

В. В. Фомин

К РАЗРАБОТКЕ БАЗ ДАННЫХ ПО МИКОИНДИКАЦИИ СОСТОЯНИЯ ЛЕСОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Рассмотрен опыт применения методов биоиндикации, в частности метод матричной микоиндикации для оценки состояния лесных экосистем. Проанализированы способы построения существующих в мире баз данных по древесным грибам. Предложены возможности использования принципов построения этих баз для разработки региональной базы по микоиндикации состояния лесов.

Последние несколько десятков лет Западная Сибирь активно осваивается человеком, что отражается на состоянии окружающей природной среды. Особенно это заметно в районах разработки нефтегазовых месторождений. С увеличением антропогенной нагрузки уменьшается качество и устойчивость лесных экосистем. Появляется необходимость в использовании новых способов и методов, позволяющих оценить состояние лесных экосистем, а также интенсивность влияния на них различных факторов.

Цель настоящей работы — определить основные параметры, необходимые для создания базы данных, которая позволит быстро и эффективно дать оценку состоянию лесных экосистем.

Для достижения поставленной цели сформулированы следующие задачи:

- 1) обосновать выбор биоиндикаторов и проанализировать метод оценки состояния лесных экосистем на основе матричной микоиндикации;
- 2) рассмотреть базы данных по дереворазрушающим (древесным) грибам, описать их особенности;
- 3) предложить варианты разработки баз данных по микоиндикации состояния лесов Западной Сибири на основе существующих.

При осуществлении биомониторинга в целях контроля качества природной среды часто используют биоиндикаторы [7]. Биоиндикаторы (от греч. *bios* — жизнь и лат. *indico* — указываю, определяю) — организмы или сообщества организмов, присутствие, количество или особенности развития которых служат показателями естественных процессов, условий или антропогенных изменений природной среды [6]. Многие организмы весьма чувствительны и избирательны по отношению к различным факторам среды обитания (химическому составу почвы, вод, атмосферы, климатическим и погодным условиям, присутствию других организмов и т. п.) и могут существовать только в определенных, часто узких границах изменения этих факторов [8].

Исследование различных источников показало, что одним из перспективных методов биоиндикации состояния лесных экосистем является использование древесных грибов [9, 12, 13]. С. П. Арефьев [2] полагает, что древесные грибы связаны с процессами распада леса, каждый вид рассматривается как проявление соответствующего ему фактора распада, численность вида рассматривается как сила этого фактора. Некоторые виды грибов, в частности связанные с пирогенной дигрессией леса, являются хорошими качественными индикаторами.

С. П. Арефьевым [1, 4] по материалам Западной Сибири разработана экологическая матрица сообщества древесных грибов (табл. 1), положенная им в основу методики количественной микоиндикации состояния леса. Матрица ординирует виды в системе ценообразующих факторов, позволяет присваивать им характеристики, необходимые для расчета параметров состояния леса из соотношений базальных и маргинальных видов вмещаемого грибного сообщества, а также судить о параметрах леса по численному распределению видов в ячейках.

Таблица 1

Экологическая матрица сообщества дереворазрушающих грибов, развивающихся на древесине березы, и их численность (особей) в учетах по Западно-Сибирской равнине (по: [3])

№	3. Сукцессия: 3.1. Первичные					3.2. Вторичные (на валежнике)								
	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2. Стабильность условий внешней среды:					<i>Inonotus radiatus</i> 90				<i>Fomitopsis rosea</i> 1		1.1.1. Влажные леса и редколесья	2. Стабильность условий внешней среды:	
2	2.1. Пессымум:					<i>Fomes fomentarius</i> 7539				<i>Fomitopsis pinicola</i> 919		1.1.2. Типичные леса	2.1. Пессымум:	
3						<i>Trichaptum biforme</i> 1495				<i>Oxyropus corticola</i> 573		1.1.3. Сухие и разреженные леса, лесостепь	2. Транскортикальные и стволовые паразиты:	
4						<i>Stereum submontosum</i> 478				<i>Rigidoporus crocatus</i> 7		1.1.4. Сухие и разреженные леса, лесостепь		
5						<i>Antrodia foliaceodentata</i> 1						1.1.5. Типичные и старые леса	1.1.6. Влажные молодые леса	
6	<i>Irpex lacteus</i> 101													
7	<i>Stereum hirsutum</i> 618													
8	<i>Dalronia mollis</i> 51													
9	<i>Ischnoderma kesinosum</i> 1													

Согласно матрице, каждый вид гриба ассоциируется с уникальным сочетанием факторов: экологическая сопряженность видов, экологический континуум, периодичность свойств видов, филогенетическая близость видов. Наличие вида гриба в экосистеме показывает действие этих факторов, а численность — их силу. В свою очередь, каждое сочетание факторов ассоциируется с определенным состоянием лесной экосистемы. Проецирование численности видов грибного сообщества по строкам, столбцам и диагоналям матрицы (матричное сканирование сообщества) позволяет дать объективную характеристику леса.

