
МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИИ

Д.А. Маркелов¹, О.Е. Польшова²

¹ГУП МосНПО «Радон»
7-й Ростовский пер., 2/14, Москва, Россия, 119121

²Экологический факультет
Российский университет дружбы народов
Подольское ш., 8/5, Москва, Россия, 113093

Современный уровень научных исследований позволяет развивать идеи о взаимосвязанности природных процессов. Представлена методика экспресс-анализа экологического состояния территории, реализованная в виде программного продукта. Методика представляет собой совокупность алгоритмов, позволяющих проводить автоматизированную обработку информации. Оценка экологического состояния осуществляется в полевых условиях в режиме реального времени путем прямых измерений числа и обилия видов высших растений, ввода информации в базу данных, расчета показателей биоразнообразия, типов режимов 10 прямодействующих факторов, комфортности условий среды и удовлетворительности условий среды для каждого вида растений.

Методика предназначена для широкого круга пользователей: специалистов в области охраны окружающей среды, экологического мониторинга, экологической безопасности; инженерных и специальных служб, осуществляющих экологический контроль вредных производств; для оценки экологического состояния городских территорий, свалок, пустырей и др.; является методическим руководством для обучения и подготовки студентов и персонала.

Современный уровень научных исследований позволяет развивать идеи о взаимосвязанности природных процессов современными средствами описания территории и оценки ее состояния.

Настоящая методика представляет авторскую разработку экспресс-анализа экологического состояния территории и реализована в виде программного продукта. Методика представляет собой совокупность алгоритмов, позволяющих проводить автоматизированную обработку информации.

Оценка экологического состояния осуществляется в полевых условиях в режиме реального времени путем прямых измерений числа и обилия видов высших растений, ввода информации в базу данных, расчета показателей биоразнообразия, типов режимов 10 прямодействующих факторов, комфортности условий среды и удовлетворительности условий среды для каждого вида растений.

1. Альфа-разнообразие. Альфа-разнообразие — это показатель сложности сообществ, характеризующий видовое разнообразие. В простом варианте это просто число видов на единицу площади. Однако часто наряду с присутствием видов необходимо знать их обилие и соотношение их участков в сообществе, то есть выравненности видов. Для оценки этого показателя используют две теоретические модели, с которыми сравнивают эмпирическое распределение: 1) упорядочение видов по числу встреченных особей (эта модель используется при малом числе встреченных видов), 2) распределение видового обилия

по числу видов, представленных определенным количеством индивидуумов (сравнение эмпирических распределений с теоретическими). Измерение альфа-разнообразия осуществляют индексами разнообразия, наиболее распространенными являются индексы Шеннона-Уивера, Симпсона [5]. Индекс Шеннона предполагает, что особи выбраны случайно из «неопределенно большой» (т.е. практически бесконечной) генеральной совокупности, причем в выборке представлены все виды. Он рассчитывается по формуле:

$$H = -\sum p_i \ln p_i.$$

Величина p_i — доля особей i -го вида. Величина индекса разнообразия Шеннона обычно укладывается в интервал от 1,5 до 3,5 и очень редко превышает 4,5. В литературе [5] указывают, что если индексы Шеннона рассчитать для нескольких выборок, то их значения будут распределены нормально. Это свойство дает возможность использовать параметрическую статистику, включая мощные методы дисперсионного анализа, при сравнении выборок, для которых рассчитано разнообразие. Такой подход полезен при сравнении разнообразия различных территорий, особенно если используются повторности.

Индекс Шеннона оценивает разнообразие как части сообщества, попавшей в выборку, так и оставшейся за ее пределами, и он всегда дает ту же самую величину, если число видов и их относительные обилия остаются постоянными.

