоза, или конкретной экосистемы, минимальный размер которой ограничивается возможностью самовозобновления популяций всех свойственных ей видов-эдификаторов (Миркин, Розенберг, 1983; Исаков, Панфилов, 1984).

Геоботаническое разнообразие оценивалось на основе эмпирической информационной модели «Лесная растительность Приморья — экотопические условия среды». Используемая версия модели, включающей в себя свыше 3200 натурных и литературных описаний растительности на уровне фитоценоза, отражает связь между количественными характеристиками растительности (морфометрия, процент участия в составе древесного насаждения) по отдельным видам и названными выше состояниями экотопических характеристик (Киселев, 1979, 1985; Вертель, Киселев, 1985).

Естественно, что оценка геоботанического разнообразия на сколько-нибудь детальном (объектном, пространственно-временном) уровне по многообразию



Степень разнообразия: 1 — очень высокое, 2 — высокое, 3 — среднее, 4 — низкое, 5 — очень низкое.

стоящих задач, известной неопределенности объекта (концепция вида?) и трудоемкости их решения не многим уступает оценке самого биоразнообразия. Кроме того, анализ по редким видам требует привлечения более обширного материала, чем имеется в настоящее время. Это, однако, не означает, что при выбранном подходе они остаются вне поля зрения. Хотя редкие виды при таком подходе к картографированию становятся «невидимыми», все же экосистемный подход позволяет выбрать те из обычных видов, сохранение которых обеспечивало бы своеобразный «зонтик» для множества остальных, поскольку от благополучия массовых или фоновых видов зависит благополучие редких. Это, по мнению ряда ученых, менее дорогостоящий и более успешный путь к сохранению последних (Scott et al., 1987, 1993; Юрцев, 1992).

Для территории Приморья, занятой преимущественно растительностью лесного типа, в качестве таких массовых видов целесообразно рассматривать виды-эдификаторы, или лесостроители, значение которых в формировании структуры и видового состава лесных сообществ общепризнанно.¹ Это дуб монгольский (*Quercus mongolica*), кедр корейский (*Pinus koraiensis*), ель аянская (*Picea ajanensis*), пихта белокорая (*Abies nephrolepis*). К этому перечню необходимо добавить и березу желтую (*Betula costata*), отличающуюся внушительными размерами и относительным долголетием (свыше 200 лет). Береза желтая входит в состав кедрово-широколиственных и кедрово-елово-широколиственных лесов (25—37% от древостоя).

Анализ проводился для тех из 66 древесных видов двух выраженных древесных ярусов (слоев) во всех высотно-растительных поясах, которые в среднем составляют более 1% от общего состава древесных насаждений Приморья и Среднего Сихотэ-Алиня, куда входит и бассейн р. Бикин. По пяти видам-эдификаторам составлены два варианта ЭВМ-карт, показывающих: 1) через средний процент от состава древостоя — оптимальные участки для произрастания того или иного из этих видов и 2) через величину и знак специальных информационных показателей (см. таблицу) — степень пластичности видов по отношению к изменению состояний экотопических характеристик. Последние, поскольку пластичность, или, другими словами, относительная свобода в выборе местообитаний, является одной из форм устойчивости (Гродзинский, 1987), можно рассматривать и как карты устойчивости видов-эдификаторов. Карты составлялись как отдельно по I (верхнему) и II древесным ярусам, так и совокупно; кроме того, для дуба, кедра, ели и пихты — по распределению возобновления (всходы — самосев — подрост), т. е. для наиболее молодых возрастных групп. Все оценки приведены к 5-балльной шкале, где 5 баллов соответствует максимуму благоприятных условий произрастания вида и максимуму его устойчивости.

Данные карты отражают по существу совокупность лесорастительных условий на момент сбора информации, определяющих скорее потенциальную структуру растительности, которая складывается прежде всего под влиянием современного климатического режима. Естественно, что человеческая деятельность и пожары будут вносить свои коррективы. С помощью информационной модели «Растительность — экотопические условия» возможно составление карт современного состояния растительного покрова через «задание» современного возраста древостоя.

