

Решение задач нейросетевой классификации в рамках расчета пожарных рисков на производственных объектах

А. О. Чупакова, e-mail:bazarovaann@gmail.com 1

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России»¹

***Аннотация.** Рассмотрена возможность применения искусственных нейронных сетей в системах поддержки принятия управленческих решений в области пожарной безопасности. Поставлены задачи нейросетевой классификации, а также, создана тестовая модель искусственной нейронной сети для определения величины значения пожарных рисков на объектах защиты.*

***Ключевые слова:** пожарный риск, пожарная безопасность, искусственные нейронные сети.*

Введение

В последнее время наблюдается тенденция сокращения производственных площадей за счет автоматизации технологических процессов, что, в свою очередь, значительно повышает пожарные и производственные риски и увеличивает степень ответственности лица, принимающего управленческие решения.

В настоящий момент существуют методики по расчету пожарных рисков, которые активно внедряются в целях профилактики пожаров и их последствий. К сожалению, расчет риска, в соответствии с методикой, включает в себя довольно большое количество этапов и вычислительных операций. Это приводит к возникновению неопределенности на каждом из этапов, а следовательно, к доле погрешности результата.

Одним из этапов является подбор мероприятий, компенсирующих превышение значения величины пожарного риска. Для комплексной оценки и подбора этих мероприятий необходимо привлечение экспертов и большое количество времени, так как применение любого из мероприятий ведет к перерасчету всего проекта. Это занимает много времени и сил, а также, эксперт физически не в состоянии перебрать всевозможные комбинации существующих мероприятий ввиду их большого количества.

Для решения данной проблемы необходима разработка системы поддержки принятия управленческих решений в области обеспечения

пожарной безопасности с мощным вычислительным аппаратом, который позволит устранить возникающую неопределенность и самостоятельно обрабатывать массив существующих мероприятий с последующим составлением оптимального их перечня.

1. Формирование списка задач, нейросетевой классификации объектов защиты по множеству факторов

Для решения задач нейросетевой классификации объектов защиты необходимо четко представлять себе как модель обучения ИНС, так и различные факторы, влияющие на обеспечение пожарной безопасности объекта. Чтобы определить основные факторы, влияющие на величину значения пожарного риска, проведен анализ различных сценариев развития пожара и выявлены основные переменные, из которых состоит расчет.

Согласно [1] оценка последствий воздействия опасных факторов пожара, взрыва на людей для различных сценариев их развития осуществляется на основе сопоставления информации о моделировании динамики опасных факторов пожара на территории объекта и прилегающей к нему территории и информации о критических для жизни и здоровья людей значениях опасных факторов пожара, взрыва.

Для этого используются критерии поражения людей опасными факторами пожара. Из схемы, представленной на рис. 1 следует, на размеры зон влияют не только тип вещества, но и геометрические параметры пролива, температура окружающей среды и температура в самом аппарате, пределы распространения паров или пламени.

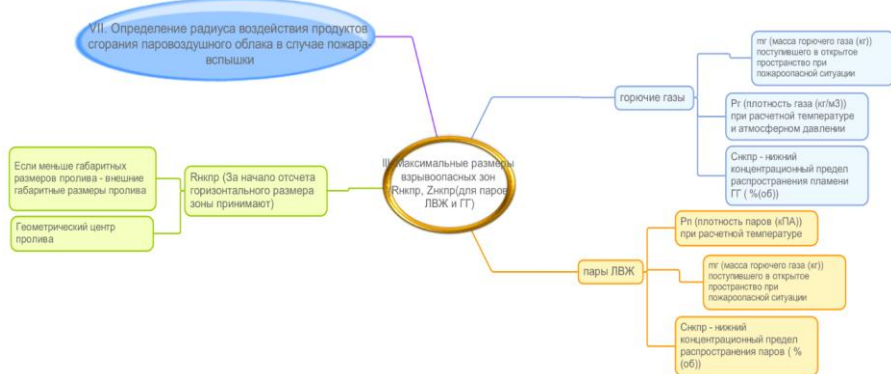


Рис. 1. Параметры, влияющие на размер взрывоопасной зоны.

При формировании списка задач необходимо учитывать массу переменных, а также, тот факт, что при сборе данных экспертами могут

возникать ошибки различного характера. Для того, чтобы устранить влияние человеческого фактора, необходимо составить список задач, которые необходимо решить при помощи интеллектуальных систем поддержки принятия решений.

