Нечеткое моделирование в оценке риска здоровью населения от загрязнения ОС

Кузьмин Дмитрий Юрьевич, группа М610М

21 декабря 2017 года

## Введение

В атмосферный воздух, почву и водные объекты города поступает большое количество различных вредных веществ. Повсеместно выбрасываются такие вредные вещества, как пыль (взвешенные вещества), диоксид серы, диоксид азота, оксид углерода, которые принято называть основными, а также различные специфические вещества, выбрасываемые отдельными производствами, предприятиями, цехами.

Данные медицинской статистики развитых стран показывают, что в связи с ростом воздействия вредных факторов промышленного производства и загрязнения окружающей среды возрастает частота многих хронических патологических процессов: заболеваний органов дыхания, почек, хронических отравлений, аллергических процессов, злокачественных опухолей и болезней крови.[1]

Система медико-экологического регламентирования основана на предположении о том, что загрязнение окружающей среды создает опасность для здоровья человека. Основанием для этого служат, во-первых, многочисленные жалобы населения, проживающего в условиях загрязненной окружающей среды, на неприятные запахи, головные боли, общее плохое самочувствие и другие дискомфортные состояния; во-вторых, данные медицинской статистики, свидетельствующие о тенденции к росту заболеваемости на загрязненных территориях; в-третьих, данные специальных научных исследований, направленных на определение количественных характеристик связи между загрязнением окружающей среды и его влиянием на организм.

В связи с этим оценка риска здоровью человека, обусловленного загрязнением окружающей среды, является в настоящее время одной из важнейших медико-экологических проблем. важнейших медико-экологических проблем. Однако существует значительная неопределенность в определении понятия риска здоровью и установлении факта воздействия загрязняющих веществ на человека и его количественных характеристик.[2,3]

Поэтому для решения данной задачи предлагается использовать нечеткую логику и нечеткое моделлирование.

## Методы исследования

Нечеткая модель — математическая модель, в основе вычисления которой лежит нечеткая логика. К построению таких моделей прибегают в случае, когда предмет исследования имеет очень слабую формализацию, и его точное математическое описание слишком сложное или просто не известно. Качество выходных значений этих моделей (погрешность модели) напрямую зависит только от эксперта, который составлял и настраивал модель. Для минимизации ошибки лучшим вариантом будет составление максимально полной и исчерпывающей модели и последующая ее настройка средствами машинного обучения на большой обучающей выборке.

Ход построения модели можно разделить на три основных этапа:

* Определение входных и выходных параметров модели;
* Построение базы знаний;
* Выбор одного из методов нечеткого логического вывода.

От первого этапа непосредственно зависят два других, и именно он определяет будущее функционирование модели. База знаний или, как по-другому ее называют, база правил — это совокупность нечетких правил вида: “если, то”, определяющих взаимосвязь между входами и выходами исследуемого объекта. Количество правил в системе не ограниченно и также определяется экспертом. Обобщенный формат нечетких правил такой:

Условие правила характеризует текущее состояние объекта, а заключение — то, как это условие повлияет на объект. Общий вид условий и заключений нельзя выделить, так как они определяются нечетким логическим выводом.

Каждое правило в системе имеет вес — данный параметр характеризует значимость правила в модели. Весовые коэффициенты присваиваются правилу в диапазоне [0, 1]. Во многих примерах нечетких моделей, которые можно встретить в литературе, данные веса не указаны, но это не означает, что их нет, в действительности для каждого правила из базы в таком случае вес фиксирован и равен единице. Условия и заключения для каждого правила могут быть двух видов:

* простое — в нем участвует одна нечеткая переменная;
* составное — участвуют несколько нечетких переменных.

В зависимости от созданной базы знаний для модели определяется система нечеткого логического вывода. Нечетким логическим выводом называется получение заключения в виде нечеткого множества, соответствующего текущим значениях входов, с использованием нечеткой базы знаний и нечетких операций. Двумя основными типами нечеткого логического вывода являются Мамдани и Сугено.

Нечеткий логический вывод по алгоритму Мамдани выполняется по нечеткой базе знаний:

Значения входных и выходной переменной в ней заданы нечеткими множествами.

Эту базу также можно записать как:

где:

* — вектор входных переменных;
* — выходная переменная;
* — вектор значений входных переменных в -м правиле, ;
* — вектор значений выходной переменной;
* — вес j-го правила, .

Введем новое обозначение: — функция принадлежности входной или выходной нечеткой переменной нечеткому терму .

Степени принадлежности входного вектора нечетким термам из базы знаний рассчитываются следующим образом:

— данная функция будет характеризовать результат работы j-го правила из базы знаний;

где — операция из -нормы (-нормы), т.е. из множества реализаций логической операции . Наиболее часто используются следующие реализации: для операции ИЛИ — нахождение максимума и для операции — нахождение минимума.

После нахождения для мы получим новых функций принадлежности, которые в совокупности будут образовывать новое нечеткое множество, обозначим его , соответствующее входному вектору .

Особенностью этого нечеткого множества является то, что универсальным множеством для него является терм-множество выходной переменной.

Далее необходимо:

* “срезать” функции принадлежности на уровне ;
* объединить полученные нечеткие множества.