Карты оптимальности условий произрастания и устойчивости видов позволяют через три возрастные группы деревьев какого-либо вида определить его возможное поведение на ближайшее будущее. Так, например, кедр явно про-

¹ Общая лесистость Приморья, включая леса различной хозяйственной и ведомственной принадлежности, составляет, по данным на 1976—1987 гг. (Приморский..., 1992), около 84%. Оставшиеся 16% заняты сельскохозяйственными землями, а также промышленными и селитебными территориями, реже участками с лугово-болотной, гольцовой и подгольцовой растительностью.

Пример матрицы связи «процент участия вида — условия среды».
Кедр корейский. Первый (верхний) древесный ярус

Экспозиция склона	Участие вида в древостое, %							I(A/x)	p(x)I(A/x)
	0	ед.	10—20	30—40	50—60	70—80	90—100		
Север	1	1	0	0	0	1	1	1.3	0.02
Северо-восток	0	0	1	0	1	1	0	1.3	-0.02
Восток	0	1	1	0	1	0	0	1.5	0.00
Юго-восток	0	0	0	1	1	0	0	1.5	0.00
Юг	1	0	1	1	1	0	1	1.5	0.01
Юго-запад	0	0	1	1	1	1	1	2.0	-0.01
Запад	0	1	0	1	1	1	1	1.6	-0.01
Северо-запад	0	0	1	1	0	1	0	1.6	-0.01
Горизонтальная поверхность	1	1	0	0	0	0	1	0.8	0.03

$$H(A) = 1,920, H(X) = 3,048, T(A,X) = 0,014, K(A,X) \times 100 = 0,122$$

Примечание. Цифрой «1» выделены характерные отношения между состояниями участия вида и условиями среды, «0» — не характерные. I(A/x) — величина информации о состояниях растительности при заданных условиях среды; p(x)I(A/x) — количество информации, или мера однозначности связи конкретного состояния растительности с условиями среды; ед. — единичное участие вида в составе древостоя.

являет тенденцию к расширению занимаемых им площадей, поднимаясь на новые высотные уровни. Это не означает, что там формируются типичные кедровники, но соотношение с другими древесными видами меняется в пользу кедра. Несмотря на значительную нарушенность коренной растительности, многие районы Приморья, в силу экотопических условий, отличаются высоким потенциалом оптимальности условий произрастания как для темнохвойных пород, так и для кедра корейского, возобновление которого прогнозируется и на огромных площадях гарей различного возраста.

Хотя высокие значения устойчивости видов и оптимума произрастания совпадают не везде, карты, составленные по обоим параметрам, достаточно хорошо согласуются между собой. Для того же кедра невысокая степень устойчивости (по всем трем возрастным группам) отмечается для широких днищ долин и придолинных низкогорий (примерно до высот 400 м над ур.м.), а также обширных пространств лавовых плато. По-видимому, конкурентоспособность кедра в этих районах также будет низка.

Итоговыми на геоботаническом этапе являются карты оптимума произрастания и устойчивости для всей совокупности видов-эдификаторов (рис. 2). Каждый из них со множеством других древесных пород (видов-сателлитов, ассектаторов) обуславливает разнообразие сообществ здешних лесов, определяет структуру и видовой состав кустарниково-травяных ярусов, специфика напочвенного (мхи, лишайники) покрова. Своей совокупностью или совместным произрастанием виды-эдификаторы определяют степень разнообразия растительных сообществ на конкретных участках территории: от абсолютно максимума, когда степень благоприятности произрастания примерно одинаково высока для всех них, до абсолютного минимума, когда условия произрастания малоприспособны или непригодны (например, низкая пойма или марь) для этих видов. Конечно, абсолютный максимум возможен скорее теоретически, поскольку выбранные виды являются часто жесткими конкурентами: где много ели и пихты, там не может быть много дуба. У них существенно различное отношение к сочетанию тепла и влаги, т. е. различные экологические ниши. Тем не менее, есть зоны перехода (экотоны) от одних высотнорастительных поясов к другим, где распространение видов перекрывается и



Рис. 2. Древесные виды-эдификаторы: совокупность оптимальных районов произрастания в бассейне р. Бикин. Степень благоприятности условий произрастания: 1 — максимально благоприятные, 2 — благоприятные, 3 — средние, 4 — неблагоприятные, 5 — очень неблагоприятные и непригодные.