Хотя как мера неоднородности индекс Шеннона учитывает выравненность видовых обилий, показатель выравненности можно вычислить особо. Максимальная величина индекса разнообразия (H_{\max}) соответствует равному обилию всех видов, другими словами, $H = H_{\max} = \ln S$. Мерой выравненности, E , можно считать отношение наблюдаемого разнообразия к максимальному:

$$E = H / H_{\max} = H / \ln S.$$

E меняется от 0 до 1, причем 1 соответствует ситуации равного обилия всех видов. Как и в случае H , эта мера выровненности предполагает, что в выборку попали все виды сообщества.

Альфа-разнообразие, как считают Б.М. Миркин и др. (1989), — признак сообщества, отражающий зависимость от условий среды, степени их благоприятствия, длительности существования сообщества и спектра сообщества стратегического, то есть отражающего структуру сообщества по типам жизненных стратегий. Спектры сообщества стратегически могут быть построены по числу видов и их количественному соотношению и позволяют прогнозировать альфа-разнообразие: например, в фитоценологии преобладание виолентов (K -стратегов) или даже одного виолента резко увеличивает вероятность проявления низкого альфа-разнообразия.

2. Бета-разнообразие. Бета-разнообразие — это показатель, отражающий степень дифференцированности распределения видов по градиентам ландшафта, то есть бета-, или дифференцирующее, разнообразие позволяет проследить, как меняются число видов и их таксономическая принадлежность при переходе

от одного сообщества к другому или вдоль какого-либо градиента. Один из общих подходов к бета-разнообразию — оценка изменений видового разнообразия вдоль среднего градиента. Другой путь его определения — сравнение видового состава в сообществах или в разных точках градиента. Чем меньше общих видов в сообществах или в разных точках градиента, тем выше бета-разнообразие [5]. Самый простой способ измерения бета-разнообразия для двух участков — расчет коэффициентов сходства.

Коэффициент Жаккара: $C_j = j / (a + b - j)$.

Коэффициент Серенсена: $CS = 2j / (a + b)$,

где j — число общих видов на обоих участках, a — число видов на участке А; b — число видов на участке В.

Если коэффициент равен 1, это значит, что видовой состав обоих сообществ идентичен. Как показывают Б.М. Миркин и др. (1989), бета-разнообразие и альфа-разнообразие меняются параллельно, но не всегда, степень их изменений связана с экологическими факторами. Например, в пойме р. Волги по мере приближения к морю бета-разнообразие растет, а альфа-разнообразие снижается, так как градиенты удлиняются, а условия среды в целом ухудшаются за счет ксерофитизации и галофитизации.

3. Биоиндикация типов режимов факторов. Методика основана на определении экологических ареалов, экологических свит и представляет механизм фитоиндикации режимов прямодействующих факторов, оценку комфортности экотопов и удовлетворительности условий среды для каждого вида высших растений на основе вычисления коэффициентов [1—3; 6—8].

Вычисления проводятся на основании базы данных толерантности видов к 10 прямодействующим факторам. База данных содержит информацию по амплитудам толерантности видов к прямодействующим режимам факторов для 2000 видов высших растений. Методика предоставляет возможность вычисления режимов факторов и соответствующих коэффициентов для экотопов по растительности в целом и отдельным видам.

Метод определения режима фактора заключается в суммировании показателей всех видов и получения из них среднеарифметического. Показанием вида служит произведение балла его обилия на определенный коэффициент, характеризующий значимость вида в растительном покрове данного участка. Баллы для каждого вида по всем режимам факторов хранятся в базе толерантности видов. Для каждого режима этот балл является медианой амплитуды толерантности вида по соответствующему режиму фактора.

Метод определения коэффициентов комфортности состоит в расчете отклонения режимов факторов от комфортных. Комфортный режим фактора, или комфортоп, — это такой режим, который способствует созданию за год наибольшей фитомассы. Коэффициенты комфортности для каждого участка определяются в процентах. Комфортный тип режима — 100%, а дискомфортный — 0. Методика позволяет вычислить коэффициенты комфортности отдельных режимов факторов, а также климатопа, эдафотопа, хоротопа, ценотопа.

