

Е.В. Потанова
 УГЛТУ, Екатеринбург, РФ
potanova1964@bk.ru

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ
 ВЕРОЯТНОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ НЕГАТИВНЫХ СОБЫТИЙ
 В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ**
 (MATHEMATICAL APPROACH TO THE ASSESSMENT OF THE
 PROBABILITY OF NEGATIVE EVENTS IN THE ENVIRONMENT)

Рассмотрен круг явлений, при исследовании которых чаще всего имеют дело не с явлениями окружающего мира непосредственно, а с их математическими моделями, в которых должны быть правильно переданы существенные стороны изучаемого явления.

Range of phenomena in the study are most likely not have to deal with the phenomena of the world directly, and their mathematical models, which should be properly transferred to the essential aspects of the phenomenon.

Неоднозначность исхода при сохранении основных условий процесса наблюдается для широкого круга явлений, при исследовании которых чаще всего имеют дело не с явлениями окружающего мира непосредственно, а с их математическими моделями, в которых должны быть правильно переданы существенные стороны изучаемого явления.

При описании исследуемого явления необходимо формализовать эти описания, формируя вероятностное пространство, включающее в себя пространство элементарных событий, класс (или множество) событий и определенную на этом множестве вероятность событий (рис. 1).

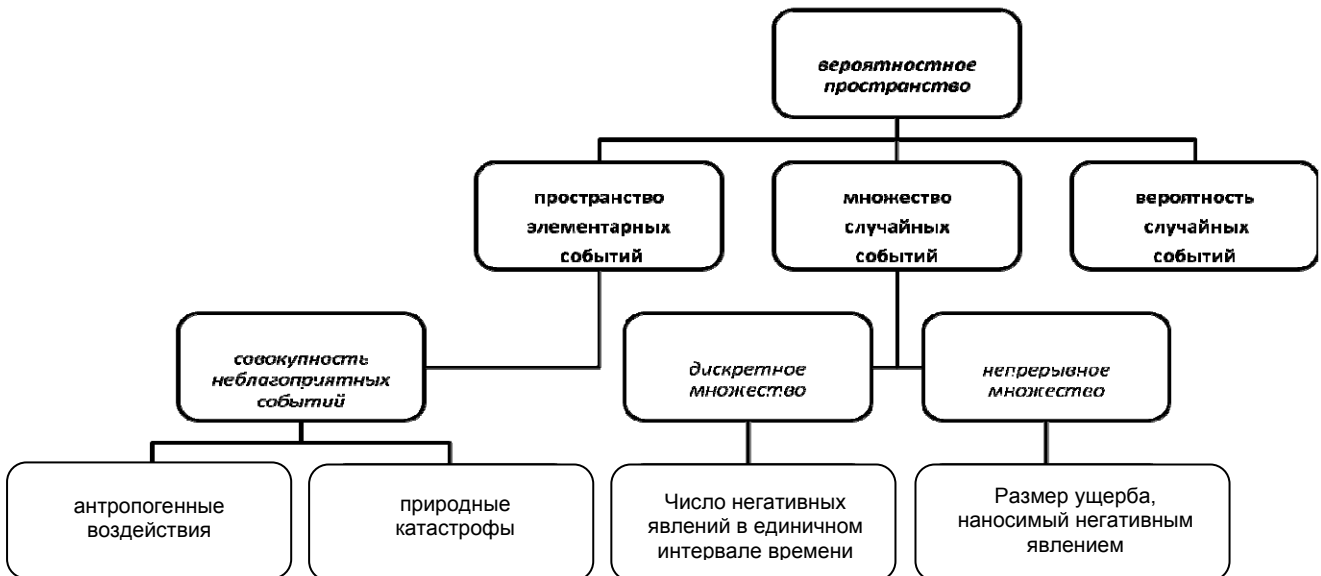


Рис. 1. Схема вероятностного пространства

Пространство элементарных событий – совокупность всех возможных неблагоприятных событий, способных нанести некоторую степень ущерба исследуемому объекту и когда-либо оказывающих негативное воздействие на этот объект. При рассмотрении процесса нанесения ущерба лесным экосистемам совокупность всех неблагоприятных событий делится на техногенные воздействия (выбросы в атмосферу воздуха, сбросы сточных вод, загрязнение почвы и рубка леса) и природные катастрофы (пожары, ветровалы, повреждение лесов насекомыми-вредителями).