все они занимают более или менее прочные позиции. Именно здесь и отмечается оптимум их совместного произрастания, а следовательно, и относительный максимум разнообразия создаваемых ими растительных сообществ. Максимально благоприятные условия для совместного произрастания перечисленных эдификаторов приурочены к сравнительно небольшим площадям с резко расчлененным рельефом и большим перепадом высот. Эти участки соседствуют (конечно, в масштабе карты) с высокогорьями с их низким оптимумом условий для совместного произрастания видов. Такая картина характерна для многих высоких локализованных на местности горных массивов Приморья в зонах перехода от кедрово-широколиственных лесов к елово-пихтовым. Неблагоприятные и очень неблагоприятные участки приурочены, помимо высокогорий, где господствуют либо ель с пихтой, либо только ель, либо проходит верхняя граница распространения леса вообще, к вулканическим плато с их небогатым набором условий местопроизрастания и, как следствие, низким видовым разнообразием: те же ель или ель и пихта с невысокой, по сравнению с производными древостоями лиственницы Гмелина и берез, плотностью стволов; а также к широким участкам поймы и низких террас с лиственными, периодически увлажненными и заболоченными лесами; к низкогорьям, поросшим условно-коренными и производными дубяками.

ЗООГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ

Оценка зоогеографического (зоологического) разнообразия также имеет свои специфические трудности, связанные с подвижностью животных, сезонной и годовой динамикой их численности, т. е. со всем тем, что определяет надежность учетов, дающих зачастую лишь общие данные. В наиболее полном объеме оценка зооразнообразия выполнена как раз для бассейна Бикина (Киселев, 1994). При проведении ее были привлечены сведения по следующим группам животного населения: млекопитающим, птицам, иксодовым клещам и дополнительно по промысловым млекопитающим. Клещи, по которым существует наиболее совершенная информационная модель (Киселев, 1985), интересны как представители трофической группы паразитов, численность которых напрямую связана не столько с фитоклиматом, сколько с численностью птиц и млекопитающих, характерных для тех или иных растительных сообществ. Другими словами, данные по этой группе могут существенно дополнять таковые по другим группам животного населения, представленные на уровне обобщенных оценок.

В результате математико-статистической обработки информации составлена серия карт по количеству видов и численности млекопитающих, птиц и клещей. Итоговая карта синтезирует данные по всем группам животного населения и отражает местоположение участков с различным числом видов и плотностью их популяций по основным единицам растительности и внутри них (через характеристики экотопов). Карта дает представление о комплексах животного населения при равенстве видов друг перед другом, оправданном именно с позиций биоразнообразия (каждый вид уникален!). Конечно, как и при оценке геоботанического разнообразия, теряется информация о редких видах. Однако и в данном случае их сохранение зависит от поддержания всего биоразнообразия. Кроме того, попытки сбросить какой-либо редкий вид сам по себе — крайне дорогостоящая задача, решение которой часто приводит к неожиданным последствиям: устраивая одним видам более «комфортные» условия, можно ожидать резкого сокращения численности и даже потери других (Scott et al., 1993).

