

Научная статья
УДК 630*2:502.174

МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ В ЛЕСНОМ ФОНДЕ

Ирина Александровна Евкович¹, Павел Александрович Протас²

^{1,2} Белорусский государственный технологический университет,
Минск, Беларусь

¹ evcovich.irina@mail.ru

² protas@belstu.by

Аннотация. Для эффективной ликвидации последствий от стихийных бедствий в лесном фонде, повышения качества управленческих решений требуется прогноз динамики стихийных бедствий и их влияния на лесные экосистемы. Такой прогноз можно получить с помощью методов предиктивной аналитики на основе анализа статистических данных прошлых лет.

Ключевые слова: лесной фонд, стихийные бедствия, прогнозирование, ликвидация последствий, теория игр

Scientific article

METHODS OF FORECASTING THE CONSEQUENCES OF NATURAL DISASTERS IN THE FOREST FUND

Irina A. Evkovich¹, Pavel A. Protas²

^{1,2} Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus

¹ evcovich.irina@mail.ru

² protas@belstu.by

Abstract. A forecast of the dynamics of natural disasters and their impact on forest ecosystems is required for effective eliminating the consequences of natural disasters in the forest fund and for improving the quality of management decisions. Such a forecast can be obtained using predictive analytics methods based on the analysis of statistical data of past years.

Keywords: forest fund, natural disasters, forecasting, elimination of consequences, game theory

Существенными и разрушительными стихийными бедствиями в лесном фонде, которые обостряют экологические проблемы, приводят

к потере лесных ресурсов, изменению породного состава древостоев, а также к затратам на их ликвидацию, являются такие природные катаклизмы, как ветровалы, буреломы, усыхания насаждений и лесные пожары. Такие стихийные бедствия являются стохастическими и непредсказуемыми, которые невозможно спрогнозировать с достаточной степенью вероятности.

Учитывая ежегодное изменение климата, многие специалисты предполагают и дальнейшее воздействие стихийных бедствий на лесной фонд, что и подтверждается статистикой последних лет [1].

В настоящее время в прогнозировании стихийных бедствий можно выделить две задачи.

1. Прогнозирование вероятности события самого стихийного бедствия. Эту задачу решают погодно-климатическими методами с помощью гидрометеостанций. При этом они краткосрочны, малоэффективны и имеют достаточно низкий вероятностный характер. Такой метод прогнозирования базируется на основании различных факторов: температура воздуха, влажность, давление, скорость ветра и др.

2. Прогнозирование ликвидаций последствий стихийного бедствия. Данную задачу применительно к лесному фонду можно решать с использованием различных методов предиктивной аналитики, которые будут учитывать следующие факторы: масштаб поврежденного лесфонда, характеристику участка, экономические затраты на ликвидацию последствий и др. [2].

В данном случае рассмотрим вторую задачу с применением метода предиктивной аналитики. Последствия стихийных бедствий могут прогнозироваться с помощью различных методов: математических, экономических и программных.

Математические методы прогнозирования стихийных бедствий включают следующие этапы:

- характеристику объекта исследования;
- сбор исходных данных;
- выбор и подтверждение математической модели;
- обработку информации;
- приобретение дополнительных характеристик;
- прогнозирование последствий стихийного бедствия;
- получение результата об объекте исследования.

Изучив и выполнив анализ различных методов, установили, что наиболее целесообразными могут быть методы математической статистики, а именно метод теории игр по критерию Вальда и Сэвиджа [3].

Такой метод основан на статистических данных и позволяет находить закономерности в исторических и транзакционных данных и определять потенциальные риски и возможности. В качестве основы при выполнении

анализа используется опыт аналогичных решений, принятых в прошлом. Главными принципами такой методики являются классическая стратегия и функциональная математика.

В настоящее время теория игр широко применяется для решения многих практических задач. Так, с помощью методов теории игр можно решить следующие задачи [4]:

- планирование лесосечных работ в течение года: неопределенность здесь обусловлена случайным воздействием погодных изменений, и поэтому состоянием лесосек, непостоянством размерно-качественных характеристик заготавливаемого сырья, состоянием техники;

- оперативное управление производством, например, принятие решения о временной переброске техники на поврежденный стихийными бедствиями участок;

- обоснование параметров и конструкции машины, природно-производственные условия эксплуатации которой мало изучены или отличаются случайным непостоянством.

Наибольшее распространение в прогнозировании событий в лесозаготовительном комплексе имеют парные стратегические игры. Такие игры имеют два метода решения задач.

1. Противодействующим противником. Такой метод является избирательным и имеет определенные характеристики, которые всегда остаются не за одним человеком. В данном методе имеется в виду, что функции выигрыша общедоступны любому из игроков, т. к. любой участник знает свою функцию выигрыша, а также функции всех остальных игроков, и в соответствии с данной информацией сформировывает свое поведение. В качестве ключевого условия в теории игр предусматривается гарантировать предельно допустимый выигрыш каждому игроку при любых манипуляциях партнера [4].