Определяя множество (класс) событий, необходимо учитывать, какого типа случайные величины рассматриваются в данном вероятностном пространстве: дискретная случайная величина или непрерывная случайная величина. Основываясь на понятиях дискретного множества (счетного множества) и дискретной случайной величины, представим множество неблагоприятных событий как дискретное множество, элементами которого являются различные негативные явления, проявляющиеся в некотором единичном интервале времени. Размер ущерба, наносимый исследуемому объекту, представляет собой непрерывную случайную величину, принимающую любое значение в одном или большем числе интервалов времени. Множество ущербов, наносимых объекту исследуемым негативным явлением, представляем как непрерывное множество случайных величин. Каждой случайной величине соответствует некоторое распределение, описывающее вероятностное поведение рассматриваемой системы. Распределение задает вес каждого значения случайной величины на основании вероятностного содержания множества событий [1].

Выбор распределения должен базироваться на понимании механизма изучаемого явления, так как неудачный выбор распределения, сделанный без достаточно глубокого понимания изучаемого явления, может привести к очень большим ошибкам [2].

Алгоритм выбора распределения случайной величины:

- используя методы математической статистики, по результатам наблюдений находят модель, приемлемую для описания этих наблюдений и оценки ее параметров;
- на основе принятой статистической модели рассматривают вероятности проявления различных событий, что можно использовать для прогнозирования характеристик системы.

Обычно распределение определяется одной или большим числом постоянных, называемых параметрами, которые характеризуют центр распределения, масштаб и форму кривой распределения. Параметры распределения необходимо определять на основе имеющихся экспериментальных данных.

Наиболее известной характеристикой центра распределения является математическое ожидание, часто называемое арифметическим средним, вычисляемое следующим образом:

$$\mu = \sum_{i=1}^n x_i / n,$$

где μ – математическое ожидание;
 x_i – значения результатов наблюдений;
 n – число наблюдений.

Кроме центра распределения необходимо описать рассеяние, симметрию и остовершинность распределения, которые играют важную роль при подборе распределений.

Показатель рассеивания называют дисперсией. Среднее квадратическое отклонение оценивает дисперсию $D = \sigma$:

$$\sigma = (n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2)^{1/2} / n(n-1),$$

где D – дисперсия;

σ – среднее квадратическое отклонение.

Для нахождения третьего параметра, описывающего симметрию распределения, целесообразно использовать выражение

$$b_1 = \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^3 / n,$$

где b_1 – параметр симметрии распределения.

Параметр островершинности, называемый эксцессом, определяется по формуле

$$b_2 = \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^4 / n,$$

где b_2 – параметр островершинности распределения.

На рис. 2 показаны области в плоскости (b_1, b_2) для различных распределений. Путем нахождения выборочных оценок b_1 и b_2 и нанесения этой точки на данный рисунок анализируется, достаточно ли близко от точки, кривой или области, соответствующей одной из моделей, лежит эта точка. Если эта точка лежит близко к области одной из моделей, то это распределение может быть использовано для описания исследуемого процесса. После выбора распределения можно приступить к нахождению числовых характеристик этого распределения.