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА БИОРАЗНООБРАЗИЯ

Комплексная оценка биоразнообразия территории включает в себя синтез результатов по трем блокам — экотопическому разнообразию, геоботаничес-

кому и зоогеографическому. Синтез возможно осуществить двояко, при 1) признании равенства за всеми тремя блоками или 2) их соподчинении или придании весовых значений по степени важности, т. е. от экотопа к растительности и далее к животному населению. Для первого подхода должно соблюдаться условие равновесия названных компонентов экосистем, т. е. зрелость (хотя бы состояние климатического климакса) таких экосистем, и невмешательства человека. Представляется, что такое положение, даже для уссурийской тайги, скорее исключение, а не правило. Второй вариант, отдающий приоритет прежде всего экотопическому разнообразию, предполагает, что именно его сохранение обеспечивает с большей или меньшей скоростью восстановление биоты, нарушенной не только деятельностью человека, но и в силу естественных причин, например, засухой, усыханием ельников, нападением вредителей, эпизоотиями и т. п. В простейшем случае такой синтез можно провести на основе функции нелинейного логического произведения, удобной для применения в пятибалльной системе ранжирования аргументов (см., например, Пузаченко, Мошкин, 1969).

Демонстрируемый здесь второй вариант (приоритет экотопов) карты биоразнообразия (рис. 3), несмотря на некоторое общеконтурное несходство изображений, лишь дифференцирует или объединяет, с экотопической точки зрения, контуры карты по первому варианту. Обычный при изучении больших территорий недостаток детальных данных по растительности и особенно по животному населению, да и значимость экотопа в формировании экосистемы в целом, о чем было сказано выше, не позволяют игнорировать подобную экотопическую корректировку. Очень высокая степень биоразнообразия на данной карте складывается из очень высоких, высоких или реже средних степеней разнообразия растительности и животного населения, с одной стороны, но обязательно при очень высокой или высокой (реже) степени разнообразия экотопов — с другой.

Карта биоразнообразия лесов Приморья также составлена с учетом приоритета экотопического разнообразия. И здесь высокая степень биоразнообразия отмечается для пояса перехода от кедрово-широколиственных лесов к елово-пихтовым, низкая — для низкогорных дубняков, лиственных лесов речных долин и пологих придолинных склонов и высокогорных елово-пихтовых редколесий.

Карты биоразнообразия представляют картину на период сбора фактического материала и, естественно, не учитывают текущую и возможную в ближайшем будущем деятельность человека и ее последствия для биоразнообразия изученных территорий. Поэтому необходимо рассмотреть еще один блок: провести оценку имеющейся и предполагаемой нарушенности экосистем с районированием территории по степени возможных последствий для биоразнообразия.

Для этих целей нужны оценки по густоте дорожной сети, включая лесные дороги, зонам влияния населенных пунктов, промышленных и горнорудных предприятий и т. д. Но для горно-лесной территории Приморья прежде всего необходимы оценки и карты пожароопасности. Это возможно сделать как по следам пожаров, зафиксированных на аэро- или космических снимках, так и с помощью оценки потенциальной пожароопасности на основе информационной модели «следы пожаров — экотопические условия + современное состояние растительности» (Жиселев, Кудрявцева, 1982). В частности, для бассейна Бикина составлены карты по обоим вариантам, и следует отметить высокую степень совпадения данных карт по площадям прошедших пожаров. Второй вариант демонстрирует и места с высокой степенью потенциальной пожароопасности, т. е. где могут возникнуть мощные очаги пожаров в ближайшем будущем.

Карта пожароопасности, при наложении на карту биоразнообразия, позволяет выделить районы естественного или квазиестественного биоразнообра-