На первом этапе находится задача определения параметров, используемых для нахождения величин значений пожарных рисков. К основным параметрам относятся тип веществ, обращающихся на производстве, температура в аппарате, тип оборудования, наличие автоматических систем пожаротушения и оповещения людей при пожаре, объем технологического оборудования и многое другое.

Второй задачей является выбор метода обучения нейронной сети для решения поставленной задачи. На данный момент существует несколько основных способов обучения нейросетей. Основным отличием является метод обучения. Он может быть «с учителем» и «без учителя». Как правило, методы обучения «без учителя» применяются для классификации объектов и не предполагают тщательной настройки пользователем. Основные методы обучения представлены на рис. 2.

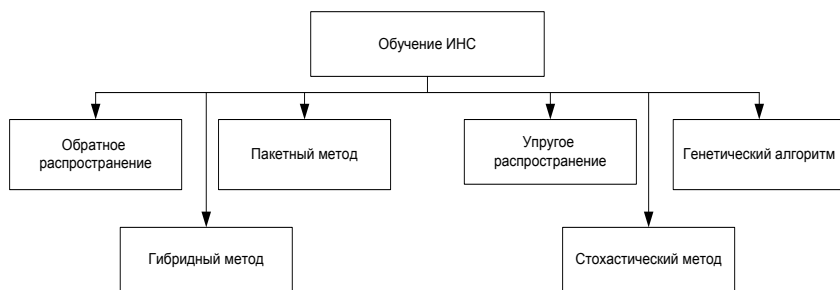


Рис. 2. Основные методы обучения ИНС

В случае с задачами управления, целесообразно использовать обучение методом обратного распространения или же метод наименьших квадратов. Не смотря на свои недостатки (возможность попадания в зону локального минимума) [2] данный способ позволяет контролировать и корректировать процесс обучения до тех пор, пока не будет достигнут желаемый результат.

На рис. 3 представлена диаграмма распространения методов обучения.

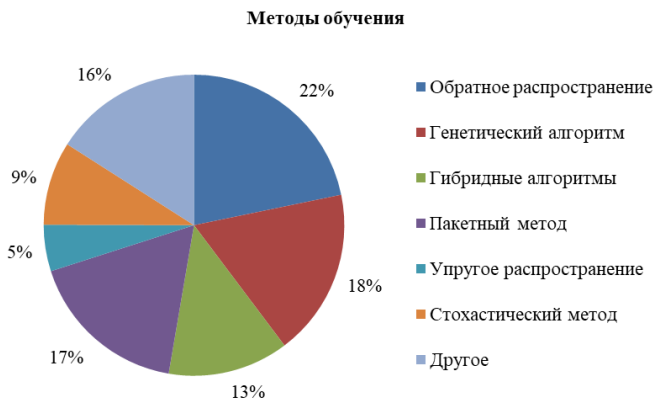


Рис. 3. Распространение различных методов обучения ИНС

2. Анализ факторов, влияющих на величину значения пожарного риска

Обучение модели ИНС необходимо начать с генерации массива исходных данных обучающей выборки. Для того, чтобы обеспечить высокую точность при обучении, необходимо около 1000 объектов с различными характеристиками. Для первоначальной модели принято решение о допустимой погрешности, не превышающей 10%.

В качестве обучающей выборки принято решение использовать 800 объектов. В качестве тестовой выборки – 200 объектов.

При помощи алгоритма генерации исходных данных [3] создан массив объектов с различными технологическими параметрами. На каждом из объектов был посчитан индивидуальный пожарный риск в четырех позициях, на различном удалении от объекта. Разрабатываемая модель, на данном этапе, имеет 7 основных параметров:

1. автоматическая установка пожаротушения (АУПТ);
2. автоматическая пожарная сигнализация (АПС);
3. объем технологического аппарата (резервуара);
4. температура окружающей среды;
5. высота резервуара;
6. радиус резервуара.
7. расстояние, на котором находятся человек (работник) от установки.

Фрагмент полученных данных представлен в таблице 1.

