

**ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА,
ПОСТРОЕННАЯ НА ОСНОВЕ НЕЙРОПОДОБНОЙ СЕТИ****В.М. Беленький, В.Г. Спиридонов (Москва)****Имитационная модель безопасности труда на основе нейроподобной сети**

Для решения проблем управления безопасностью труда необходимо построение математической модели влияния факторов производственной среды на показатели профессионального риска работающих [1]. С этой целью могут быть использованы факторный и дискриминантный анализ, а также методы множественной регрессии, оценивающие причинно-следственные связи исследуемых объектов.

Предлагаемая имитационная модель, построенная на основе нейроподобных сетей, позволяет в динамике оценивать постоянно меняющуюся ситуацию, связанную как со случайным характером воздействующих факторов, так и с нестационарностью самого объекта управления, вызванной непредсказуемостью биологических реакций производственного персонала. [2]. Такие модели могут быть использованы в интеллектуальных экспертных системах для расчета объективных прогнозов риска, оценки ущерба от неблагоприятных воздействий производства и выработки оптимальных «подсказок» для лица, принимающего решения.

Одним из наиболее современных и достаточно точных методов моделирования является моделирование с помощью **нейроподобных сетей**. Идея нейронных сетей возникла в результате попыток промоделировать деятельность человеческого мозга. Мозг воспринимает воздействия, поступающие из внешней среды, и, используя память, обучается на собственном опыте. Модель нейронной сети состоит из простых нейронов, которые объединены в группы (слои). У сети есть некоторое количество входов и выходов, которое определяется условием задачи.

Искусственная нейронная сеть представляет собой систему соединённых и взаимодействующих между собой простых процессоров (искусственных нейронов). Такие процессоры обычно довольно просты, особенно в сравнении с процессорами, используемыми в персональных компьютерах. Каждый процессор подобной сети имеет дело только с сигналами, которые он периодически получает, и с сигналами, которые он периодически посылает другим процессорам. И тем не менее, будучи объединёнными в достаточно большую сеть с управляемым взаимодействием, такие локально простые процессоры способны выполнять довольно сложные задачи.

Построение имитационной модели на основе нейронной сети осуществляется в несколько этапов:

- сбор данных для обучения;
- подготовка и нормализация данных;
- выбор топологии сети;
- экспериментальный подбор характеристик сети;

- экспериментальный подбор параметров обучения;
- собственно обучение;
- проверка адекватности обучения.

Нейронные сети особенно хорошо зарекомендовали себя при решении задач классификации, прогнозирования, кодирования и декодирования информации и по сравнению с классическими математическими моделями имеют ряд

преимуществ. Например, при сравнении с регрессионной моделью, ошибка прогнозирования для нейронной сети значительно меньше:

$$E = \frac{1}{2} \sum_r \sum_j (Y'_{rj} - Y_{rj})^2 ,$$

где Y'_{rj} – моделируемое значение показателя риска Y таблицы исходных данных для слоя j и номера точки наблюдения r ;

Y_{rj} – реальное значение показателя.

В данном случае ошибка прогнозирования является ключевым показателем качества имитационной модели, и её уменьшение даже на несколько процентов даёт существенное преимущество.

С помощью информации, обрабатываемой системой, пользователи в экстренных случаях проводят оперативную внеплановую работу, либо ежемесячно составляют предложения по профилактике заболеваемости и охране труда для их включения в ежеквартальные и годовые планы мероприятий.

Для построения и апробации настоящей имитационной модели проведены следующие исследования.

1. Разработана многофункциональная программа «Нейросетевой предсказатель», позволяющая получать прогноз показателей заболеваемости по заданным значениям факторов профессионального риска.

2. Разработан и реализован механизм загрузки в базу данных статистической информации по безопасности труда;

3. Реализован механизм отбора и выгрузки данных из базы в формате «excel»;

4. Разработан алгоритм получения коэффициентов идентификации нейронных сетей (НС) с помощью программы «Statistica 6»;

5. Реализован механизм ввода коэффициентов идентификации для обучения НС с помощью программы «Нейросетевой предсказатель»;

6. Разработана имитационная модель, работающая с базой данных (БД), которая содержит коэффициенты идентификации НС, а также необходимую для моделирования информацию о заболеваемости и значениях факторов производственной среды. Таблицы БД и связи между ними реализованы с использованием реляционной СУБД MS Access 2007.

Взаимосвязь имитационной модели безопасности труда с программой «Нейросетевой предсказатель», созданной в среде разработки «Delphi 7», представлена на рис.1.

2. Модуль для работы с Excel-файлами в программе «Нейросетевой предсказатель». Чтобы загрузить данные по безопасности труда в пакет Statistica, необходимо произвести их предварительную обработку. Это связано с тем, что для построения репрезентативной имитационной модели нужно использовать сотни, а часто и тысячи точек наблюдения. При росте числа влияющих факторов, объем необходимых исходных данных существенно возрастает. Таким образом, возникает ряд задач, которые необходимо решить, прежде, чем приступить к моделированию.

