

## **Параметры мониторинга биоразнообразия лесов России на федеральном и региональном уровнях**

**Л.Б.Заугольнова<sup>1</sup>, Л.Г.Ханина<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН*

<sup>2</sup>*Институт математических проблем биологии РАН, г. Пущино, Московская обл.*

Проведен обзор параметров биоразнообразия лесов, которые можно использовать для мониторинга на федеральном и региональном уровнях. Проведено сопоставление предлагаемых параметров с теми, которые рекомендуются в международных документах. Рассматриваются три группы параметров в соответствии с международными стандартами (структурные, композиционные и функциональные). Дано биологическое обоснование параметров с позиций сохранения биоразнообразия лесов России или оценки его потерь.

### *Параметры и индикаторы биоразнообразия лесов, международные стандарты*

Сохранение и поддержание биоразнообразия выдвигается в качестве важного критерия устойчивого управления лесами, принятого на международном и национальных уровнях [22, 23, 35, 72]. К настоящему времени стало понятно, что изучение и оценка биоразнообразия (БР) живого на планете представляет собой только первый шаг в решении проблемы его сохранения. Следующим этапом является организация мониторинга БР, представляющего собой систему регулярных наблюдений, позволяющих оценить тенденции его изменения и являющихся основой для прогноза состояния БР в будущем [31, 48].

Для реализации мониторинга БР решающее значение имеют следующие вопросы: что учитывать, как получать и хранить информацию, кто будет проводить мониторинг. В настоящей статье предложена система параметров для проведения мониторинга БР лесов России, указаны возможные источники информации для оценки параметров и обсуждена значимость предлагаемых параметров с точки зрения сохранения лесного БР.

Систематизация параметров БР лесов должна проводиться с учетом международных соглашений, которые в последнее десятилетие приобрели достаточно конкретный характер и могут быть взяты за основу при выборе параметров оценки и мониторинга БР лесов на территории России и ее отдельных регионов. Оценка и мониторинг лесного БР предусматриваются, прежде всего, в Критериях и индикаторах устойчивого управления лесами, которые детально разрабатываются в ходе Монреальского [22, 72] и MCPFE (Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe) [10, 64] процессов. Все критерии характеризуются набором связанных индикаторов, которые периодически должны проверяться (контролироваться) для оценки их изменений (см., например, [35]). Индикаторы

представляют собой количественные или качественные параметры (показатели), которые могут быть измерены или описаны.

Монреальский процесс посвящен сохранению и устойчивости бореальных и умеренных лесов Земного шара. В качестве индикаторов сохранения лесного БР (Критерий 1) рекомендуется оценивать разнообразие экосистем, разнообразие между видами и генетическое разнообразие видов.

Для оценки экосистемного разнообразия предлагается оценивать следующие параметры [22, 72]:

- a) площади различных типов леса относительно общей лесной площади;
- b) площади различных типов леса с учетом возрастных классов или сукцессионных стадий;
- c) площади различных типов леса на охраняемых территориях разного статуса (соответственно категориям IUCN и другим классификационным системам);
- d) площади различных типов леса на охраняемых территориях с учетом возрастных классов или сукцессионных стадий;
- e) фрагментацию типов леса.

Видовое разнообразие включает оценки:

- a) числа «лесных» (зависящих от леса) видов;
- b) лесных видов различного охранного статуса с учетом риска для поддержания их жизнеспособных популяций согласно законам или научной оценке.

МСПФЕ процесс [10, 64] направлен на сохранение лесов Европы. Согласно материалам последней конференции министров лесного хозяйства Европейских стран, проходившей в апреле 2003 г. в Вене, на настоящий момент предложен следующий набор индикаторов БР в рамках Критерия 4 «Сохранение и восстановление биологического разнообразия лесных экосистем» [71]:

- 4.1. *состав древесных видов*: площади лесных земель, классифицированных по числу древесных видов и по типу леса (присутствие вида «засчитывается», если его участие в составе древостоя более 5%) ;
- 4.2. *возобновление*: площади возобновления внутри одновозрастных и разновозрастных массивов, классифицированных по типу возобновления (естественное, естественное с посадками, культуры, порослевое);
- 4.3. *естественность*: площади лесных земель, классифицированных по типам леса и по категориям: «нечеловеконанрушенные», «квазиестественные» (см. ниже) и «лесные культуры»;
- 4.4. *интродуцированные древесные виды*: площади лесных земель с доминирующими интродуцированными древесными видами (более 50% участия в составе древостоя);

- 4.5. *сухостой и валеж*: объем сухостоя и валежа на лесных землях, классифицированных по типам леса (рекомендуется учитывать сухостой и валеж размерами более 2-х метров в длину и более 10 см в диаметре);
- 4.6. *генетические ресурсы*: площадь, отведенная под сохранение генетически ценных лесных ресурсов (сохранение генов *in situ* и *ex situ*), и площадь, отведенная под производство семян;
- 4.7. *ландшафтная мозаика*: пространственная мозаика лесного покрова на ландшафтном уровне;
- 4.8. *охраняемые виды*: число лесных видов, находящихся под охраной, по категориям IUCN относительно общего числа лесных видов;
- 4.9. *охраняемые леса*: площади лесных земель, находящихся под охраной с целью сохранения биоразнообразия, ландшафтов и специфических природных элементов (по классификатору MCPFE).

Таким образом, в Монреальском процессе по бореальным и умеренным лесам акцент ставится на сохранение и мониторинг различных типов леса с учетом его возрастных и сукцессионных стадий, а при мониторинге БР лесов в Европе особенное внимание уделяется признакам «естественного» леса – полидоминантности и разновозрастности древостоя, наличию естественного возобновления, сухостоя и валежа. Отметим, что индикаторы БР в рамках Монреальского процесса практически не менялись с 1995 г. (момента их принятия странами-участницами), а европейские индикаторы БР в течение последних пяти лет были существенно переработаны.

*Естественным лесом (natural forest)* в международных документах принято называть лес, образованный в результате естественных сукцессионных процессов, в котором еще присутствуют следы антропогенных воздействий; к «естественным» в том числе относятся леса, образованные на местах бывших пашен и пастбищ [58].