2. Объективной действительностью (природой). Данная методика учитывает различные природные факторы и состоит в том, что в ней участвуют два игрока, один из которых – природа. Для второго игрока (природы) результат не имеет значения, т. к. он не способен к принятию осознанных решений. Исходные данные в предложенной методике не будут зависеть от решений и хода игрока, а будут определяться природными факторами.

Для прогнозирования последствий стихийных бедствий в лесном фонде подходит второй метод решения задач с объективной действительностью (природой). Решение данной задачи может выполняться по оценке критерия Вальда или критерия Сэвиджа [4]. При этом каждый из них имеет свою особенность.

Критерий Вальда. В качестве приемлемой избирается стратегия, дающая следующую гарантию выигрыша – минимум, чем «нижняя цена игры с природой»:

$$W = \max_i \min_j W_{ij}. \quad (1)$$

Принцип принятия решения на основании критерия Вальда можно трактовать должным образом: игровая матрица приобретает еще один столбец из наименьших итогов каждой строки. Выбрать необходимо тот вариант, в строке которого стоит максимальное значение данного столбца. В результате принятого решения игра исключает риск. В соответствии с принятым решением в игре участник не может столкнуться с худшим результатом, нежели тот, на кого он ориентируется. Какими бы не были условия S_i , соответствующий результат не может быть ниже W .

Такое свойство считается одним из фундаментальных в критерии Вальда. Критерий Вальда можно использовать при следующих обстоятельствах:

- о возникновении стратегии S_i ничего не известно;
- с возникновением стратегии S_i необходимо считаться;
- реализуется только незначительное число решений;
- не допускается отрицательный риск.

Критерий Вальда предполагает, что игрок (природа) действует пессимистическим для человека образом, делает все, чтобы не достичь желаемого успеха.

Критерий Сэвиджа. В качестве приемлемой избирается стратегия, вследствие которой величина риска принимает минимальное значение при неблагоприятных обстоятельствах:

$$W = \min_i \max_j (W_{\max_j} - W_{ij}). \quad (2)$$

Величина W в критерии Сэвиджа обосновывается как максимальный выигрыш, который будет достигнут, если состояние S_j вместо варианта U_j заменить на более подходящий для нашего условия вариант.

В соответствии с критерием Сэвиджа выбор решения игры будет следующий: каждый элемент матрицы вычитается из максимального результата W_{ij} соответствующего столбца. Разности результатов будут образовывать остатки матриц и дополняться столбцом максимальных разностей W_{ir} . В результате избирается тот вариант, в строке которого находится минимальное значение числа [4].

Методика прогнозирования последствий стихийных бедствий в лесном фонде начинается со сбора статистических данных, которые осуществляются в различных режимах.

Учитывая максимальное количество факторов, которые позволяют принять в решении задач критерий Вальда, для прогнозирования последствий стихийных бедствий в лесном фонде целесообразно применять данный критерий.

Исходными данными для прогнозирования последствий стихийных бедствий являются: площадь поврежденного лесфонда, время года, объемы поврежденной древесины, затраты на ликвидацию и др.

Эти все исходные данные подразделяются на:

1) природно-эксплуатационные – площадь, время года, климатические условия;

2) объемные – объем поврежденной древесины, объем работ при выполнении ликвидаций последствий стихийных бедствий;

3) экономические – снижение стоимости на лесоматериалы ввиду его низкого качества, затраты на ликвидацию последствий, затраты на лесовосстановление, затраты на защиту лесов и др;

4) экологические – необходимость в последующем лесовосстановлении, учет потерь экосистемных услуг, лесной среды и др [1].

В заключение необходимо отметить, что применение метода теории игр по критерию Вальда на базе принятых исходных данных позволит более детально прогнозировать последствия стихийных бедствий при принятии соответствующих решений. Данный прогноз поможет снизить материальные затраты и трудозатраты на ликвидацию последствий стихийных бедствий в лесном фонде, а также обеспечить сокращение сроков ликвидации и соответственно ускорить процесс лесовосстановления.

Список источников

1. Ледницкий, А. В. Экономическая оценка потерь в результате стихийных бедствий в лесном секторе Беларуси в контексте климатических изменений: современное состояние и направления совершенствования с учетом международного опыта / А. В. Ледницкий [и др.]. – Минск : Изд-во World Bank Group, 2018. – 123 с.

2. Прогнозирование стихийных бедствий // LiveJournal : [сайт]. – URL: <https://clck.ru/33eUvY> (дата обращения: 29.11.2022).

3. Колесников, В. Л. Математические основы компьютерного моделирования химико-технологических систем : учебное пособие / В. Л. Колесников. – Минск : БГТУ, 2003. – 312 с.

4. Игнатенко, В. В. Моделирование и оптимизация процессов лесозаготовок / В. В. Игнатенко, И. В. Турлай, А. С. Федоренчик. – Минск : БГТУ, 2004. – 178 с.