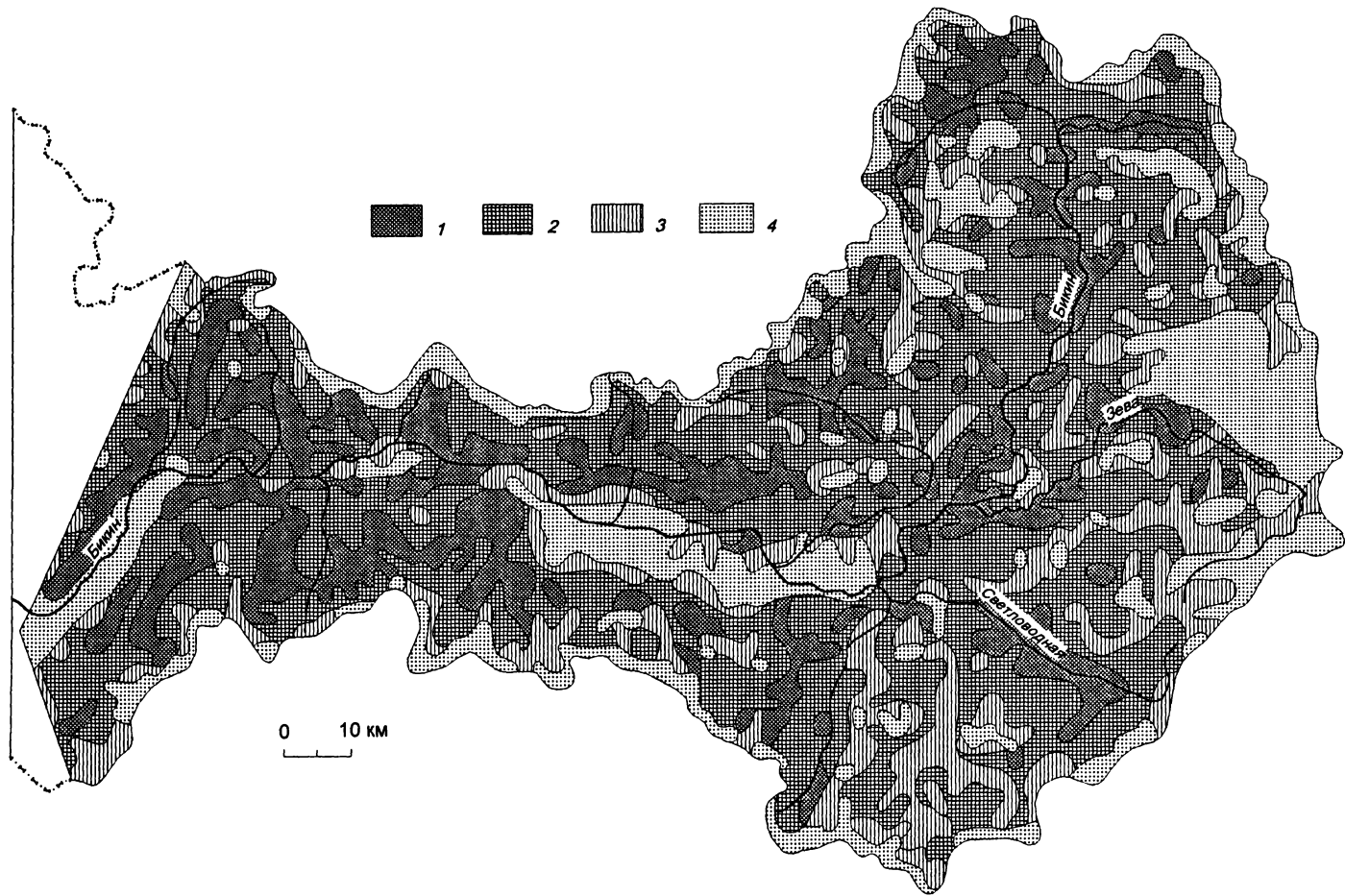


Рис. 3. Биологическое разнообразие бассейна р. Бикин (приоритетно экотопическое разнообразие).
 Степень биоразнообразия: 1 — очень высокое, 2 — высокое, 3 — среднее, 4 — низкое и очень низкое.