*Лес, ненарушенный человеком, (forest undisturbed by man)* [69] - лес, в котором наблюдается естественная лесная динамика: естественный состав древостоя, наличие валежа, естественная возрастная структура и естественные процессы возобновления. Площадь такого леса должна быть достаточно большой для поддержания его естественных характеристик. Для такого леса либо не известно значимое вмешательство человека, либо такое вмешательство было настолько давно, что естественный видовой состав и процессы полностью восстановились.

*Квазиестественным лесом (semi-natural forest)* называют лес, который одновременно не является лесными культурами и не является «лесом, ненарушенным человеком» [58, 69]. Он состоит из древесных видов, которые могли бы появиться естественным путем в данном

местообитании, и подобен первичному лесу. Такой лес может появиться в результате реконструкции естественного лесного покрова, достигнутой с использованием различных лесохозяйственных методов, в том числе посадкой как саженцами, так и семенами автохтонных видов [58].

В проекте BEAR, наиболее детально разработанном по индикаторам для мониторинга и оценки лесного БР в Европе [62], который выполнялся по заказу Европейского Центра по Охране Природы и Биоразнообразию (ETC/NPB) при Европейском Агенстве по Окружающей Среде (ЕЕА), в соответствии с тремя основными аспектами исследования лесов (структура, состав и функции) были выделены структурные, композиционные и функциональные параметры БР:

*структурные*, учитывающие пространственное распределение количественных (прямых и косвенных) показателей экосистемного разнообразия лесов;

*композиционные*, учитывающие преимущественно некоторые аспекты таксономического БР лесов и в какой-то степени их популяционную структуру;

*функциональные*, учитывающие степень и направление преимущественно антропогенной трансформации БР лесов.

В серии работ, выполненных за последние пять лет в рамках оценки БР лесов для крупных регионов России [1, 8, 49], были использованы параметры БР, которые могут быть сгруппированы аналогичным образом.

1) В качестве *структурных (экосистемных)* параметров оценивались общая лесистость территории; распределение по территории лесов разного возраста, разного породного состава (что в некоторой степени отражало сукцессионное состояние лесного покрова); набор основных групп лесных сообществ, обычно в ранге групп типов леса, их количественная представленность (по площади) на территории региона; выделение редких и уникальных типов сообществ и их размещение; перечень и размещение охраняемых территорий разного ранга; типы местообитаний позвоночных животных и степень их представленности на территории.

2) Среди *композиционных (таксономических)* параметров оценивались: видовое богатство - число видов тех или иных систематических групп во флоре или фауне региона или в составе его природно-территориальных комплексов; распределение этих показателей по территории; видовая насыщенность для основных групп лесных сообществ; распределение редких и исчезающих видов животных.

3) Среди *функциональных* параметров оценивалась степень развития антропогенной инфраструктуры (плотность населения, развитие дорожной сети, относительная площадь застройки).

Заметим, что в качестве параметров БР иногда используют некоторые производственные характеристики [1]. Однако, производственные характеристики древостоя, являясь показателями, важными в практическом отношении, неоднозначно связаны с БР, поэтому они вряд ли могут быть использованы в качестве даже косвенного показателя лесного БР.

Таким образом, для территории РФ к настоящему времени по данным космического зондирования обобщена следующая информация: лесистость территории, соотношение темнохвойных, светлохвойных, лиственных видов деревьев, степень представленности болот, степень антропогенного освоения [2, 43, 61]. Кроме того, для всей территории РФ имеются данные по распределению видового богатства сосудистых растений (без дифференциации на лесные и нелесные виды), полученные путем экстраполяции большого числа точечных полевых наблюдений [27], а также видов древесных растений, родов лишайников, видов некоторых групп животных [43]. Тем самым, в нашей стране уже накоплен некоторый опыт определения параметров БР лесов для относительно крупных территорий. Источниками оценки параметров являются, с одной стороны, данные дистанционного зондирования, а с другой стороны, результаты систематического сбора информации как ведомственного [25, 37, 38], так и научного характера (исследования флоры, растительного покрова и фауны территорий).

Следует заметить, что не все параметры БР, используемые для его оценки, могут служить целям мониторинга. Например, такой показатель как флористическое богатство, полученный на основе исследования локальных флор, трудно использовать для непосредственного мониторинга состояния БР, поскольку он зависит от объема выборки и детальности изучения территории и часто является усредненной и расчетной характеристикой (на определенную площадь – см., например, [27]). Практически то же самое относится к показателю «число редких видов»: зачастую его динамика связана не со степенью нарушения БР, а со степенью изученности территории и пониманием объема понятия «редкий вид». С другой стороны, такие параметры, как площадь лесных сообществ, поддерживающих существование тех или иных редких видов, - вполне содержательный параметр мониторинга, который позволяет выявить тенденции в изменении БР. Выбираемые для мониторинга параметры должны поддаваться непосредственному и независимому учету, это позволит выявлять тренды в изменении БР лесов за период между наблюдениями.

В проекте BEAR [62] предложено проводить мониторинг лесного БР на трех пространственных уровнях - национальном (или региональном), ландшафтном и на уровне лесного выдела. В применении к территории РФ мы считаем целесообразным организовывать мониторинг лесного БР на следующих пространственных уровнях: 1) федеральном – уровень мониторинга соответствует общеевропейскому, 2) региональном –

национальный уровень для Европы, для России – это уровень административной единицы в ранге области, края, республики или их объединений (например, федеральных округов), 3) локальном – объединяющем ландшафтный уровень и уровень выдела.

В таблицах 1-3 приведены предлагаемые для мониторинга параметры БР лесов России, которые, с одной стороны, основываются на рекомендациях, содержащиеся в документах Монреальского и МСРФЕ процессов и проекта BEAR, а с другой стороны, учитывают специфику лесов России и основываются на отечественных научных традициях исследования лесного БР. В таблицах представлены соответственно структурные, композиционные (таксономические и популяционные) и функциональные (природные и антропогенные) параметры мониторинга. Приведены возможные источники информации для организации мониторинга предлагаемых параметров. Для мониторинга предполагается учет разного набора параметров на федеральном, региональном и локальном уровнях. Последний уровень не обсуждается в данной статье. В качестве региона обычно выступают или административные единицы (области, республики), в рамках которых обычно и осуществляется реальный мониторинг, или более крупные естественные единицы (например, Европейская часть, Западная Сибирь и т.д.).

Далее дадим краткую интерпретацию основных параметров мониторинга биоразнообразия с эколого-биологических позиций.