Иными словами, используя термины нечеткой логики, произвести импликацию и агрегацию условий. Импликация моделируется двумя методами: нахождением минимума или произведения множеств, агрегация — нахождением максимума или суммы множеств.

После этого мы получим результирующее нечеткое множество, дефаззификация которого и даст нам точный выход системы.

Нечеткая модель анализирует различные параметры ОС, такие как:

* загрязнение атмосферного воздуха;
* загрязнение водных объектов;
* загрязнение почвы;
* шумовое загрязнение;
* электромагнитное воздействие.

Также существуют потенциально неизвестные параметры, которые могут повлиять на оценку, но которые трудно проанализировать:

* природные явления (грозы, ураганы, землетрясения и др.);
* генетическая особенность человека.

В результате воздействия таких факторов сложно оценить риск здоровью человека от загрязнения ОС. К примеру все параметры ОС могут быть сильно загрязняны, но благодаря генетической особенности человек он может спокойно переносить данную экологическую ситуацию дольше чем человек у которого нет такой особенности.

## Результаты работы

В результате работы была получена модель системы оценки риска здоровью населения от загрязнения ОС со следующими переменными (признаками):

* загрязнение атмосферного воздуха, в %. Признак означает степень загрязнения воздуха на определенной территории. Загрязнение ОТ 40 ДО 60 % будем считать нормальным, от 60 до 100 критическим, от 0 до 40 малым.
* загрязнение водных объектов, в %. Признак означает степень загрязнения водного объекта на определенной территории.Загрязнение от 30 до 70 % будем считать нормальным, от 70 до 100 критическим, от 0 до 30 малым.
* оценка риска здоровью, в %. Признак показывает степень риска проживания на данной территории для здоровья населения. Риск может быть малый, средний, большой.

Опишем правила для оценки риска здоровью населения:

* если загрязнение воздуха маленькое, то риск маленький;
* если загрязнение воздуха нормальное, то риск большой;
* если загрязнение воды нормальное, то риск средний;
* если загрязнение воды маленькое, то риск маленький;
* если загрязнение воды нормальное, то риск большой;
* если загрязнение воды нормальное и загрязнение воздуха нормальное, то риск средний.

Для проверки работы системы были заданы исходные значения:

* загрязнение воздуха – 20 %;
* загрязнение воды – 95%.

На рисунке 1 представлен результат работы модели.

## A generalized set with cardinality 441.917.

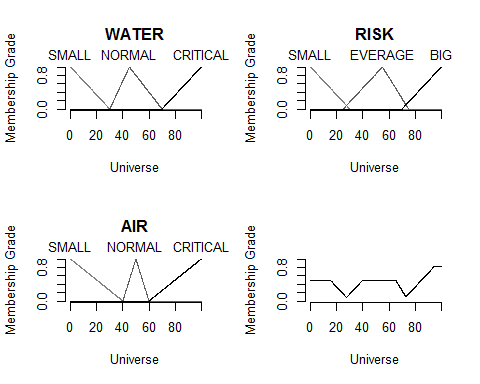


Рис. 1 – Результат работы модели. На верхних и первом нижнем графике показаны функций принадлежности лингвистических переменных для признаков системы, четвертый – график кривой функции принадлежности, соответствующей выходной лингвистической переменной.

Однако для того чтобы выдать управленческое решение необходимо знать точное значение состояния атмосферного воздуха. Для этого проведем дефаззификацию, под которой в системах нечеткого вывода понимают процесс перехода от функции принадлежности выходной лингвистической переменной к её четкому (числовому) значению. Дефазификация проводится методом центра тяжести.

## [1] 53.83102

В результате работы модели получен результат в 53,8%, что означает средний риск для здоровья населения. В данной модели учтены не все параметры влияющие на результат , поэтому данный вывод является предварительным

Расчеты носят теоретический характер и с выборочными данными работа пока не проводиться.

## Заключение

Целью работы была разработка модели системы на основе нечеткой логики для оценки риска здоровью населения. В результате работы была реализована модель данной системы, однако были описаны не все параметры влияющие на оценку риска, а также были прописаны не все правила. Хотя модель и является неполной даже сейчас она может выдавать приблизительно достоверную оценку риска.

В дальнейшем требуется доработать модель расширив количество переменных и увеличив количество правил. Также к модели можно подключить блок управленческих решений превратив модель из просто анализирующей в полноценную систему поддержки принятия решений

## Список используемой литературы

1. Безуглая Э.Ю. Мониторинг состояния загрязнения атмосферы в городах / Э.Ю. Безуглая. Л.: Изд-во Гидрометеоиздат, 1986.- 196 с.
2. Акимова Т.А. Экология. Человек- Экономика — Биота Среда: Учебник для вузов.- 2-е изд., перераб. и доп. / Т.А. Акимова, В.В. Хаскин. - М.: Изд-во Юнити-Дана, 2002.-566с.
3. Алексеенко В.А. Биосфера и жизнедеятельность. Учебное пособие / В.А. Алексеенко, Л.П. Алексеенко. М.: Изд-во Логос, 2002. -212 е.: ил.
4. Малышев Н. Г. и др. Нечеткие модели для экспертных систем в САПР. М.: Энергоатомиздат,1991. 136с.