Коэффициент удовлетворительности условий (КС) среды вычисляется для конкретного вида растения. Качество среды для данного вида может быть выражено количественно в виде некоторого процентного коэффициента, изменяющегося от 100% в центре экологического ареала до 0 на его границе.

Методика позволяет вычислить коэффициенты удовлетворительности условий среды для вида по отдельным режимам факторов, коэффициенты удовлетворительности условий среды для вида по климатопам, эдафотопам, хоротопам, ценотопам.

В систему вводятся простые показатели, легко наблюдаемые в природе, в данном конкретном случае: название вида и его обилие, причем показатели только выбираются из готовых справочников. В процессе обработки выдаются результаты анализа в виде видеоэкранных форм, представленных на рисунках 1—5.



Рис. 1. Видеоэкранный форма входа в систему

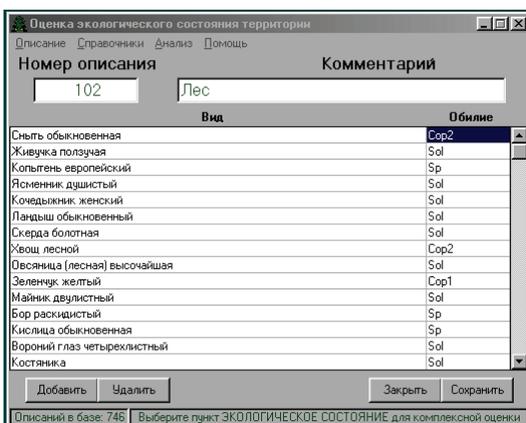


Рис. 2. Видеоэкранный форма ввода показателей

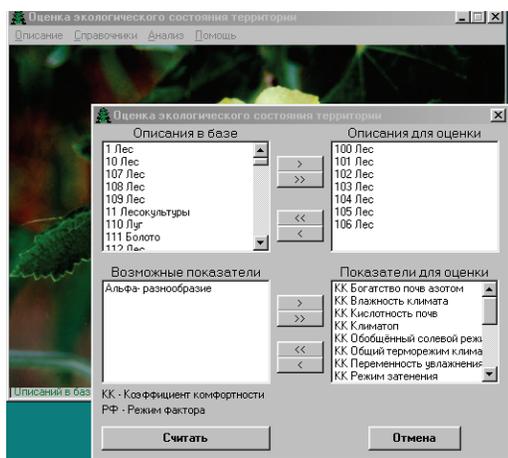


Рис. 3. Видеоэкранный форма показателей

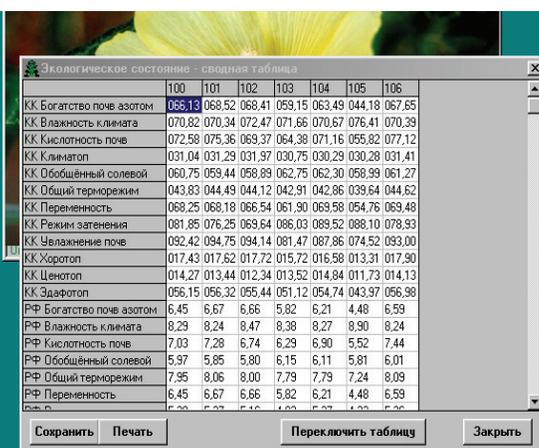


Рис. 4. Видеоэкранный форма показателей экологического ареала территории

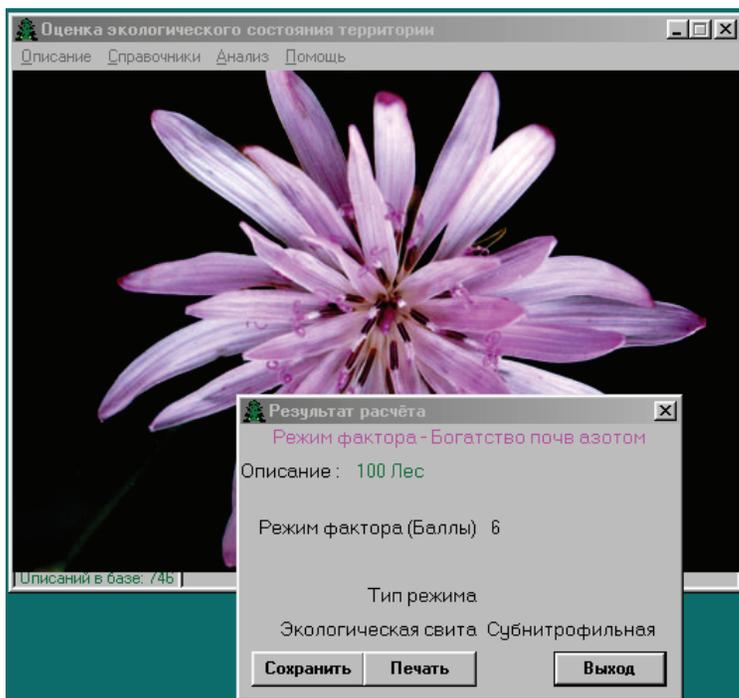


Рис. 5. Видеоэкранный форма диагностики

Методика предназначена для широкого круга пользователей: специалистов в области охраны окружающей среды, экологического мониторинга, экологической безопасности; инженерных и специальных служб, осуществляющих экологический контроль вредных производств; для оценки экологического состояния городских территорий, свалок, пустырей и др.; является методическим руководством для обучения и подготовки студентов и персонала.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Маркелов А.В. Биоиндикация как способ оценки качества среды при радиационном воздействии / Автореф. дисс. ... канд геогр. наук. — М.: МГУ, 1988.
- [2] Маркелов А.В. Геоинформационные основы радиоэкологической безопасности. — М.: Макс-ПРЕСС, 2000.