### **Структурные параметры**

*Лесистость территории* (размер и доля площади, занятой лесами, от общей площади региона (или от потенциальной площади лесного покрова). Важность мониторинга этого параметра для сохранения биологического разнообразия лесов определяется следующими обстоятельствами.

Устойчивость существования популяций видов в экосистемах и возможность протекания всего набора экологических процессов в них в немалой степени зависят от протяженности экосистем [12, 63]. В целом признается, что чем меньше размер лесной территории, тем ниже вероятность существования на ней всех типов местообитаний, необходимых для выживания всего набора лесных видов [22, 72].

Минимальная площадь устойчиво существующих лесных массивов, вмещающих весь набор потенциальных ценозообразователей, определяется площадью минимальных жизнеспособных популяций видов-эдификаторов растений и животных. Для растений – это, как минимум, минимальные размеры полночленных демографических единиц древесных видов [44, 45, 68]. Для животных - это размеры минимальных жизнеспособных популяций [12] наиболее крупных млекопитающих, обитающих в лесах (для лесов центральной России такими животными являются зубр и бобр). Отметим, что хотя признается достаточно

очевидным, что генетическая гетерогенность видовых популяций зависит от сосуществования субпопуляций с варьирующей структурой, до сих пор для древесных видов еще не определен минимальный размер их популяций с генетических позиций.

*Доля старовозрастных древостоев* в лесном покрове. Для старовозрастных древостоев высока вероятность формирования в них ветровально-вывальной и оконной мозаики, обеспечивающей высокую степень разнообразия мезо- и микроместообитаний для различных групп растений и животных. Закономерная связь между вывальной мозаикой и разнообразием формирующихся местообитаний (и соответственно увеличением видового разнообразия) показана в целой серии работ [54, 66, 70] и отражена в обзоре [17]. Фактический материал, накопленный за последние 20 лет прошлого века, стал основой формирования мозаично-ярусной теории поддержания БР самих экосистем [65, 73] и концепции популяционной организации растительного и биогеоценотического покрова [45]. Суть этих представлений заключается в том, что спонтанно развивающаяся лесная экосистема в процессе возрастного развития популяций деревьев-эдификаторов сама формирует необходимое разнообразие местообитаний. Хотелось бы, однако, подчеркнуть, что более детальный анализ лесной флоры [39] свидетельствует, что не менее половины видов в ее составе требуют для своего существования относительно высокой освещенности. Анализ исторического развития лесной зоны в голоцене [45, 47] показал, что в составе лесной фауны в начале голоцена были широко представлены виды крупных травоядных позвоночных, которые в процессе своей жизнедеятельности были способны поддерживать в составе лесных сообществ лугово-опушечный комплекс светолюбивых видов. При отсутствии крупных фитофагов светолюбивые виды выпадают из состава спонтанно развивающегося лесного сообщества.

Еще один аспект прямых и обратных связей между популяциями животных и растений в лесах стоило бы здесь упомянуть. Неоднородность полога из разновозрастных деревьев, а также формирование полога кустарников в световых окнах создает разнообразные ситуации для птиц с различными способами гнездования и питания. Так, в статье [56] приводятся данные, что в лесах северо-восточного Орегона 178 видов позвоночных (из них - 115 видов птиц), так или иначе, использовали отмирающие и упавшие деревья. Богатая орнитофауна в свою очередь определяет активный обмен зачатками зоохорных видов растений и возможность их дальнего переноса. Эти обстоятельства также способствуют поддержанию биологического разнообразия лесов.

*Доля крупных старовозрастных лесных массивов* от всей лесопокрытой территории. Этот параметр специфичен для мониторинга БР российских лесов, т.к. он определяется наличием значительных по площади лесных массивов на севере Европейской России, в

Сибири и на Дальнем Востоке. Авторы «Атласа малонарушенных лесов...» [2, 52] выделили такие леса на основе отбора крупных (не менее 50 тыс. га) лесных массивов, в которых отсутствует или выражена очень слабо хозяйственная деятельность (нет следов вырубок, слабая или отсутствует сеть дорог, крайне мала населенность). Протяженные по площади старовозрастные лесные массивы являются особо ценными уникальными лесными объектами, которые должны быть сохранены для будущих поколений.

*Фрагментация лесного покрова.* Разделение целостных лесных массивов на изолированные и отстоящие друг от друга фрагменты имеет своим следствием нарушение некоторых экологических процессов и уничтожение ряда местообитаний [22, 72]. Такие фрагменты могут оказаться меньше, чем те, что обеспечивают жизнеспособность ряда видовых популяций и генетический обмен между ними. Дальность массового разноса зачатков у большинства видов растений ограничена, и возможность естественного (без помощи человека) поддержания разнообразия лесных видов в изолированных лесных массивах определяется, прежде всего, расстоянием между лесными массивами. Если оно больше, чем дальность разноса большей части зачатков растений, то нарушенное БР не восстанавливается в спонтанном режиме. Сохраняющиеся лесные фрагменты среди обезлесенных территорий могут служить рефугиумами для многих, но не для всех лесных видов.

Однако фрагментация лесных массивов на территориях со сплошным лесным покровом имеет и некоторый положительный аспект, поскольку в пограничных полосах между лесными и нелесными сообществами формируются экотонные комплексы, которые, как правило, характеризуются повышенным видовым разнообразием [75]. В настоящее время отсутствует научное обоснование оптимальной меры фрагментации лесного покрова в различных ботанико-географических зонах; многие вопросы в этой области исследований пока остаются открытыми.

*Доля лесов разного сукцессионного состояния* непосредственно связана с экосистемным разнообразием лесов и определяет его уровень. В процессе восстановительных сукцессий после разного рода антропогенных или природных нарушений катастрофического характера существенно изменяются экологические режимы под влиянием смены видов-эдификаторов древесного полога, изменения их возраста. Видовое разнообразие лесного покрова существенно различается на разных этапах сукцессии. Однако именно сукцессионная мозаика разного масштаба способна поддерживать все разнообразие видов растений, грибов, микроорганизмов и животных, потенциально способных обитать на данной территории. Так, показано, что та смена на мелколиственные породы, которая в таежных лесах рассматривается как нежелательная с производственной стороны, с



биологических позиций играет положительную роль как в поддержании БР, так и в восстановлении свойств почвы [9]: эти виды способствуют восстановлению структуры (способствуют переработке подзолистого горизонта) и гумусированности почв. Таким образом, этап мелколиственного леса оказывается необходимым для устойчивого поддержания лесных таежных экосистем. К сожалению, с научных позиций пока остается открытой проблема определения оптимальных размеров и пространственной компановки лесов разных сукцессионных стадий в различных ботанико-географических зонах.