Данные матричной микоиндикации в количественных показателях могут продемонстрировать изменение качества и устойчивости лесных экосистем, увеличение или уменьшение аномальности их состояния по мере изменения антропогенной нагрузки и других факторов. Устойчивость в данном случае рассматривается как способность системы к самосохранению, конкретнее — способность поддерживать во времени заданные параметры состояния, обычно соответствующие определенному качественному типу системы.

Результатом матричной микоиндикации являются расчетные средние таксационные характеристики леса, выражаемые в индексах, а при калибровке в абсолютной величине: возраст, высота, диаметр древостоя, бонитет, сомкнутость, запас древесины в древостое [5].

В частности, бонитет является оценкой качества лесорастительных условий в том или ином аспекте. Он рассматривается как потенциал высоты древостоя, т. е. как максимальная высота, которой древостой может достичь в данных почвенно-климатических условиях (с учетом реальной его полноты). Базовый показатель для расчета бонитета включает в себя прежде всего характерные для лесов элементы 1-й строки и 1-го столбца матрицы. Поскольку бонитет определяется для всех лесов, в том числе усыхающих и механически распадающихся, в его базовый показатель аналогично включены также соответствующие элементы строк и столбцов матрицы с номерами 3 и 5. Элементы строк и столбцов с номерами 2 и 4, характерные для редколесий и механически распадающихся редколесий, по принципу дополнительности, определяют показатель неявно; явные элементы соответствуют индексу бонитета, равному 1, а неявные — 0. Все нечетные ординаты соотносятся с грибами, свойственными лесам (в частности, погибшим), а четные — с грибами, свойственными редколесьям, где лесная среда не развита. Индекс бонитета рассчитывается с поправкой к его базовому показателю.

Сомкнутость древостоя понимается здесь как проекция крон всех ярусов. Нормальная сомкнутость древостоя при отсутствии воздействия разрушающих его факторов (пожары, рубки, бурелом и проч.) пропорциональна бонитету, как в норме пропорциональны потенциалы развития древостоя по вертикали и по горизонтали. Фактическая сомкнутость древостоя оценивается по доле собственно лесных микоэлементов в промежутке между значениями численных проекций 1-й строки и 1-го столбца матрицы. Их полусумма определяет среднюю фактическую сомкнутость древостоя. Их разность рассматривается как показатель неравномерности горизонтальной структуры древостоя, наличия куртин, опушек, проплешин. Разность нормальной и фактической сомкнутости древостоя определяет нарушенность горизонтальной структуры древостоя в силу воздействия природных и антропогенных факторов [5].

Метод матричной микоиндикации позволяет быстро и эффективно определить состояние лесных экосистем, однако в аспекте составления ГИС он практически не разработан. Поэтому одним из условий его успешного приме-

нения является проектирование современной базы данных по микоиндикации состояния лесных экосистем.

При разработке новой базы данных легче отталкиваться от аналогичных наработок в этой области. Используя Интернет, можно найти самые разнообразные базы данных по древесным грибам (табл. 2). Они отличаются количеством хранимых видов грибов, обзором территории, на которой эти грибы распространены, и многими другими параметрами. Однако по структуре и организации принципиальных отличий нет.

Таблица 2

Адреса в Интернете баз данных по древесным грибам

Название сайта	Адрес в Интернете
Энциклопедия болезней леса Центра защиты леса Красноярского края	http://protect.forest.ru
Веб-энциклопедия патологии леса	http://forest.akadem.ru
Stem der Bomen	http://www.stemderbomen.nl
Botanical Dermatology Database Fungi	http://bodd.cf.ac.uk
Natural Resources Canada	http://www.cfi.scf.rncan.gc.ca
Fungi in Finland and in Sweden	http://sienet.luontonetti.com

Ниже рассмотрены базы данных, представляющие наибольший интерес.

База данных The Fungi of California [14] содержит информацию о грибах, произрастающих в штате Калифорния, а также на западном Тихоокеанском побережье Соединенных Штатов Америки.

Каждый вид гриба сопровождается фотографиями и иллюстрациями, описанием макроскопических и микроскопических характеристик, а также комментариями относительно среды обитания, съедобности и других особенностей.