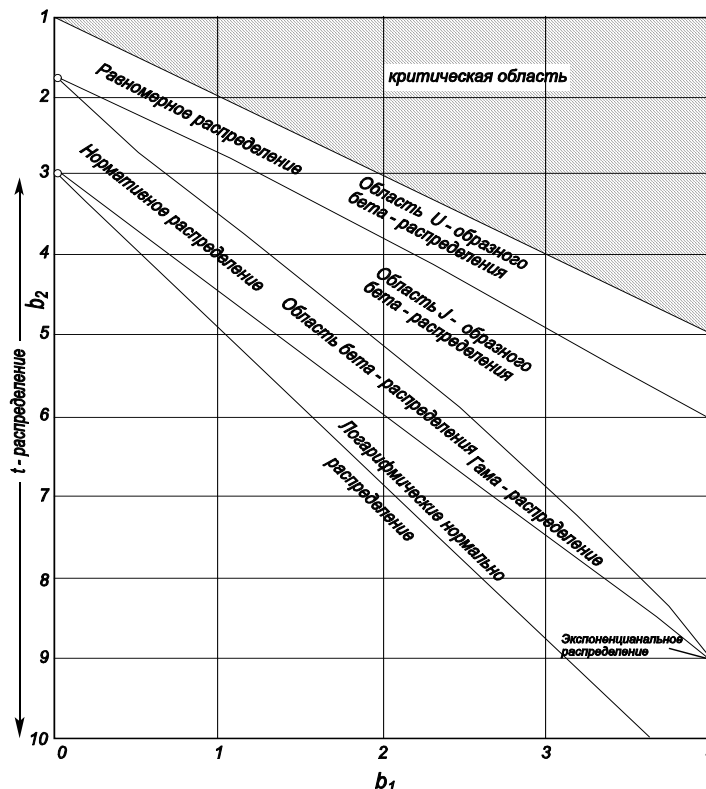


Рис. 2. Подбор распределения

Вероятность того, что ожидаемый результат случайной величины X будет находиться в допустимых пределах $(X^*; X^{**})$, определяется из формулы

$$P(X^* < X < X^{**}) = \int_{X^*}^{X^{**}} f(x) dx,$$

где $P(X^* < X < X^{**})$ – функция вероятности,
 X^* – левая граница ожидаемого результата,
 X^{**} – правая граница ожидаемого результата.

Полученную таким образом вероятность можно назвать вероятностью достижения ожидаемого результата (ожидаемого ущерба). Вероятность попадания случайной величины X за пределы допустимых границ (X^* ; X^{**}) оценивает неопределенность результата (неожидаемый ущерб) и определяется формулой

$$P(X) = 1 - P(X^* < X < X^{**}).$$

Библиографический список

1. Кремер Г. Математические методы статистики. М.: Мир, 1975.
2. Поздняков В.А. Экономика природопользования. М.: МПСИ, 2003.

Е.В. Потанова
УГЛТУ, Екатеринбург, РФ
potanova1964@bk.ru

РИСК-АНАЛИЗ УЩЕРБА ЛЕСАМ ОТ ПОЖАРОВ (RISK ANALYSIS OF DAMAGES FROM FOREST FIRES)

Показано, что источником неопределенности при оценке ущерба лесам от пожаров является воздействующая среда или условия, способствующие возгоранию, причина возникновения пожара или источник возгорания, состояние самого объекта возгорания (лесного участка), а именно: степень защищенности участка от пожаров.

It is shown that source of uncertainty in the assessment of forest damage from the fires is the impact of the environment or conditions conducive to fire, the cause of the fire or ignition source, the state of the object fire (FMU), namely, the degree of protection from fire area.

При прогнозировании последствий воздействия негативного события (оценка потенциального ущерба) необходимо рассмотреть ряд вопросов по оценке характеристик риска, решение которых может позволить управлять объектами в условиях вероятности экономических потерь для возможного сокращения уровня риска. Упорядоченная последовательность решений таких вопросов представляет собой не что иное, как этапы риск-анализа [1].

При изучении каждого этапа риск-анализа следует помнить о наличии неопределенности, вызываемой неполнотой и неточностью информации. На основании изучения причины возникновения ситуации неопределенности при воздействии негативного события на окружающую среду (ОС) построена модель ситуации неопределенности при оценке ущерба лесам от пожаров (рис. 1).