зия и районы, где это биоразнообразие либо существенно изменено, либо может подвергнуться существенной трансформации. Утверждать, что антропогенные или постпирогенные изменения всегда носят негативный характер, было бы неправильно, поскольку внедрение адвентивных, синантропных, рудеральных видов может как раз явить обратную картину. Тем не менее, важнейшая задача рассматриваемого тематического картографирования — сохранение природного биоразнообразия территории — требует определения районов именно с естественным разнообразием биоты, т. е. экосистем, гарантирующих воспроизведение природно обусловленных сообществ и сохранение редких видов. Выделение же районов с различной степенью нарушенности экосистем позволяет наметить схему рационализации природопользования (Киселев, 1997): от зон щадящего воздействия на экосистемы до буферных и зон с регламентируемым ведением тех или иных форм хозяйствования.

ЛИТЕРАТУРА

- Берлянт А. М. Преобразование картографического изображения как способ географического моделирования // Новые методы в тематическом картографировании: математико-картографическое моделирование и автоматизация. М., 1978. С. 14—22. — Биологическое разнообразие: подходы к изучению и сохранению / Отв. ред. Б. А. Юрцев. СПб., 1992. 222 с. — Биологическое разнообразие лесных экосистем. М., 1995. 345 с. — Бочарников В. Н. Биоразнообразие: оценка и сохранение на основе технологий ГИС. Владивосток, 1998. 288 с. — Василевич В. И. Статистические методы в геоботанике. Л., 1969. 230 с. — Василевич В. И. Разнообразие растительности в пределах ландшафта // Биологическое разнообразие: подходы к изучению, сохранению. СПб., 1992. С. 34—40. — Вертель А. В., Киселев А. Н. Вариант модельной индикации компонент лесных экосистем // Автоматизация исследований и анализ географических данных. Владивосток, 1985. С. 71—84. — Гродзинский М. Д. Устойчивость геосистем: теоретический подход к анализу и методы количественной оценки // Изв. АН СССР. Сер. геогр. № 6. С. 5—15. — Игнатьев Г. М. Тропические острова Тихого океана. М., 1979. 270 с. — Исаков Ю. А., Панфилов Д. В. География экосистем: некоторые основные понятия и перспективы развития // Современные проблемы географии экосистем. М., 1984. С. 4—10. — Киселев А. Н. Методика крупномасштабного прогнозного картографирования растительности горных территорий (на примере лесной растительности Среднего Сихотэ-Алиня) // Геоботаническое картографирование. 1979. Л., 1979. С. 8—21. — Киселев А. Н. Прогнозное биогеографическое картографирование: региональный аспект. М., 1985. 104 с. — Киселев А. Н. Биологическое разнообразие // Краткая версия отчета по Федеральному гранту США, № 94-G—049. Вып. 3. Владивосток, 1994. С. 14—21. — Киселев А. Н. Географические аспекты оценки биоразнообразия: юг российского Дальнего Востока. Владивосток, 1997. 62 с. — Киселев А. Н., Вертель А. В. Методика количественной оценки пространственной организации геосистем // Автоматизация исследований и анализ географических данных. Владивосток, 1985. С. 62—71. — Киселев А. Н., Кудрявцева Е. П. Методика определения и картографирования пожароопасности лесных территорий // Локальный мониторинг растительного покрова. Владивосток, 1982. С. 92—101. — Красилов В. А. Охрана природы: принципы, проблемы, приоритеты. М., 1992. 174 с. — Миркин Б. М., Розенберг Г. С. Толковый словарь современной фитоценологии. М., 1983. 134 с. — Одум Ю. Экология. Т. 2. М., 1986. 376 с. — Приморский край. Топографическая карта. М. 1 : 200 000. 1992. — Пузаченко Ю. Г., Мошкин А. В. Информационно-логический анализ в

медико-географических исследованиях // Итоги науки и техники. Сер. геогр. 1969. Вып. 3. С. 5—74. — Пузаченко Ю. Г., Скулкин В. С. Структура растительности лесной зоны СССР: Системный анализ. М., 1981. 275 с. — Симонов С. Б. Население мышевидных грызунов Среднего Сихотэ-Алиня. Владивосток, 1990. 89 с. — Юрцев Б. А. Эколого-географическая структура биологического разнообразия и стратегия его учета и охраны // Биологическое разнообразие: подходы к изучению и сохранению. СПб., 1992. С. 7—21. — Scott J. M., Csuti B., Estes J. E. A geographic approach to protecting future biological diversity // Bio. Sci. 1987. Vol. 37, № 11. P. 782—788. — Scott J. M., Davis F., Csuti B. et al. Gap analysis: a geographic approach to protection of biological diversity // Wildlife Monographs. № 123. January, 1993. 46 p.