- [3] Маркелов Д.А. Зональные особенности биоразнообразия и радиоэкологического состояния растительных сообществ. — М.: Изд. Географического фак-та МГУ, 1999.
- [4] Миркин Б.М., Розенберг Г.С., Наумова Л.Г. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. — М.: Наука, 1989.
- [5] Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. — М.: Мир, 1992.
- [6] Цыганов Д.Н. Экоморфы и экологические свиты // Бюлл. МОИП. — 1974. — Т. 79. — Вып. 2.
- [7] Цыганов Д.Н. Экоморфы флоры хвойно-широколиственных лесов. — М.: Наука, 1976.
- [8] Цыганов Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. — М.: Наука, 1983.

TECHNIQUE OF AN ESTIMATION OF THE TERRITORY'S RADIOECOLOGICAL CONDITION

D.A. Markelov¹, O.E. Polynova²

¹SIA «Radon»

7th Rostovskij str., 2/14, Moscow, Russia, 119124

²Ecological Faculty

Russian Peoples' Friendship University

Podolskoye shosse, 8/5, Moscow, Russia, 113093

The modern level of scientific researches allows to develop the ideas about coherence of natural processes. The technique of the express analysis of the territory's ecological condition, realized in the form of software product is presented. The technique represents set of the algorithms, allowing to make the automated processing the information. The estimation of an ecological condition is carried out in field conditions in a mode of real time by direct measurements of number and an abundance of the dominating plants species, input of the information in a database, calculation of parameters of a biodiversity, types of modes of 10 direct-action factors, comfort of environment conditions and sufficiency of environment conditions for each plant species. The technique is intended for a wide range of users: experts in the field of preservation of the environment, ecological monitoring, ecological safety; the engineering and special services which are carrying out the ecological control of harmful manufactures; for an estimation of an ecological condition of city territories, dumps, waste grounds, etc.; is a methodical management for training of students and the personnel.