Таблица

Пример базы данных расчета рисков при различных параметрах оборудования

№ п/п	АУПТ	АПС	Объем резервуара, м ³	Температура, °С	Высота, м	Радиус, м	Работник, 80 м (риск)	Работник 170 м (риск)	Работник 200 м (риск)	Селитебный объект (риск)
1	0.5	0.8	5000	32	15	10	5,27* 10 ⁻⁷	5,27* 10 ⁻⁷	5,27* 10 ⁻⁷	1,61* 10 ⁻⁶
2	0	0.8	100	27	6	3	1,08* 10 ⁻⁷	3,14* 10 ⁻⁸	3,14* 10 ⁻⁸	4,6*1 0 ⁻⁸
3	0.5	0	700	38	9	11	2,63* 10 ⁻⁶	2,49* 10 ⁻⁶	1,09* 10 ⁻⁶	2,86* 10 ⁻⁸
4	0	0	3000	29	12	12	2,63* 10 ⁻⁶	2,63* 10 ⁻⁶	2,63* 10 ⁻⁶	7,02* 10 ⁻⁷
5	0.95	0	1000	31	11	6	2,63* 10 ⁻⁶	2,63* 10 ⁻⁶	2,19* 10 ⁻⁶	2,86* 10 ⁻⁷
6	0.6	0.8	10000	38	12	15	5,27* 10 ⁻⁷	5,27* 10 ⁻⁷	5,27* 10 ⁻⁷	2,33* 10 ⁻⁶
7	0.5	0.8	700	32	9	10	5,27* 10 ⁻⁷	4,98* 10 ⁻⁷	4,98* 10 ⁻⁷	5,73* 10 ⁻⁸
8	0	0	2000	26	11	8	2,63* 10 ⁻⁶	2,63* 10 ⁻⁶	2,63* 10 ⁻⁶	6,97* 10 ⁻⁷

Как видно из таблицы, наибольшее влияние на величину значения пожарного риска влияет наличие автоматической пожарной сигнализации (АПС). в большинстве случаев ее применение снижает риск до нормативных значений. Также, значительную роль играет объем установки (резервуара), и удаленность работников от объекта.

После процедуры масштабирования данных был определен весовой коэффициент каждого из мероприятий. Таким образом определяя вес каждого мероприятия для настройки модели нейросети.

На данном этапе принято использовать упрощенную модель сети, которая была создана при помощи библиотеки RHP-ML.

По окончании настройки весов и проектирования архитектуры ИНС на вход подается созданная матрица входных значений и происходит настройка каждого слоя. Обучение производится при помощи метода наименьших квадратов. После получения выходных результатов происходит корректировка входных значений и слоев. В результате первичного обучения был получен следующий график сходимости значений, представленный на рис. 4

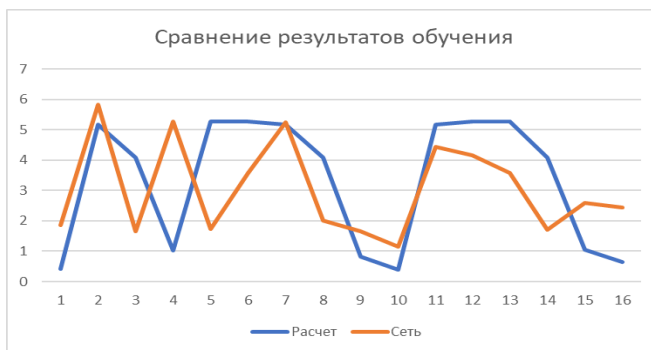


Рис. 4. График сходимости значений пожарных рисков

В первом цикле обучения сходимость результатов оказалась довольно низкой. Процент сходимости результатов составил около 27%. Что означает необходимость добавления дополнительных переменных в массив обучающей выборки и повторения циклов обучения с различными комбинациями переменных и их количеством.

Заключение

Обосновано применение искусственных нейронных сетей при разработке интеллектуальной системы поддержки принятия решений в области управления пожарной безопасностью в целях устранения погрешности при расчете пожарных рисков.

Сформирован список задач нейросетевой классификации объектов защиты по множеству факторов.

Проведен анализ влияния различных факторов на величину пожарного риска. Создана тестовая модель искусственной нейронной сети.

Дальнейшим направлением исследования предполагается выявление новых факторов, влияющих на величину пожарных рисков, настройка и обучение сети для достижения минимальной погрешности.

Литература

1. Приказ МЧС России от 10 июля 2009 г. № 404 «Об утверждении Методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах» (зарегистрирован в Минюсте Российской Федерации 17 августа 2009 г. Регистрационный № 14541)

2. Ермаков Б. С., Оптимизация роём частиц в обучении искусственных нейронных сетей//Системный анализ и логистика-2017. – 2017. – С. 3-9.

3. Чупакова А. О., Гудин С. В., Хабибулин Р. Ш. Методика применения нейросетевых технологий для моделирования и проведения численных экспериментов // Труды 12-й Мультиконференции по проблемам управления (МКПУ-2019). – Дивноморское, 2019. С. 39-41.