1. Для получения необходимых «точек наблюдения», как правило, требуется обработать тысячи «строк» первичных данных.

2. Первичные данные не всегда структурированы нужным образом, т. е. имеют одинаковый формат, удобный для последующей обработки;

3. В первичных данных могут отсутствовать явные связи с остальными данными, необходимыми для анализа и построения имитационной модели, (например, отсутствуют связывающие поля между значениями факторов условий труда и показателями заболеваемости).

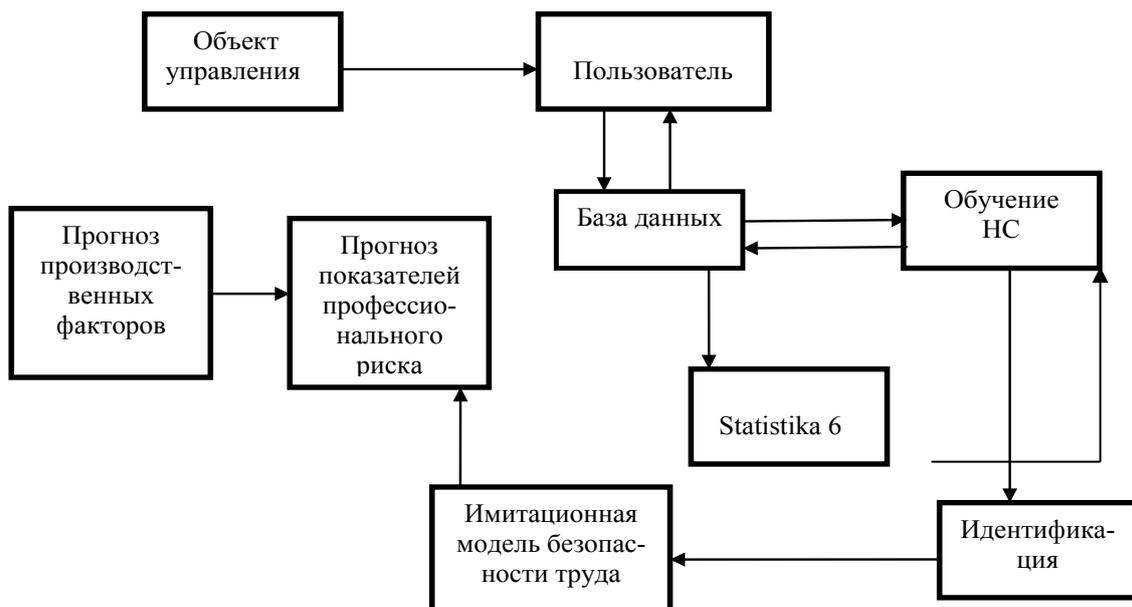


Рис. 1. Схема взаимодействия имитационной модели с программой «Нейросетевой предсказатель»

Все эти задачи могут быть решены с помощью алгоритма автоматизированной загрузки данных в базу, последующей их обработки и выгрузки в нужном формате.

Для этих целей, в разработанную ранее программу прогнозирования «Нейросетевой предсказатель» встроен модуль, обеспечивающий загрузку, обработку и выгрузку данных по безопасности труда в формате «excel» (рис. 2). При разработке модуля, использовались данные РОССТАТ по аттестации рабочих мест и заболеваемости на предприятиях Российской Федерации. Суммарный объем исходных данных превышает 100 тысяч строк.

Загрузка данных разбита на два этапа. Первый этап содержит:

- 1) создание новой таблицы в базе данных MS Access;
- 2) первичную обработку исходной информации;
- 3) загрузку в базу данных из excel-файла.

Для реализации первого этапа через интерфейс программы, задаётся ряд параметров.

Тип данных - тип загружаемых в базу данных. Для построения модели нейронной сети по безопасности труда, необходимо 2-а типа данных: факторы производственных воздействий и показатели заболеваемости.

Название таблицы - смысловая информация, определяющая характер загружаемых данных. На основании введённой информации, формируется уникальное имя таблицы, в которую эти данные будут загружены.

Шаблон таблицы - структура таблицы (наименование, тип данных и последовательность полей), в которую будут загружены данные. Структуры таблиц хранятся в самой программе «Нейросетевой предсказатель».

Файл Excel - путь к файлу в формате «excel», загружаемого в базу данных MS Access.