Объем базы данных составляет от 3000 до 4000 разновидностей грибов.

Информация постоянно пополняется новыми фотографиями, описаниями разновидностей, корректируются уже существующие.

Для доступа к информации базы данных через Интернет не требуется каких-либо специальных программ.

База данных Virtual Mycota [11] представляет собой электронную библиотеку грибов Новой Зеландии, описания которых были получены из различных источников, главным образом из научных журналов.

К каждому виду прилагаются фотографии или иллюстрации, которые можно использовать для визуального сравнения и быстрого поиска необходимого вида.

В описании вида присутствует информация о спецификации гриба, его распределении в Новой Зеландии и за ее пределами.

База данных Virtual Mycota доступна в Интернете, в ней можно найти сведения о более 2000 видов.

Поисковая система позволяет получить нужную информацию, опираясь на большое количество параметров: название вида, инвентарный номер, страна, район в пределах Новой Зеландии, среда обитания и т. д. (рис. 1).

В настоящее время ведутся разработки геоинформационной технологии, которая может быть использована в базе данных Virtual Mycota.

Рис. 1. Поисковая система в Virtual Mycota

Основными функциями рассмотренных баз данных являются сбор, получение, сохранение, обслуживание информации и обеспечение информационной поддержкой специалистов различных организаций и ведомств. Для разработки базы данных по микоиндикации лесов Западной Сибири их можно взять за основу, потому что в новой базе данных также должна храниться информация о всех видах древесных грибов на территории Западной Сибири.

Кроме того, база данных должна включать в себя возможность определения состояния лесов вышеописанным методом матричной микоиндикации. Этого можно достичь путем использования программ, которые автоматически будут производить математические расчеты и выводить результат о состоянии леса в виде таблиц, диаграмм или даже карт и схем для более доступного восприятия.

Объем информации о состоянии леса в первую очередь зависит от вводимых пользователем начальных параметров. Этими параметрами должны быть: виды грибов, численность каждого вида гриба, обнаруженного на исследуемой территории, географическая привязка, название исследуемой территории, биотоп, дата, возможные примечания. Западная Сибирь занимает очень большую территорию и в разных ее частях преобладают различные виды древесных грибов. В соответствии с принципом универсальности, заложенным в экологической матрице, целесообразно создать универсальную базу данных, применимую для всего разнообразия условий Западной Сибири и других территорий. Кроме того, в разрабатываемой базе данных должна быть функция, которая по мере накопления мониторинговых данных позволила бы сделать прогноз о состоянии лесов.

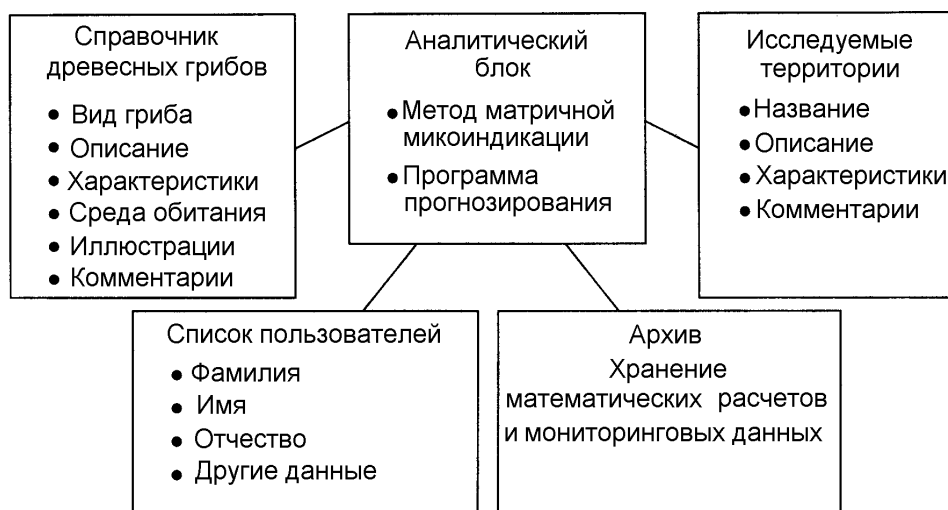


Рис. 2. Структура базы данных по микоиндикации состояния лесов Западной Сибири

При матричной микоиндикации каждый раз используется разное количество видов древесных грибов. В одном случае их может быть пятьдесят, в другом — сто. Поэтому список древесных грибов нужно хранить в отдельной таблице. Такое отношение называется одна ко многим.

Таким образом, разрабатываемая база данных по микоиндикации состояния лесов Западной Сибири представляет собой совокупность реляционных таблиц: база данных видов древесных грибов, распространенных на территории Западной Сибири, база данных исследуемых участков с их описанием, база данных пользователей.