SUMMARY

A. N. K I S E L E V

EVALUATION AND MAPPING OF BIODIVERSITY (PRIMORYE REGION)

The methodological approach and methodical problems of evaluation and mapping of biodiversity of mountain forest territory in Primorsky Krai (south of the Russian Far East) are considered. The complex evaluation of biodiversity is presented according to the scheme: (ecotopical environments → vegetation → animal population) ← fire-danger. It is proposed to compile the maps of ecotopical diversity on a basis of diversity index and contrast of relief characteristics, and the maps of geobotanical and zoological diversity — on a basis of spatial extrapolation of indexes relating biota to environmental conditions. The examples of construction of appropriate maps are given for Primorye Region.

ЛИТЕРАТУРА

- Берлянт А. М.* Преобразование картографического изображения как способ географического моделирования // Новые методы в тематическом картографировании: математико-картографическое моделирование и автоматизация. М., 1978. С. 14—22.
- Биологическое разнообразие: подходы к изучению и сохранению* / Отв. ред. Б. А. Юрцев. СПб., 1992. 222 с.
- Биологическое разнообразие лесных экосистем.* М., 1995. 345 с.
- Бочарников В. Н.* Биоразнообразие: оценка и сохранение на основе технологий ГИС. Владивосток, 1998. 288 с.
- Василевич В. И.* Статистические методы в геоботанике. Л., 1969. 230 с.
- Василевич В. И.* Разнообразие растительности в пределах ландшафта // Биологическое разнообразие: подходы к изучению, сохранению. СПб., 1992. С. 34—40.
- Вертель А. В., Киселев А. Н.* Вариант модельной индикации компонент лесных экосистем // Автоматизация исследований и анализ географических данных. Владивосток, 1985. С. 71—84.
- Гродзинский М. Д.* Устойчивость геосистем: теоретический подход к анализу и методы количественной оценки // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1987. № 6. С. 5—15.
- Игнатъев Г. М.* Тропические острова Тихого океана. М., 1979. 270 с.
- Исаков Ю. А., Панфилов Д. В.* География экосистем: некоторые основные понятия и перспективы развития // Современные проблемы географии экосистем. М., 1984. С. 4—10.
- Киселев А. Н.* Методика крупномасштабного прогнозного картографирования растительности горных территорий (на примере лесной растительности Среднего Сихотэ-Алиня) // Геоботаническое картографирование 1979. Л., 1979. С. 8—21.
- Киселев А. Н.* Прогнозное биогеографическое картографирование: региональный аспект. М., 1985. 104 с.
- Киселев А. Н.* Биологическое разнообразие // Краткая версия отчета по Федеральному гранту США, № 94-G-049. Вып. 3. Владивосток, 1994. С. 14—21.
- Киселев А. Н.* Географические аспекты оценки биоразнообразия: юг российского Дальнего Востока. Владивосток, 1997. 62 с.
- Киселев А. Н., Вертель А. В.* Методика количественной оценки пространственной организации геосистем // Автоматизация исследований и анализ географических данных. Владивосток, 1985. С. 62—71.
- Киселев А. Н., Кудрявцева Е. П.* Методика определения и картографирования пожароопасности лесных территорий // Локальный мониторинг растительного покрова. Владивосток, 1982. С. 92—101.
- Красилов В. А.* Охрана природы: принципы, проблемы, приоритеты. М., 1992. 174 с.