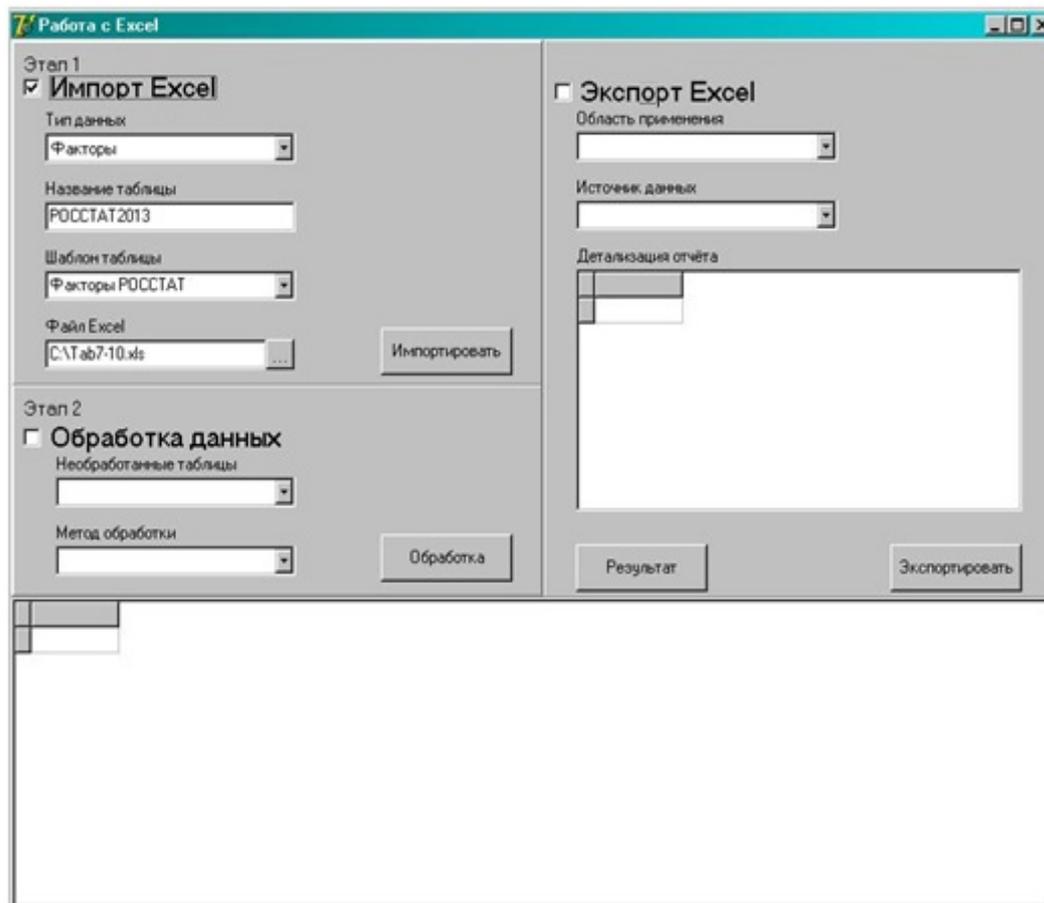


Рис. 2. Модуль работы с excel-документами в программе «Нейросетевой предсказатель»

На втором этапе происходит:

- 1) обработка выгруженной в базу информации;
- 2) перенос данных в нужную таблицу (группировка).

На этом этапе задаются параметры обработки данных.

Необработанные таблицы - список таблиц, которые были сформированы в базе, но ещё не обрабатывались.

Метод обработки - шаблонный алгоритм, по которому происходит обработка табличных данных. По окончании обработки, все выходные данные копируются в нужную таблицу (например, общую таблицу факторов условий труда или показателей заболеваемости).

В нижней сетке на форме работы с Excel-документами, отображается пример данных, выгруженных в базу.

Экспорт информации из базы данных в excel-файл, аналогичен типовому механизму выгрузки отчёта. Для этого задаётся следующие параметры.

Область применения - в каких целях будет использоваться результат выгрузки. На данный момент, целью получения информации в формате «excel» - является формирование нужного представления данных для использования при построении имитационной модели профессионального риска на основе нейронной сети. В дальнейшем, выгрузка данных может использоваться и для других целей, например, для построения отчётов по безопасности труда.

Источник данных - шаблон выгружаемых данных.

Пример получаемых данных можно посмотреть в сетке данных «Детализация отчёта» на форме, по нажатию кнопки «Результат».

Выводы

Предложена имитационная модель, построенная на основе нейронной сети и позволяющая оценивать связь между показателями профессионального риска и воздействующими факторами производственной среды. Благодаря интерфейсному модулю для работы с excel-файлом и программой «Нейросетевой предсказатель» стало возможным обрабатывать и анализировать большие массивы исходных данных, что позволяет проводить исследования в сфере безопасности труда быстро и эффективно. За счёт значительного возрастания объема выборки имитационные модели, создаваемые на основе нейронных сетей, дают репрезентативные прогнозы показателей профессионального риска, которые могут быть использованы при управлении безопасностью труда производственного персонала.

Литература

1. Беленький В.М. Разработка и внедрение экспертных систем на промышленных предприятиях. Москва, Изд-во УРАО, 2006.
2. Беленький В.М., Спиридонов В.Г. Разработка модели нейронной сети для автоматизированной системы управления безопасностью труда. Сб. трудов XX международной конференции «Проблемы управления безопасностью сложных систем» – М.: ИПУ РАН, 2012, с. 379-383.
3. Худсон Д. Статистика для физиков. М.: Мир, 1970.
4. Заенцев И.В. Нейронные сети: основные модели.- Воронеж, 1999.