

## **О возможности использования нейросетей при организации работ по устранению последствий чрезвычайных ситуаций.**

**Д.А. Зверев, А.П.Зверев**

С развитием цивилизации, применением все новых технологий, проведением различных исследований, постоянно возрастает угроза техногенных катастроф. На территории страны увеличивается количество складов с запасами горючих, взрывчатых, сильнодействующих ядовитых и других веществ. Кроме того, имеется огромная численность запасов химических и бактериологических веществ. Все эти запасы долгое время хранятся и довольно незначительное их количество утилизируется, а хранилища нередко находятся в аварийном состоянии. Износ оборудования часто превышает допустимые нормативы: так, например, отслужили свой срок на данный момент примерно 40% трубопроводов для перекачки газа и нефти. Зоной повышенной опасности являются транспортные коммуникации, объекты электроэнергетики.

Согласно статистики в опасных зонах проживает 30% населения, в чрезвычайно опасных – 10%. В условиях низкой технологической дисциплины, хронической нехватки финансовых и материальных ресурсов для поддержания основных фондов в рабочем состоянии, возрастает вероятность массовых аварий, техногенных катастроф и других чрезвычайных ситуаций. Все чрезвычайные ситуации можно подразделить на локальные, местные, территориальные, региональные, федеральные и трансграничные. Критериями подобной классификации чрезвычайных ситуаций являются: численность пострадавшего населения, размер материального ущерба, а так же границы зон распространения поражающих факторов. В результате многочисленных терактов, совершаемых на

территории нашей страны, техногенных аварий и природных катаклизмов гибнет большое число людей.

Наибольшую опасность для человека представляют факторы, которые могут вызвать его гибель в результате различных агрессивных воздействий — это различные физические, химические, биологические факторы, высокие и низкие температуры, ионизирующие (радиоактивные) излучения. Все они требуют различных способов защиты человека и группы людей, т.е. индивидуальных и коллективных способов защиты к которым можно отнести: стремление человека удалиться за пределы действия поражающих факторов (убежать от опасности, защититься экраном и т.д.).

Проведем анализ катастроф на протяжении последних трех лет и покажем количество привлекаемого личного состава и техники: [1]

### **Сведения о чрезвычайных ситуациях, происшедших на территории Российской Федерации в 2010 году**

Тип чрезвычайной ситуации	Кол-во	Пострадало человек	Спасено человек	Погибло человек
Техногенные чрезвычайные ситуации	199	2408	1741	641
Природные чрезвычайные ситуации	95	533	494	39
Биолого-социальные чрезвычайные ситуации	44	51	51	0
Всего	338	2992	2286	680

Данные таблицы свидетельствуют, что количество пострадавших и погибших людей значительно больше, чем спасенных примерно на 38 %.

При этом к спасению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, происшествий и других аварий от МЧС России привлекалось около 2,2 – млн. человек и более 800 тысяч единиц техники.

### **Статистические данные о чрезвычайных ситуациях, прошедших на территории Российской Федерации в 2009 году**

Тип чрезвычайной ситуации	Кол-во	Пострадало	Спасено	Погибло
---------------------------	--------	------------	---------	---------

		человек	человек	человек
Техногенные чрезвычайные ситуации	270	1873	1628	723
Природные чрезвычайные ситуации	133	555	726	11
Биолого-социальные чрезвычайные ситуации	21	40	47	0
Всего	424	2468	2401	734

Данные, приведенные в таблице, свидетельствуют о том, что количество пострадавших и погибших людей в 2009 году было значительно больше, чем спасенных примерно на 25 %. [1]

При этом к спасению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, техногенных пожаров, происшествий на воде и в дорожно-транспортных происшествиях от МЧС России привлекалось около 2 – млн. человек и более 600 тысяч единиц техники.

### **Статистика чрезвычайных ситуаций прошедших на территории Российской Федерации за 2008 г.**

Тип чрезвычайной ситуации	Кол-во	Пострадало человек	Спасено человек	Погибло человек
Техногенные чрезвычайные ситуации	1966	2176	2233	4455
Природные чрезвычайные ситуации	152	1249	957	21
Биолого-социальные чрезвычайные ситуации	36	292	53	5
Всего	2154	3717	3243	4481

Таким образом, количество пострадавших и погибших людей в 2008 году значительно больше, чем спасенных примерно на 60%. В 2008 году для устранения последствий аварий и катастроф привлекалось около 1,6 млн. человек и более 500 тыс. различной техники. [1]

Анализ статистики чрезвычайных ситуаций в России за последние три года позволяет сделать вывод о том, что, несмотря на то, что число

чрезвычайных ситуаций уменьшается, количество пострадавших погибших в них граждан остается довольно высоким.