Таким образом, размеры и пространственное размещение мозаики местообитаний, создаваемой как неоднородностью среды, так и сукцессионными процессами, важны для существования многих видов. Поддержание гетерогенности на разных пространственных масштабах - одно из ведущих условий поддержания БР лесов [63, 75]. Однако, увеличение гетерогенности, сопровождаемое фрагментацией и потерей связности, может иметь не только позитивные, но и негативные последствия. В связи с этим, весьма актуальной задачей на региональном уровне становится разработка принципов оптимизации пространственной структуры лесного покрова для поддержания и восстановления БР лесов.

*Соотношение моно-, олиго- и полидоминантных лесов.* Этот параметр рекомендуется для мониторинга БР во всех приводимых выше международных документах. В лесной типологии и в доминантной классификации всегда упор делался на абсолютном доминировании одного вида: именно монодоминантные ельники и даже сосняки (явно послепожарного происхождения) признаются до сих пор в качестве коренных сообществ таежной и даже подтаежной зон. Однако, такие сообщества поддерживают очень незначительную долю флористического богатства данной территории [47] и в отношении сосудистых растений оказываются очень бедными (особенно это касается т.н. типичных зеленомошных ельников таежной зоны). Исследования последних лет [5, 39, 50] убеждают нас в том, что монодоминантные и часто олигодоминантные сообщества во всех зонах являются производными типами от полидоминантных (смешанных) сообществ. Как показали исследования парцеллярной структуры сообществ [3], неоднородность видового состава древесного полога обеспечивает большее разнообразие микро- и мезо-местообитаний и поддерживает более высокое видовое разнообразие разных групп живых организмов по сравнению с монодоминантными сообществами). Заметим, что потенциально возможный состав лесного полога достаточно легко определяется при сопоставлении экологических свойств местообитаний с экологическими амплитудами автохтонных видов деревьев и кустарников исследуемого региона [46].

*Доля охраняемых лесных территорий* признается как приоритетный параметр при оценке и мониторинге БР лесов [10, 22, 64, 72], поскольку именно на охраняемых

территориях существует возможность спонтанного протекания природных экологических процессов. К этому самоочевидному положению стоит добавить, что большая часть лесов, заповеданная на территории России, к моменту установления заповедного режима находилась на том или ином этапе своего сукцессионного развития [39, 50]. При отсутствии традиционного лесопользования в постантропогенных экосистемах сукцессии в ряде случаев стали приводить не к восстановлению биологического разнообразия (как это ожидалось), а к его сокращению. По этой причине весьма важным параметром является учет динамических трендов не только в лесах хозяйственного использования, но и на территории ООПТ, - является весьма актуальным создание системы динамического мониторинга сукцессионных процессов в лесных заповедниках России.

Кроме того, поскольку на территории России существует разнообразный набор охраняемых территорий федерального и регионального уровней, актуальной является задача разработки кадастра охраняемых лесных территорий по категориям МСОП и реестра всех охраняемых территорий. Напомним, что к 1-ой категории МСОП относятся государственные природные заповедники; ко 2-ой – национальные и природные парки; к 3-ей и 4-ой – государственные природные заказники и памятники природы федерального, регионального и местного значения, а также заповедные лесные участки, леса научного и исторического значения, особо ценные лесные массивы; к 5-ой – государственные лесные защитные полосы; к 6-ой категории относятся значительная часть лесов первой группы.

*Экосистемное (типологическое) разнообразие лесов.* Одной из важных характеристик экосистемного разнообразия лесов является набор и пространственное соотношение разных типов лесных сообществ, формирующих ценофонд той или иной территории. Такие показатели уже включаются в качестве показателей БР лесов отдельных территорий [8, 21]. Результатом планомерного учета типологического разнообразия лесов становятся их региональные кадастры [14].

Для проведения мониторинга БР лесов на федеральном уровне важной самостоятельной задачей [15] является разработка типологии и классификации лесных сообществ крупных регионов (Европейская часть, Сибирь, Дальний Восток). В настоящее время для большей части Российской Федерации существуют региональные типологии, основанные на доминантном подходе. Однако, сопоставление типологических единиц затруднено по нескольким причинам: не разработана иерархическая структура классификации, охватывающая лесные сообщества на всей территории России; не унифицированы принципы выделения единиц нижних рангов; не разработана единая терминология, хотя в последнее время попытки унификации в этом направлении ведутся

довольно активно [36]. Некоторая унификация названий в лесной типологии достигнута также благодаря монографическим обзорам [41, 42].

В последние десятилетия прошлого века на территории России активно проводились исследования по применению принципов эколого-флористической классификации Браун-Бланке [55] к растительным сообществам России – сообществам разного состава и структуры [28, 29, 30]. Эколого-флористическая классификация имеет хорошо разработанную иерархию единиц, а также единые принципы и признаки их выделения, она строится на хорошо разработанном алгоритме, реализованном в виде программы Turboveg [57], и кодексе правил [74]. К настоящему времени эта классификация проработана в применении к лесам Европейской России [4, 13, 18, 19, 32, 33, 60], Южной Сибири и Дальнего Востока [11], Приморья [40]. Однако применение эколого-флористической классификации зачастую маскирует сукцессионные процессы в лесном покрове, и, кроме того, ее единицы трудно совместить с лесотаксационной информацией (при сходстве травяного покрова и коренные, и все производные сообщества относятся к одному синтаксону). Один из реальных путей развития классификационного направления в лесной фитоценологии состоит в том, чтобы разработать типологическую схему лесов России с использованием как традиционного доминантного, так и флористического подходов путем сопоставления единиц разных классификаций по принципу достижения консенсуса между исследователями разных школ, тем более, что такой опыт уже имеется [19, 40].

#### **Композиционные параметры.**

Надо заметить, что из всех параметров биологического разнообразия наиболее хорошо в научном и методическом отношении проработаны вопросы таксономического (видового) разнообразия [26, 31, 48]. Именно для определения видового разнообразия на разных уровнях пространственной иерархии предложены многочисленные индексы. Расчет этих индексов всегда базируется на точечных данных, собранных на ограниченной площади, а затем результаты экстраполируются по некоторым правилам на территории большего размера. Подобные оценки, как правило, не могут служить для мониторинга БР на федеральном уровне, однако для локального и, возможно, для регионального уровней такая возможность не исключена.

