

К ВОПРОСУ О ПРОГНОЗИРОВАНИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА НА ОСНОВЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Е.А. Гращенко;

Т.В. Гагарина;

А.Н. Иванов, кандидат технических наук, доцент.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассмотрены методы и модели прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного характера на основе статистических данных. Приведена общая модель прогноза. Показана необходимость прогнозирования чрезвычайных ситуаций, имеющих низкую частоту повторения. Показано, что при решении задачи прогнозирования основное внимание необходимо уделить отбору факторов, влияющих на точность прогноза.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация природного характера, метод прогнозирования, модель прогнозирования, экспертные методы, математические методы, регрессия, полином

TO QUESTION ABOUT PROGNOSTICATION OF EXTRAORDINARY SITUATIONS OF NATURAL CHARACTER ON BASIS OF STATISTICAL INFORMATION

E.A. Grashchenko; T.V. Gagarina; A.N. Ivanov.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

Methods and models of prognostication of extraordinary situations of natural character are considered on the basis of statistical information. The general model of prognosis is resulted. It is rotined that at the decision of task of prognostication basic attention must be spared the selection of factors, influencing on exactness of prognosis.

Keywords: extraordinary situation of natural character, method prognostications, model of prognostication, expert methods, mathematical methods, regression, polynomial

Чрезвычайные ситуации (ЧС) природного характера представляют собой довольно большой сегмент общего числа ЧС, для борьбы с которыми и ликвидации их последствий привлекаются силы и средства МЧС России [1].

Они характеризуются тем, что чаще всего носят локальный или муниципальный характер, поэтому население оказывается застигнутым врасплох и вынуждено в первые часы разгула стихии противостоять ей собственными силами и средствами. Как правило, в эти первые часы, а иногда и дни, происходят основные потери материальных средств, а иногда и гибель людей.

Так, по данным Северо-Западного регионального центра МЧС России, за период с 1 января 2009 г. по 31 декабря 2014 г. в зоне его ответственности произошло 148 ЧС природного характера, во время которых погибло 25 человек (табл. 1).

Таблица 1. Данные Северо-Западного регионального центра МЧС России по ЧС за период с 1 января 2009 г. по 31 декабря 2014 г.

Тип ЧС	Кол-во	Пострадало			Материальный ущерб, (млн руб.)	Силы (кол-во л. с.)	Средства (кол-во ед. техники)
		всего	спасено	погибло			
Природные ЧС	148	1 251	1 226	25	92,09779	4 956	1 274

Наиболее характерные для Северо-Запада страны ЧС природного характера и их количество за пять лет (2009–2014 гг.) представлены в табл. 2.

Таблица 2.

Описание ЧС	Частота повторения в течение 5 лет	Среднее количество ЧС за 1 год
Отрыв прибрежных льдов	55	11
Высокий уровень воды (наводнения, половодья, дождевые паводки, заторы, ветровые нагоны)	27	5,4
Лесные пожары	22	4,4
Сильный снегопад	8	1,6
Непроходимый (труднопроходимый) лед	6	1,2
Снежные лавины	5	1
Природные пожары	1	0,2
Ранний ледостав	1	0,2
Землетрясения	1	0,2
Оползни	1	0,2

Состав этих ЧС весьма разнообразен как по проявлению, так и по частоте повторения.

Так, наиболее распространенными ЧС природного характера вследствие географического местоположения региона и его природно-климатических условий являются ситуации, связанные с отрывом прибрежного льда (происходят в среднем 11 раз в год).

На втором месте, согласно статистическим данным, находятся ситуации, связанные с изменением уровня воды в естественных водоемах, что часто приводит к затоплениям больших территорий (средняя частота появления не менее пяти раз в год).

Довольно часто возникают лесные пожары (не менее четырех раз в год), наносящие серьезный урон экономике региона, приводящие к гибели большого количества представителей животного мира, уничтожению растительного покрова и представляющие прямую угрозу расположенным вблизи населенным пунктам [2].