Каковы пути уменьшения гибели людей, попавших, в различного рода катастрофы? Одним из наиболее важных является прибытие сил спасения, а именно расчетов МЧС с минимальными временными затратами.

При этом необходимо отметить, что расчеты должны включать в себя не только людские ресурсы, но и технику. Как правило, силы и средства спасателей привлекаются из близлежащих городов и областей. В связи с этим центру по ликвидации последствий катастроф необходимо будет рассчитывать как время прибытия расчетов, так и перераспределение их в связи со складывающейся обстановкой. Таким образом, одним из первоочередных вопросов будет решение транспортной задачи или задачи коммивояжера.

Постановка задачи следующая. Коммивояжер или продавец чего – либо должен выйти из первого города, единожды посетить в неизвестном порядке города  $2,1,3..n$  и вернуться в первый город. Расстояния между городами известны. В каком порядке следует обходить города, чтобы замкнутый путь (тур) коммивояжера был кратчайшим?[2]

Чтобы привести задачу к научному виду, введем некоторые термины. И так, города пронумерованы числами  $j(T) = (1,2,3..n)$ . Тур коммивояжера может быть описан циклической перестановкой  $t = (j_1, j_2, \dots, j_n, j_1)$ , причем все  $j_1..j_n$  – разные номера; повторяющийся в начале и в конце  $j_1$ , показывает, что перестановка зациклена. Расстояния между парами вершин  $C_{ij}$  образуют матрицу  $C$ . Задача состоит в том, чтобы найти такой тур  $t$ , чтобы минимизировать функционал.

Относительно математизированной формулировки задачи коммивояжера уместно сказать о следующих двух замечаниях.

Во-первых, в постановке  $C_{ij}$  означали расстояния, поэтому они должны быть неотрицательными, т.е. для всех  $j(T)$ :

$$|C_{ij}(0); C_{jj}=? | \quad (2)$$

(последнее равенство означает запрет на петли в туре), симметричными, т.е. для всех  $i, j$ :  $|C_{ij} = C_{ji}|$  (3)

и удовлетворять неравенству треугольника, т.е. для всех:

$$|C_{ij} + C_{jk} - C_{ik}| \leq C_{ij} + C_{jk} + C_{ik} \quad (4)$$

В математической постановке говорится о произвольной матрице. Сделано это потому, что имеется много прикладных задач, которые описываются основной моделью, но всем условиям (2)-(4) не удовлетворяют. Особенно часто нарушается условие (3) (например, если  $C_{ij}$  – не расстояние, а плата за проезд: часто туда билет стоит одну цену, а обратно – другую). Поэтому различают два варианта ЗК: симметричную задачу, когда условие (3) выполнено, и несимметричную – в противном случае. Условия (2)-(4) по умолчанию принято считать выполненными.

Второе замечание касается числа всех возможных туров. В несимметричной задаче коммивояжера все туры  $t=(j_1, j_2, \dots, j_n, j_1)$  и  $t'=(j_1, j_n, \dots, j_2, j_1)$  имеют разную длину и должны учитываться оба. Разных туров очевидно  $(n-1)!$ .

Зафиксируем на первом и последнем месте в циклической перестановке номер  $j_1$ , а оставшиеся  $n-1$  номеров переставим всеми  $(n-1)!$  возможными способами. В результате получим все несимметричные туры. Симметричных туров имеется в два раза меньше, т.к. каждый засчитан два раза: как  $t$  и как  $t'$ .

Можно представить, что  $C$  состоит только из единиц и нулей. Тогда  $C$  можно интерпретировать, как граф, где ребро  $(i, j)$  проведено, если  $C_{ij}=1$  и не проведено, если  $C_{ij}=0$ . Тогда, если существует тур длины  $0$ , то он пройдет по циклу, который включает все вершины по одному разу. Такой цикл называется гамильтоновым циклом. Незамкнутый гамильтонов цикл называется гамильтоновой цепью (гамильтоновым путем).

В терминах теории графов симметричную задачу коммивояжера можно сформулировать так: дана полная сеть с  $n$  вершинами, длина ребра  $(i, j) = C_{ij}$ . Найти гамильтонов цикл минимальной длины.