Выявление отдельных видов-индикаторов или их групп и слежение за их состоянием может оказаться весьма содержательным с экологических позиций [63]. Такой индикаторной группой для лесов являются виды деревьев и кустарников, полнота списка которых в некоторой степени определяет степень сохранности биологического разнообразия лесов. Особенно это справедливо в тех случаях, когда виды находятся на границе ареала или на пределе своих экологических возможностей. Довольно детальная характеристика видов

лесных деревьев и кустарников, включая ареалы, для огромной территории Сибири представлена в только что вышедшей монографии [16]. Однако, использование этой информации в целях мониторинга требует дополнительной детальной проработки видовых списков деревьев и кустарников для более мелких территориальных единиц. Большое значение имеет и региональный точечный учет редких лесных видов, занесенных в Красную Книгу РФ или документы международных организаций (МСОП). Отметим, что большая часть композиционных параметров предназначена для мониторинга на региональном уровне.

### **Функциональные параметры.**

Все перечисленные в табл. 3 функциональные параметры только косвенно связаны с БР лесов, и влияние их на БР неоднозначно.

*Селитьбенная застройка* (как гражданская, так и промышленная) вместе с дорожной сетью непосредственно и, как правило, отрицательно влияют на биоразнообразие лесов, поскольку, во-первых, приводят к прямому их уничтожению, во-вторых, кардинально изменяют свойства местообитаний. По этой причине степень развития инфраструктуры коррелятивно связана с потерями биоразнообразия.

*Доля лесопокрытой территории, охваченной разными типами рубок*, и размещение вырубок также являются косвенной оценкой потерь БР, особенно в тех случаях, когда размеры рубок соответствуют масштабам катастрофических нарушений, после которых процессы естественного восстановления сильно заторможены. Компенсацией таких потерь служат искусственные *облесения лесосек*.

*Пожары* принято относить к биотическим типам нарушений, которые во все времена были свойственны бореальным лесам [6, 53]. Однако, их частота, интенсивность и площади охвата, несомненно, тесно связаны с интенсивностью хозяйственной деятельности, и в настоящее время они рассматриваются как фактор антропогенного влияния на лес. К сожалению, работы, связанные с влиянием пожаров на лесное биоразнообразие, носят частный и локальный характер, и каких-либо обобщений по этому вопросу для бореальных лесов России нам не удалось обнаружить. С одной стороны, пожары приводят к уничтожению (иногда на значительной территории) лесных сообществ. С другой стороны, пожары активизируют возобновительные процессы в популяциях некоторых видов деревьев (сосны, кедр сибирского, видов американских сосен и банксий), а также светолюбивых видов трав. Поэтому можно полагать, что редкие пожары играют положительную роль в поддержании биологического разнообразия. Так, наблюдения на заповедных территориях в зандровых типах ландшафтов [39] показывают, что при отсутствии пожаров активизируется процесс реинвазии ели, который в конечном итоге может привести к сокращению как видового (за счет выпадения светолюбивых видов), так и экосистемного разнообразия.

Несомненно, что на региональном и локальном уровнях актуальной остается проблема оценки влияния пожаров на БР лесов.

Попытки интегрировать влияние антропогенных воздействий на БР отразились в разработке понятия гемеробии [59, 67], которое отражает степень естественности (натуральности) лесного покрова. Разработана 10-балльная шкала гемеробии сообществ, начиная от природных сообществ, незатронутых антропогенными воздействиями (аналог малонарушенных лесов - см. [2]) и кончая «асфальтовыми пустынями» дорог и больших городов. Этот подход был использован для оценки состояния растительного покрова Австрии [59, 67]. В качестве интегрального показателя потерь БР на региональном или федеральном уровнях он может быть использован и для территории России.

В настоящее время в оценке биологического разнообразия преобладает регистрационный подход, когда полученные параметры только ранжируются по величине, а вопрос о критических значениях (или диапазонах) параметров в целях сохранения БР лесов, как правило, не обсуждается. Совершенно ясно, что определение критических значений должно базироваться на общих закономерностях динамики экосистем и результатах моделирования этих процессов. Однако пока из-за сложности постановки и реализации таких моделей мы вынуждены основываться на экспертном определении критических значений параметров. Так, например, оптимальное доленое участие мелколиственных видов деревьев в лесном покрове Южного Подмосковья экспертно определено примерно в 20% участия в составе древесного полога [24], а критическая лесистость для Московской области принимается за 45% [20]. Предполагается, что для таежных лесов оптимальное участие вторичных сообществ должно составлять 10% [7].

Правда, в некоторых случаях предлагаются упрощенные модели [1], на основе которых авторы оценивают параметры БР с точки зрения устойчивости существования экосистем. Несомненно, что подобные научные разработки весьма актуальны, особенно по отношению к таким показателям, как оптимальная и критическая лесистость территории, степень ее фрагментации для разных ботанико-географических зон.

В заключение обсудим проблему доступности и качества информационных ресурсов для оценки параметров мониторинга БР лесов России.

Вообще говоря, эта проблема носит общий характер. В проекте BEAR [62], например, для каждого предлагаемого параметра БР была оценена возможность его непосредственного рабочего использования. Были выделены параметры, данные для которых а) непосредственно доступны для использования, б) станут доступными после некоторой небольшой доработки и в) параметры, которые рассматриваются как очень важные, но

непосредственное их использование возможно только после проведения дополнительных исследований. Наиболее многочисленную группу составили параметры второго типа, т.е. такие, данные для которых будут доступны после некоторой доработки. Сюда были отнесены все параметры, связанные с учетом типов лесных сообществ, а также фрагментацией лесного покрова.

Вместе с тем, научные проблемы для определения ряда параметров не являются единственными. В нашей стране к ним добавляются проблемы организационные - рассредоточения необходимой информации между различными ведомствами и организациями, имеющими свои специфические инструкции и распоряжения по поводу расчета, генерализации, хранения и выдачи конкретных данных. В результате конечная информация, необходимая для мониторинга БР может оказаться неудовлетворительной.

