

ческого ареала некоторых древесных пород в различных лесорастительных зонах Урала.

Итак, исследования, традиционно основывавшиеся на постановке опытов, позволили разрешить в целом проблему совершенствования технологий лесокультурного производства, но дали при этом массу противоречивого эмпирического материала, что не позволяет сделать однозначные выводы по некоторым вопросам лесокультурного дела. Разработка новых современных методик научных исследований позволит в будущем поднять качественный уровень лесокультурного производства.

N.N. Chernov

Peculiarities of Creating Forest Cultures in the Urals

The ways of improving the forest-culture production in the Urals are considered, among them forest seed culture, seedling and planting stock growing, forest culture creation.

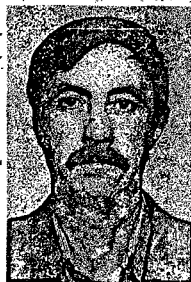
УДК 630*425

Р.Н. Ковалев, В.К. Звездин

Ковалев Рудольф Николаевич родился в 1949 г., окончил в 1972 г. Уральский лесотехнический институт, доктор технических наук, профессор кафедры менеджмента и внешнеэкономической деятельности предприятия Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет 94 печатные работы в области транспортно-технологических и эколого-экономических проблем лесопользования.



Звездин Вадим Константинович родился в 1940 г., окончил в 1964 г. Уральский государственный университет, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры менеджмента и внешнеэкономической деятельности предприятия Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет 10 печатных трудов в области теоретической физики.



МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМ НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Приведен краткий анализ существующих методов оценки экологического состояния экосистем, предложен один из рациональных количественных методов оценки лесных экосистем.

Используя принятую Законом РФ «Об охране окружающей среды» классификацию, практически актуальной является задача определения, в каком из трех состояний – риска, кризиса или катастрофы – находится лесная экосистема.

В основу оценки состояния экосистемы положена одна общая идея. Специалисты известными им методами, качественно или количественно, так или иначе, находят значения факторов (показателей), которые, по их мнению, характеризуют ее настоящее состояние и направление процесса дальнейшего развития. Обрабатывая эти данные и применяя определенные решающие процедуры, они выставляют одну из трех указанных оценок данной экосистеме.

Здесь имеются проблемы:

1. Факторы бывают количественные и качественные, чувствительные и базисные, непрерывные и дискретные, пороговые и интервальные, важные, менее важные и т. д. Разбиение их по указанным классам всегда субъективно и неоднозначно.

2. Вопрос определения множества (набора) факторов непростой и решается по-разному, например экспертным или даже директивным методом. От количества, характера и классификации факторов, участвующих в оценке состояния, во многом зависит процедура принятия решения.

Количественные методы решения данной задачи математически просты, но выбор критерия оценки состояния труден, произволен, несет в себе субъективные черты первых трех и не может претендовать на универсальность. И все-таки разработка количественного критерия, даже с применением неколичественных методов, например экспертных, априорного ранжирования, квалиметрии и других, позволяет достичь большей объективности оценки. Это следствие логических схем, положенных в основу методов. Кроме того, математическая обработка информации позволяет так или иначе учесть все факторы и их вес в процедуре принятия решения, формирования критерия оценки. Обнадешивает также то, что такие же методы применяются при решении подобных задач в других областях (например в ценообразовании, товароведении, диагностике заболеваний и др.) и дают неплохие результаты.

Все существующие методы можно разделить на диагностические, с использованием принципов квалиметрии и математической статистики.

В диагностическом подходе, известном также как процедура генерализации частных откликов, строится некая таблица (дерево) решений, узлами которой являются факторы, и заранее проектируется логическая процедура следования по этому дереву. Недостатки этого подхода заключаются в сложности процедуры анализа для большого количества факторов, громоздкости дерева и в том, что при выработке решения используется информация только о тех факторах, которые участвовали в логической процедуре анализа. Достоинство – сравнительная простота учета неколичественных факторов.

В подходе, основанном на идеях квалиметрии, роль показателей качества играют факторы. Основные принципы квалиметрии [2]:

иерархический (уровневый) метод вычисления комплексных показателей из простых: свойство i -го уровня определяется свойствами предыдущего ($i - 1$)-го уровня;

базовые показатели заданы;

каждое свойство определяется показателем и его весом;

сумма весов равна единице;

показатели должны быть безразмерными.