В несимметричной задаче коммивояжера вместо «цикл» как правило говорят «контур», а вместо «ребра» - «дуги» или «стрелки».

Некоторые прикладные задачи формулируются как задачи коммивояжера, но в них нужно минимизировать длину не гамильтонова цикла, а гамильтоновой цепи. Такие задачи называются незамкнутыми.

Однако, в нашем случае при возникновении кризисных ситуаций или происшествий, необходимо как можно быстрее прибыть в район происшествия, а, следовательно, приходится несколько видоизменять задачу коммивояжера, то есть путь в этом случае будет незамкнутый. Как ранее отмечалось, у службы МЧС имеется определенный ресурс, а именно – конечное количество людей и техники. При этом важно учитывать ситуацию, когда некоторая, часть людей и техники, уже находится или вблизи чрезвычайной ситуации или рядом с ней. Они и будут первыми, кто прибудет в зону происшествия. А выездные бригады, находящиеся в отдаленных местах территорий с учетом предложенной методики расчета должны будут не только изменить маршрут подъезда к опасной зоне, но и перераспределить имеющийся у них ресурс. При этом необходимо отметить, что ресурс этот должен перераспределяться с учетом складывающейся обстановки в зоне чрезвычайной ситуации.[3]

Таким образом, на первый план выходит задача перераспределения ресурсов, как людских, так и техники. Необходимо так же отметить, что изменение ситуации в любой момент, повлияет и на изменение параметров распределения сил и средств. Наиболее благоприятно, если в штабе по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций имеется программа, способная решать измененную транспортную задачу.

Однако, как показывает практика, не всегда в штабах по ликвидации чрезвычайных ситуаций имеется подобного рода программы, как правило, решение штабом принимается исходя из обстановки, при этом расчеты практически все проводятся в большинстве случаев полуавтоматически.

В связи с этим одним из способов решения данной задачи может стать использование управляемых нейросетей. [4]

Известно, что любая нейросеть это математическая модель, представляющая собой систему соединённых и взаимодействующих между собой нейронов, при прохождении импульса изменяется и состояние нейронов. Одной из важнейших особенностей нейросети является её способность к обучению, при этом выделяют три типа обучения: с учителем, самообучение и смешанный. В первом способе известны правильные ответы к каждому входному примеру, а веса подстраиваются так, чтобы минимизировать ошибку. Обучение без учителя позволяет распределить образцы по категориям за счет раскрытия внутренней структуры и природы данных, выходы нейросети формируются самостоятельно, а веса изменяются по алгоритму, учитывающему только входные и производные от них сигналы. При смешанном обучении комбинируются два вышеизложенных подхода. На основе ранее сказанного целесообразно использовать смешанный подход.[4] Следующим этапом после выбранной нейросети следует осуществить процесс обучения данной сети, на основе предложенных ранее способов. Задача обучения нейронной сети будет состоять в том, чтобы осуществить поиск минимума функции ошибки в общем количестве всевозможных ситуаций, в нашем случае это не допустить ошибки как при определении маршрута движения к чрезвычайной зоне, так и при рассмотрении процесса устранения ситуаций в зоне происшествий. Поскольку нейросети обладают способностью к обучению, то появляется реальная возможность их использования для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. [5]

Следовательно, применение нейросетей обладающих возможностью обучения, позволит их использовать в штабах по предотвращению чрезвычайных ситуаций, а значит наиболее качественно решить задачу, как оптимизации прибытия людских ресурсов, так и техники, а также их перераспределения в очаге происшествия. Так как задачей любого алгоритма

оптимизации является нахождение такого решения, которое удовлетворяет системе ограничений в подобного рода случаях, мы получим минимальную целевую функцию.

#### **Список литературы:**

1. Статистика чрезвычайных ситуаций: по данным МЧС России за 2008-2010 годы [www/mchs.gov.ru/upload/iblock/509/30162](http://www/mchs.gov.ru/upload/iblock/509/30162).
- 2.. Новиков, Ф.А. Дискретная математика для программистов. – СПб, Питер.: - 2001
3. Касаткин, А.И. Управление ресурсами. – Минск.: Высшая школа -1992.
- 4.Ф. Уоссермен «Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика». Перевод на русский язык Ю. А. Зуев, В. А. Точенов, 1992. 245С.
5. Куссуль,Э.М. Ассоциативные нейроподобные структуры -Киев, Наукова думка, 1990.: - 276 С.