В качестве примера можно рассмотреть «Национальный доклад Российской Федерации по критериям и индикаторам сохранения и устойчивого управления умеренными и бореальными лесами (Монреальский процесс)» [35]. В нем для индикаторов БР лесов достаточно полно приведена оценка за 1988-2001 гг.. Однако для мониторинга биоразнообразия материалы доклада использовать очень сложно. Основные недостатки состоят в том, что наблюдается нестыковка данных, отсутствуют четкие указания на источники информации, что усугубляется фактом реорганизации органов управления лесами в отчетный период. В результате невозможно отделить реальную динамику показателей от изменений их значений вследствие использования различных способов учета, различий в учетных площадях и проч. В докладе полностью отсутствует оценка достоверности данных и получаемых трендов показателей, практически отсутствует анализ причинно-следственных связей. Вместе с тем, этот опыт, безусловно, следует учесть при разработке стратегии и тактики мониторинга БР лесов.

Весь накопленный опыт оценки параметров БР лесов на федеральном и региональном уровнях позволяет сделать следующие выводы: (1) для организации эффективной системы мониторинга необходима унификация набора параметров БР и способов их определения; (2) мониторинг БР лесов должен основываться на данных периодического учета лесного фонда на локальном уровне (при этом желательно дополнительное включение в таксацию леса ряда параметров БР) при максимальном использовании данных дистанционного зондирования; (3) необходима координация отраслевых мониторинговых учетов на основе создания единой и доступной информационной экологической сети.

Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Научные основы сохранения биоразнообразия России» и поддержана грантом INTAS (01-0633).

**Структурные параметры мониторинга экосистемного разнообразия лесов  
на федеральном и региональном уровнях**

Уровень	Параметр	Источник информации	Наличие в международных документах
Федеральный, региональный	1. Лесистость территории : общая площадь (га) и доля (%) современной лесопокрытой площади к общей площади региона (или к потенциальной площади лесного покрова за вычетом болот, скальных обнажений, водных объектов)	Данные дистанционного зондирования, данные учета лесного фонда	Проект BEAR
	2. Доля (%) по площади крупных (от 50 тыс. га) старовозрастных (спелых и перестойных) лесных массивов от всей лесопокрытой территории	Данные дистанционного зондирования	
	3. Фрагментация лесного покрова: 3.1. Средняя площадь и число изолированных лесных массивов 3.2. Среднее расстояние между изолированными массивами 3.3. Отношение площади лесных массивов к их периметру	Данные дистанционного зондирования	Монреальский процесс, МСРФЕ процесс, проект BEAR (параметр ландшафтного уровня)
	4. Число, площадь и доля (%) охраняемых лесных территорий федерального уровня (различных категорий МСОП) как от общей, так и от лесопокрытой площади	Данные дистанционного зондирования, карта размещения ООПТ и других лесов природоохранного значения федерального уровня	Монреальский процесс, МСРФЕ процесс, проект BEAR
	5. Распределение лесопокрытой площади по основным лесообразующим породам	Данные учета лесного фонда	Монреальский процесс, проект BEAR
	6. Сукцессионное состояние лесного покрова: 6.1 доля по площади (%) старовозрастных (спелых и перестойных) древостоев в лесном покрове; 6.2 доля молодняков (40 и менее лет) в лесном покрове; 6.3 доля производных лесов (с доминированием пионерных видов деревьев)	Данные учета лесного фонда	Монреальский процесс, проект BEAR
	7. Площадь и доля территории (от всей лесопокрытой), занятой различными типами лесных сообществ	Геоботанические карты, лесотаксационные материалы, литературные данные	Монреальский процесс, МСРФЕ процесс, проект BEAR
Региональный	9. Площадь и доля моно- и олигодоминантных лесов (по породам)	Данные учета лесного фонда, лесотаксационные материалы	МСРФЕ процесс, проект BEAR
	10. Площадь и доля полидоминантных старовозрастных (спелых и перестойных) лесов	Литературные данные, результаты научной работы	Монреальский процесс, проект BEAR
	11. Площадь различных типов лесных сообществ с учетом сукцессионного состояния на ООПТ		
	12. Число и площадь высокоценных объектов (редких или уникальных сообществ)		МСРФЕ процесс

Таблица 2

**Композиционные (таксономические и популяционные) параметры мониторинга БР лесов на федеральном и региональном уровнях**

Уровень	Параметр	Источник информации	Наличие в международных документах
Федеральный, региональный	1. Число видов деревьев и кустарников	Геоботанические карты, литературные данные	Монреальский процесс («число зависящих от леса видов»)
Региональный	2. Число редких видов, занесенных в Красную Книгу РФ и МСОП	Данные полевых наблюдений, литературные данные	Проект BEAR, MCPFE процесс
	3. Присутствие лесных видов разного охранного статуса с оценкой возможности поддержания их популяций		Монреальский процесс, проект BEAR
	4. Оценка состояния популяций отдельных функциональных групп видов или отдельных видов растений и животных		Проект BEAR
	5. Общая площадь и ежегодная интродукция древесных видов (в га для каждого вида)	Данные учета лесного фонда	MCPFE процесс, проект BEAR
	6. Видовая насыщенность (число видов растений на единицу площади) для фоновых и редких типов леса и видовое богатство (число видов животных и растений ландшафтного района)	Результаты полевых учетов, литературные данные	

Таблица 3

**Функциональные (природные и антропогенные) параметры мониторинга БР лесов на федеральном и региональном уровнях**

Уровень	Параметр	Источник информации	Наличие в международных документах
Федеральный, региональный	1. Доля территории, приходящейся на антропогенную инфраструктуру (постройки, дороги)	Данные дистанционного зондирования	
	2. Площадь и доля сгоревших лесов		Проект BEAR
	3. Площадь лесов, затронутая биотическими нарушениями (эпизоотиями)	Данные лесопатологических наблюдений	Проект BEAR
	4. Площадь и доля лесов, охваченная разными типами рубок	Данные учета лесного фонда	Проект BEAR
	5. Распределение площади лесов по категориям собственности	Данные учета лесного фонда, данные учета земельного фонда	Проект BEAR
Региональный	6. Доля сгоревших лесов на ООПТ	Данные дистанционного зондирования, данные лесной охраны	Проект BEAR
	7. Площадь облесенных лесосек	Данные учета лесного фонда	MCPFE процесс, проект BEAR