В среднем не менее одного раза в год возникают ЧС, связанные с обильными снегопадами, непроходимыми (труднопроходимыми) льдами и сходом снежных лавин.

Остальные, указанные в табл. 2, ситуации, возникают не чаще одного раза в пять лет.

Вместе с тем необходимо обратить внимание на то, что из 25 погибших 14 (56 %) приходится на ЧС, связанные с непроходимым (труднопроходимым) льдом, доля которых в имевших место ЧС природного характера составляет 4 %.

Девять человек (36 %) погибли при сходе снежных лавин, доля которых в общем количестве ЧС природного характера составляет 3,3 %.

Два человека (8 %) погибли в результате попадания под оползень (0,7 % в общем числе ЧС природного характера).

Таким образом, 100 % погибших приходится на ЧС природного характера, суммарная доля которых, в общем их количестве, составляет менее 10 %.

Можно предположить, что подобная ситуация связана с тем, что «поражающие факторы» перечисленных ЧС, равно как и сама возможность их появления, для основной массы населения не столь очевидны, как, скажем, проявления и последствия лесного пожара или разлива рек.

Второй особенностью этих ЧС является скоротечность проявления, что сводит на нет как возможности активных действий по самоспасению, так и для спасательных подразделений МЧС России.

Поэтому важная роль в обеспечении своевременного реагирования сил МЧС России, готовности населения и территорий, информировании населения о степени риска возникновения той или иной ЧС с привязкой к месту и времени ее проявления отводится прогнозированию опасных природных процессов.

Анализ литературных источников показывает, что в настоящее время, по оценкам ученых, насчитывается свыше 150 различных методов прогнозирования [3].

Метод прогнозирования представляет собой последовательность действий, которые нужно совершить для получения модели прогнозирования.

Модель прогнозирования есть функциональное представление, адекватно описывающее исследуемый процесс и являющееся основой для получения его будущих значений.

В работах разных авторов предлагаются различные схемы классификации методов прогнозирования. В классическом представлении методы прогнозирования делятся на две группы: экспертные (интуитивные) и формализованные (математические) (рис.).



Рис. Классификация методов прогнозирования

Экспертные (интуитивные) методы прогнозирования имеют дело с суждениями и оценками экспертов. Они применяются в том случае, если процесс, состояние которого во времени необходимо спрогнозировать, не поддается математическому описанию либо в силу простоты и предсказуемости в таком описании не нуждается.

Формализованные (математические) методы – методы прогнозирования, в результате которых строят модели прогнозирования, то есть определяют такую математическую зависимость, которая позволяет вычислить будущее значение процесса.

Все ЧС природного характера являются следствием физических и химических процессов, происходящих в природе, поэтому с разной степенью сложности и точности могут быть описаны с помощью математических методов прогнозирования.

Результатом такого прогнозирования должна стать математическая модель, полученная на основе статистических данных.

Если обратиться к классификации математических моделей прогнозирования, то, изучая работы, относящиеся к данной предметной области, как и в случае с методами прогнозирования, можем увидеть разные подходы к этому вопросу.

Большая часть авторов делит их на две группы:

- структурные модели;
- статистические модели.

В структурных моделях зависимость будущего значения от прошлого задается в виде некоторой структуры и правил перехода по ней.

К ним относятся нейросетевые модели, модели на базе цепей Маркова, модели на базе классификационно-регрессионных деревьев и другие, распространенные не так широко [4].

В статистических моделях зависимость будущего значения от прошлого задается в виде некоторого уравнения. Здесь спектр конкретных моделей тоже достаточно широк. Широкое распространение получили регрессионные модели (линейные и нелинейные), авторегрессионные модели (ARIMAX, GARCH, ARDLN), модель экспоненциального сглаживания и ряд других.