Из математической статистики можно использовать дискриминантный анализ, распознавание образов и др. [1, 3].

Рассмотрим один из возможных способов решения описанной задачи, который сочетает в себе простую статистику с методами априорного ранжирования. Пусть состояние интересующей нас лесной экосистемы A оценивается функцией (она же критерий) Y_a , зависящей от многих переменных (они же факторы) X_i :

$$Y_a = f(X_i), \quad i = 1, \dots, n. \quad (1)$$

Явный вид функции f неизвестен. Область определения всех переменных X_i задана, а Y может принимать любые значения из достаточно широкого интервала отрицательных и положительных чисел. Заметим, что Y – скаляр, а X – вектор. Будем считать, что функция f осуществляет каким-либо образом «свертку» этого вектора в скаляр ($R^n \rightarrow R$).

Даже если бы вид функции был известен, то и тогда, подставив значения всех переменных X_i и вычислив значение Y , мы не решили бы нашу задачу о сравнительной оценке состояния системы. Для сравнения нужны другие подобные системы. Только тогда можно создать эталон, выстроить все системы по ранжиру и найти в нем место для данной системы.

Для решения поставленной задачи погрузим нашу систему A в окружение ей подобных, что вполне естественно для больших лесных массивов. Каждую из них будем описывать точно такой же функцией Y_j , $j = 1, \dots, m$.

Тогда имеем

$$Y_j = f(X_{j,i}), \quad i = 1, \dots, n; \quad j = 1, \dots, m, \quad (2)$$

где $X_{j,i}$ – значение i -го фактора в j -й подсистеме.

Выборочным методом или сплошным контролем вычислим средние значения факторов и их стандартные отклонения по всей суперсистеме:

$$\bar{X}_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m x_{j,i}; \quad (3)$$

$$\sigma_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m (x_{j,i} - \bar{X}_i)^2, \quad (4)$$

где m – число подсистем во всей суперсистеме.

Перейдем к новым переменным:

$$X'_{j,i} = (x_{j,i} - \bar{X}_i) / \sigma_i. \quad (5)$$

Набор этих величин будем называть «относительным профилем» j -й подсистемы.

Из посторонних соображений, например методом экспертных оценок, зададим для всей суперсистемы «стандартный профиль», т. е. набор из n чисел w_i , которые отражают важность i -го фактора с точки зрения всей группы экспертов. Эти числа нормируются в долях и служат весовыми множителями. Выбор весов – очень важный момент в предлагаемой процедуре принятия решения и должен быть проведен как можно тщательнее: консилиумом, экспертными методами с помощью голосования, переголосования и достижения консенсуса в конечном счете.

На этом этапе определим явный вид функции $f(X)$ из (1), например по формуле

$$Y_i = \sum_i^n w_i X'_{j,i} + Y_0. \quad (6)$$

Вычислив значения критерия для всех подсистем, можно найти в полученном ряду место для изучаемой подсистемы A , построив гистограмму, график, и определить это место визуально. Можно отобразить интервал значений критерия на область оценок (риск, кризис, катастрофа), построить функцию желательности Харрингтона, и сделать процедуру принятия решения формализованной.

По ходу дела желательно проверить два обстоятельства: 1) некоррелированность факторов. Удалив из рассмотрения коррелирующие факторы, можно уменьшить их количество; 2) нормальность распределения каждого фактора по всей суперсистеме.

Достоинства предложенного метода:

оценка Y_a основана на данных богатого множества подобных подсистем;

после достижения необходимого консенсуса процедура вычисления оценки проста и формальна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гублер Е.В. Вычислительные методы анализа и распознавания патологических процессов. – М., 1978.
2. Мишин В.М. Исследование систем управления. – М., 1998.
3. Фу К. Структурные методы в распознавании образов. – М., 1981.

R.N. Kovalev, V.K. Zvezdin

Methods of Evaluating the Ecosystem State Based on the Integral Indicators

The brief analysis of current evaluation methods for ecological state of ecosystems is given, one of the rational quantitative methods of forest ecosystems evaluation being suggested.