## Список литературы

1. Атлас биоразнообразия лесов Европейской России и сопредельных территорий. М.: ПАИМС, 1996. 144 с.
2. Атлас малонарушенных лесных территорий России. М: Изд-во МСОЭС; Вашингтон: Изд. Word Resources Inst., 2003. 187 с.
3. Биогеоэкологические исследования в широколиственно-еловых лесах. М.: Наука, 1971. 333 с.
4. Булохов А.Д., Соломещ А.И. Эколого-флористическая классификация лесов Южного Нечерноземья России. Брянск: Изд-во БГУ, 2003. 359 с.
5. Восточноевропейские широколиственные леса. М.: Наука, 1994. 364 с.
6. Горшков В.В., Горшков В.Г., Макарьева М.А. О необходимом соотношении площадей климаксовых и вторичных лесов // Коренные леса таежной зоны Европы: современное состояние и проблемы сохранения. Междунар. Научно-практич. конф. Петрозаводск: СДВ-Оптима, 1999. С. 77-78.
7. Громцев А.Н. Естественные пожарные режимы в таежных ландшафтах и их роль при сохранении коренных лесов// Коренные леса таежной зоны Европы: современное состояние и проблемы сохранения. Междунар. научно-практич. конф. Петрозаводск: СДВ-Оптима, 1999. С.128-129.
8. Громцев А.Н. Оценка разнообразия лесных сообществ// Разнообразие биоты Карелии: условия формирования, сообщества, виды. Петрозаводск: Карел. НЦ РАН, 2003. С. 49-45.
9. Дегтева С.В. Лиственные леса подзон южной и средней тайги Республики Коми. Автореф. дис...докт. биол. наук. Сыктывкар, 2002. 37 с.
10. Европейский список критериев и наиболее подходящих количественных индикаторов. Конференция Министров по вопросам сохранения лесов в Европе. 16-17 июня 1993 г. Хельсинки. М.: ВНИИЦлесресурс, 1995. 19 с.
11. Ермаков Н. Б. Разнообразие бореальной растительности Северной Азии. Континентальные гемибореальные леса. Классификация и ординация. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2003. 232 с.
12. Жизнеспособность популяций. Природоохранный аспект. М.: Мир, 1989. 224 с.
13. Заугольнова Л.Б., Браславская Т.Ю. Анализ ассоциаций мезофитных широколиственных лесов в центре европейской России// Растительность России. № 4. 2003. С. 3-28.
14. Зеленая книга Сибири. Редкие и нуждающиеся в охране растительные сообщества. От ред.И.Ю.Коропачинский. Новосибирск: Наука.1996. 397 с.
15. Исаев А.С. Мониторинг БР лесов России // Мониторинг биоразнообразия. М.:РАН, 1997. С. 33-43.
16. Коропачинский И.Ю., Ветовская Т.Н. Древесные растения Азиатской России. Новосибирск: Изд-во СО РАН, Филиал Гео, 2002. 707 с.
17. Коротков В.Н. Новая парадигма в лесной экологии // Биол. науки. 1991. № 8. С. 7-20.
18. Коротков К. О., Морозова О. В. Класс *Quercus-Fageteta*. Леса Валдайского лесничества // Классификация растительности СССР с использованием флористических критериев. М.: Наука, 1986. С.121-133.
19. Коротков К.О. Леса Валдая. М.: Наука, 1991. 160 с.
20. Котова Т.В., Микляева И.М., Огуреева Г.Н. и др. Опыт картографирования экологического состояния растительного покрова// Экология. № 5. 2000. С. 349-354.
21. Краткий определитель типов леса Ленинградской области. СПб, 2002. 36с.
22. Критерии и индикаторы для сохранения и устойчивого управления умеренных и бореальных лесов. Монреальский процесс. М.: ВНИИЦлесресурс, 1995. 25 с.
23. Критерии и индикаторы устойчивого управления лесами Российской Федерации. М.: ВНИИЦлесресурс, 1998. 25 с.
24. Леса Южного Подмосковья. М.: Наука, 1985. 280 с.
25. Лесной фонд России (по данным государственного учета лесного фонда по состоянию на 1 января 1998г.) // Справочник. М.: ВНИИлесресурс, 1999. 650с.
26. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. М.: Мир, 1992. 184 с.
27. Мальшев Л.И. Флористическое богатство СССР // Актуальные проблемы сравнительного изучения флор. СПб: Наука, 1994. С. 34-87.
28. Миркин Б. М. Современное состояние и тенденции развития классификации растительности методом Браун-Бланке // Итоги науки и техники. Ботаника. Т. 9. 1989. С. 3-126.
29. Миркин Б.М. Теоретические основы современной фитоценологии. М: Наука, 1985. 136 с.
30. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Наука о растительности (история и современное состояние основных концепций). Уфа: Гилем, 1998. 413 с.
31. Мониторинг биоразнообразия. Под общей ред. В.Е.Соколова и др. М.: ИПЭЭ РАН, 1997. 368 с.
32. Морозова О. В. Леса заповедника "Брянский лес" и Неруссо-Деснянского Полесья (синтаксономическая характеристика). Брянск: гос. природн. Зап. «Брянский лес», 1999. 98 с.
33. Морозова О.В., Коротков В.Н. Классификация лесной растительности Костомукшского заповедника // Заповедное дело. Вып. 5. 1999. С. 56-78.
34. Национальная стратегия сохранения биоразнообразия России. М., 2001. 76 с.