Модели на основе статистических данных получили широкое распространение еще и потому, что имеют доступное программное обеспечение, в которое входят такие прикладные программы, как Excel, Statgraphics, Stadia и др. [5]. На это их достоинство указывают многие авторы.

Поэтому в практической деятельности прогнозные модели чаще всего строят на основе статистических данных. Алгоритм построения таких моделей различного типа подробно описан в литературе по математической статистике, эконометрике и прикладных курсах высшей математики.

В рамках данной статьи ограничимся приведением общего вида модели прогноза, которая включает в себя три составляющие и записывается в виде уравнения регрессии:

$$Y_t = y_t + v_t + \varepsilon_t,$$

где Y_t – прогнозируемое значение результата; y_t – среднее значение прогноза; v_t – составляющая прогноза, отражающая сезонные колебания; ε_t – случайная величина отклонения прогноза.

Главное в работе над моделью заключается в определении количества факторов, влияющих на результат прогнозируемого процесса, и вида регрессии: линейная или нелинейная.

Естественным требованием к качеству данных, полученных в результате прогнозирования, является их точность. Однако данные даже самых совершенных моделей могут совпасть с количественными данными об объекте в будущем лишь с некоторой вероятностью.

Важным фактором прогнозирования ЧС на основе статистических данных является период прогнозирования, при этом выделяют три вида прогнозов: краткосрочный, среднесрочный и долгосрочный. Естественно, что временные интервалы прогнозов зависят от природы ЧС.

Лесные пожары, например, четко привязаны к жаркому времени года. Статистика показывает, что из 22 лесных пожаров по 9 приходятся на июнь и июль. Согласно пятилетней статистике, самый ранний лесной пожар на территории Северо-Западного региона был зафиксирован 28 апреля, а самый поздний – 8 августа.

Поэтому в качестве факторов (экзогенных переменных) регрессионной модели прогноза лесных пожаров в обязательном порядке должны присутствовать средняя температура воздуха, направление изменения атмосферного давления, влажность воздуха и другие факторы.

ЧС, причиной которых стал непроходимый (труднопроходимый) лед, занимают временной отрезок от 4 января до 18 апреля, то есть с момента, когда лед на водоемах становится достаточно прочным, чтобы выдержать людей и некоторые виды транспорта, до момента начала его таяния и потери несущей способности. Проблема еще в том, что

на разных водных объектах в одно и то же время лед может иметь разную несущую способность. Поэтому в модели прогноза ЧС, связанных с непроходимым (труднопроходимым) льдом, должны присутствовать не только данные, характеризующие состояние атмосферы, но и характеристики водного объекта.

Таким образом, прогнозирование большинства природных ЧС будет носить краткосрочный характер, ибо данные прогноза актуальны только на какой-то короткий отрезок времени.

С учетом большого количества факторов модель прогноза будет представлять собой полином некоторого порядка. Чтобы прогнозирование было эффективным, временной разрыв между измерением значений экзогенных переменных (факторов) должен быть как можно меньше.

Литература

1. Матвеев А.В., Максимов А.В. Ресурсный потенциал и его использование в системе Государственной противопожарной службы МЧС России // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2015. № 1. С. 62–68.

2. Максимов А.В., Воднев С.А. Анализ проблем в сфере обеспечения пожарной безопасности в России // Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире. 2015. № 9. Т. 1. С. 120–125.

3. Громова Н.М., Громова Н.И. Основы экономического прогнозирования. М.: Академия Естествознания, 2006.

4. Матвеев А.В., Потолицын В.А. Разработка регрессионных моделей для прогнозирования обстановки с пожарами в регионе: материалы Междунар. науч.-практ. конф. «XL Неделя науки СПбГПУ», 5–10 дек., Санкт-Петербург. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011.

5. Константиновская Л.В. Методы и приемы прогнозирования. URL: <http://www.astronom2000.info> (дата обращения: 12.09.2015).