Таблицы, входящие в состав базы данных, не будут иметь повторяющихся полей, кроме ссылок на другие таблицы. К тому же пользователю не придется дублировать ввод информации в базу данных. Поэтому работа с такой базой данных будет более осмысленной и предсказуемой, что важно для пользователя.

База данных построена из главного документа, справочников, из которых пользователь вводит информацию (база данных древесных грибов, список исследуемых участков на территории Западной Сибири) и нескольких полей для ручного ввода: численность каждого вида гриба, биотоп, географическая привязка, дата.

Пользователю достаточно будет вводить простые типы данных, такие как строчки, цифры, что не только позволит ускорить работу, но и меньше системных ресурсов будет необходимо приложению пользователя для выполнения операции.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Арефьев С. П.* Признаки устойчивости леса при матричном сканировании вмещающего сообщества деструктивных грибов // Проблемы взаимодействия человека и природной среды. — Тюмень: ИПСО СО РАН, 2000. — Вып. 1. — С. 93–97.

2. *Арефьев С. П.* Дереворазрушающие грибы — индикаторы состояния леса // Вестн. экологии, лесоведения и ландшафтоведения. — Тюмень: Изд-во ИПОС СО РАН, 2000. — Вып. 1. — С. 91–105.
3. *Арефьев С. П.* Дереворазрушающие грибы в экологическом мониторинге территории нефтяных месторождений Среднего Приобья // Вестн. экологии, лесоведения и ландшафтоведения. — Тюмень: Изд-во ИПОС СО РАН, 2001. — Вып. 2. — С. 67–85.
4. *Арефьев С. П.* Разработка экологической матрицы грибного сообщества и ее апробация при оценке состояния подтаежных лесов Западной Сибири // Проблемы взаимодействия человека и природной среды: Материалы итоговой научной сессии ИПОС СО РАН 2002 г. — Тюмень: Изд-во ИПОС СО РАН, 2003. — Вып. 4. — С. 127–132.
5. *Арефьев С. П.* Воспроизведение параметров состояния и развития леса при фрактально-матричном анализе биоты дереворазрушающих грибов // Проблемы взаимодействия человека и природной среды: Материалы итоговой научной сессии ИПОС СО РАН 2004 г. — Тюмень: Изд-во ИПОС СО РАН, 2005. — Вып. 6. — С. 32–42.
6. *Биологический энциклопедический словарь* / Гл. ред. М. С. Гиляров. Редкол.: А. А. Баев, Г. Г. Винберг, Г. А. Заварзин и др. 2-е изд., испр. — М.: Сов. энциклопедия, 1989. — 864 с.
7. *Бурдин К. С.* Основы биомониторинга. — М., 1985. — 185 с.
8. *Смуров А. В., Максимов В. Н., Тикунов В. С.* География и мониторинг биоразнообразия. — М.: Изд-во Научного и учебно-методического центра, 2002. — 432 с.
9. *Юлина Г. А.* Дереворазрушающие грибы антропогенных территорий // Изучение грибов в биогеоценозах: Тез. докл. IV Всесоюз. конф. — Свердловск, 1988. — С. 158.
10. *Hodge K., 2005.* Mycological Resources of the Internet: Mushrooms [Электрон. ресурс] // Режим доступа: <http://mycology.cornell.edu/fmush.html>, свободный. — Яз. англ.
11. *Johnston., 2005.* A guide to the fungi of New Zealand [Электрон. ресурс] // Режим доступа: http://virtualmycota.landcareresearch.co.nz/webforms/vM_Home.aspx, свободный. — Яз. англ.
12. *Karstrum M.* Steget fure — en presentation. (The project one step ahead — a presentation) // Svensk Bot. Tidskr., 1992. — Vol. 86. N. 3. — P. 103–114.
13. *Kotiranta H.* Uhanalaiset kaavat Suomessa. — Helsinki, 1996. — 184 p.
14. *Wood M., 2005.* MykoWeb [Электрон. ресурс] // Режим доступа: <http://www.mykoweb.com/CAF/index.html>, свободный. — Яз. англ.

V. V. Fomin

TO THE WORKING OUT OF DATA BASE ON MYCOINDICATION
OF FORESTS' CONDITIONS IN WEST SIBERIA

Experience in using mycoindication methods is considered, particularly, the method of matrix mycoindication for evaluation forest ecosystems state. Ways of formation the existing in the world data base for wood fungi are analyzed. There are suggested several possibilities for working out regional base on mycoindication of wood state based on the principles of existing data base formation.