35. Национальный доклад Российской Федерации по критериям и индикаторам сохранения и устойчивого управления умеренными и бореальными лесами (Монреальский процесс). М.: ВНИИЛМ, 2003. 84 с.
36. *Нешатаев В.Ю.* Проект Всероссийского кодекса фитоценологической номенклатуры // Растительность России. 2001. №1. С. 62-70.
37. Обзор санитарного и лесопаталогического состояния лесов России за 1999 год. Пушкино, 2000. 34 с.
38. Обзор санитарного и лесопаталогического состояния лесов России за 2001 год. МПР РФ, Российский центр защиты леса, 2002. 140 с.
39. Оценка и сохранение биоразнообразия лесного покрова в заповедниках европейской России. М.: Научный мир, 2000. 196 с.
40. Региональные экологические шкалы для лесной растительности Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 2003. 277 с.
41. *Рысин Л.П.* Сосновые леса европейской части СССР. Л.: Наука, 1975. 212 с.
42. *Рысин Л.П., Савельева Л.И.* Еловые леса России. М.: Наука, 2002. 335с.
43. Систематизированный каталог информационных ресурсов национальной стратегии и плана действий по сохранению БР России. <http://www.sci.aha.ru/biodiv>.
44. *Смирнова О.В., Чистякова А.А., Попадюк Р.В.* и др. Популяционная организация растительного покрова лесных территорий (на примере широколиственных лесов европейской части СССР). Пушино: НЦБИ. 1990. 92 с.
45. *Смирнова О.В.* Популяционная организация биоценологического покрова лесных ландшафтов// Успехи совр. биологии. 1998. Т. 118. № 2. С. 148-165.
46. *Смирнова О.В., Попадюк Р.В., Заугольнова Л.Б., Ханина Л.Г.* Оценка потерь флористического разнообразия в лесной растительности (на примере заповедника «Калужские засеки») // Лесоведение. 1997. № 2. С. 27-42.
47. *Смирнова О.В., Ханина Л. Г., Бобровский М.В., Турубанова С.А.* Восточно-европейская тайга: современное состояние и генезис // Популяция, сообщество, эволюция. Часть 2. Казань: ЗАО Новое Издание, 2002. С. 211-227. 48.
48. *Смуров А.В., Максимов В.Н., Тикунов В.С.* Мониторинг биоразнообразия // География и мониторинг биоразнообразия. М.: НУМЦ, 2002. С. 303-370.
49. Стратегия сохранения биоразнообразия Сихотэ-Алиня. Владивосток: ДВО РАН, 2000. 135 с.
50. Сукцессионные процессы в заповедниках России и проблемы сохранения биологического разнообразия. СПб: Русское бот. об-во, 1997. 549 с.
51. *Уиттекер Р.* Сообщества и экосистемы М.: Прогресс, 1980. 327 с.
52. *Ярошенко А.Ю., Потапов П.В., Турубанова С.А.* Малонарушенные лесные территории европейского севера России. М.: Гринпис России, 2001.75 с.
53. *Agee J.K.* Fire ecology of Pacific Northern Forests. Washington: Island Press, 1993.
54. *Borman F.H., Likens G.E.* Pattern and process in forested ecosystem: disturbance, development and steady state based on the Hubbard Brook ecosystem study. N. Y.: Springer, 1979. 253 p.
55. *Braun-Blanquet J.* Pflanzensociologie. Grundzuge der Vegetationskunde. 3 Aufl. Wien: Springer, 1964. 865 p.
56. *Franklin J. F.* Structural and functional diversity in temperate forests// Biodiversity. Washington: Nat. Acad. Press, 1988. P. 166-175.
57. *Hennekens S. M.* TURBO(VEG). Software package for input, processing, and presentation of phytosociological data. User's guide. Lancaster: IBN-DLO, Univ. of Lancaster, 1996. 59 p.
58. Indicators for forest biodiversity in Europe: Proposal for terms and definitions. Indicators for monitoring and evaluation of forest biodiversity in Europe (BEAR), Technical Report № 4. 1998. 68 p.
59. *Koch G., Kirchmeir H.* Metodik Hemerobiebewertung // Östr. Forstzeit. N1. 1997. S. 24-26.
60. *Korotkov K.O., Morozova O.V., Belonovskaja E.A.* The USSR vegetation syntaxa prodromus. M.: Vilchek Pub., 1991. 146 p.
61. Land resources of Russia. Int. Inst for Appl. Sys. Anal., Austria; Rus. Acad. Sci. 2001. <http://www.iiasa.ac.at>
62. *Larsson T-B., Dias S., Frank G., Puimalainen J., Richard D., Tommeras B.A., Watt A., Wolfslehner B.* Assessing forest biodiversity on a pan-European scale. BEAR: Indicators for monitoring and evaluation of forest biodiversity in Europe. Technical report 7. 2001. <http://www.algonet.se/~bear>
63. *Lindenmayer D.B., Margules C.R., Botkin D.B.* Indicators of biodiversity for ecologically sustainable forest management // Conserv. Biol. V. 14. N 4. 2000. P. 941-950.
64. Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe (MCPFE). Sound Forestry - Sustainable Development. Helsinki: Ministry of Agr. and For., 1993. 161 p.
65. *Picket S.T.A., Collins S.L., Armesto J.J.* A hierarchical consideration of causes and mechanisms of succession // Vegetatio. 1987. V. 69. N 1-3. P.109-114.
66. *Picket S.T.A., White P.S.* The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Orlando etc.: Acad. Press, 1985. 472 p.

67. Reiter K., Kirchmeir H. Geoinformationssysteme bei der Hemerobiebewertung // Östr. Forstzeit. N 1. 1997. S. 27-29.
68. Smirnova O.V., Zaugol'nova L.B., Istomina I.I., Khanina L.G. Population mosaic cycles in forest ecosystems // Proceedings IAVS Symposium. IAVS. Uppsala: Opulus Press, 2000. P. 108-112.
69. Terms and definitions applied in the UN-ECE/FAO Temperate and Boreal Forest Resources Assessment 2000 (TBFRA 2000) // Forest resources of Europe, CIS, North America, Australia, Japan and New Zealand (industrialized temperate/boreal countries). Geneva Timber and Forest Study Papers, No. 17. United Nations. New York and Geneva, 2000. P. 385-394.
70. The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Orlando etc.: Acad Press, 1985. 472 p.
71. The improved pan-European indicators for sustainable forest management. Proc. of the 4<sup>th</sup> Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe (MCPFE). Vienna, Austria. 2003. <http://www.mcpfe.org/livingforests Summit>
72. The Montreal Process. Criteria and indicators for the conservation and sustainable management of temperate and boreal forests. Hull, Quebec: Canadian Forest Service, 1995. P. 120.
73. The mosaic-cycle concept of ecosystems. Berlin, Heidelberg, N.Y.: Springer-Verlag, 1991. 168 p.
74. Veber H. E., Moravec J., Theourillat D.-P. International code of phytosociological nomenclature. 3 ed. // J. Veg. Sci. V. 11. N 5. 2000. P. 739-768.
75. Wildlife habitats in managed forests the Blue Mountains of Oregon and Washington. Portland: US Dep. of Agr. and Forest Serv. Agrical. Book N 553, 1979. 511 p.