

УДК 004.94

РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ПРОВЕДЕНИЯ РАСЧЕТОВ РИСКА ВЕРОЯТНОСТИ ПРИ ЛЕТАЛЬНОМ ИСХОДЕ ДЛЯ ВЫБРОСОВ ТОКСИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Щетникова Д.А., Щербатых С.С., Гусарова И.А.

Воронежский институт высоких технологий, Воронеж, e-mail: app@vivt.ru

В статье рассматривается задача, связанная с оценкой концентраций токсических веществ. Указаны факторы, влияющие на возможности смертельного поражения людей, эти факторы разделены на две группы. В таблицу вынесены константы с тем, чтобы проводить вычисление пробит-функции. Для прогнозирования среднесуточных концентраций используется метод аппроксимации, который основывается на методе наименьших квадратов. Программный продукт написан на С#. Система обеспечивает высокую производительность, соответствующую современным требованиям к учебным информационно-моделирующим системам, используемым для прогнозирования экологической ситуации в регионе. Адаптированный на пользователя интерфейс позволит легко выполнять расчеты, хранить, просматривать данные, и формировать графики динамики и прогноза. После выполнения расчетов программный продукт формирует отчет, в котором отображает среднесуточные концентрации вещества, поступающие в организм человека.

Ключевые слова: моделирование, оценка риска, вероятность, расчет

THE IMPLEMENTATION OF ALGORITHM FOR CALCULATIONS RISK PROBABILITIES WITH A LETHAL OUTCOME FOR EMISSIONS OF TOXIC SUBSTANCES

Schetnikova D.A., Scherbatyh S.S., Gusarova I.A.

Voronezh Institute of High Technologies, Voronezh, e-mail: app@vivt.ru

The paper considers the problem associated with estimating concentrations of toxic substances. Factors are indicated influencing fatal shock people, these factors are divided into two groups. Table made of constants, in order to carry out the calculation of the probit function. To predict daily average concentrations, the method of approximation, which is based on the method of least squares is used. A software product written on the base of C#. System provides high performance, conforming to modern requirements to educational information – modeling systems used to predict the environmental situation in the region. Adapted user interface makes it easy to perform calculations, to store, view data, and generate graphs and forecast. After calculations, the software product generates a report that displays the average daily concentration of the substance introduced into the human body.

Keywords: modeling, risk assessment, probability, calculation

Возможность смертельного поражения человека, который находится в районах источников токсической опасности, определяется многими факторами: общими объемами и продолжительностью выброса токсических веществ при аварии; состоянием атмосферы, скоростью и направлением ветра при выбросе и распространении веществ в атмосфере; типом (спецификой воздействия) самих вредных веществ; местом, где находится человек по отношению к источникам в момент аварии [1]; состоянием здоровья самих людей и их поведением во время аварий.

Есть возможности для разделения всех подобных факторов по двум группам:

1. технологические и климатические факторы, которые не зависят от людей, подвергающимся негативным воздействиям;
2. факторы, которые определенным образом связаны с человеком – факторы, характеризующие жизнедеятельность, местонахождение, поведение, состояние здоровья и др.

Нет возможности влияния людей, находящихся в районах аварии на факторы, относящихся к 1 группе (говорят об интенсивности и продолжительности выбросов, а также типах токсических веществ, состоянии атмосферы, направлении и силе ветра, времени существования веществ в атмосфере и др.).

Сточки зрения абстрактных людей, попавших в зоны аварий, подобные факторы будут независимы от них, то есть, объективны [2, 3].

Для разных токсичных и вредных веществ по пробит-функции получаются разные константные величины, которые определяются как результат проведения медико-биологических исследований и их относят к среднестатистическим составам населения или, если сделаны специальные оговорки, к определенным контингентам (группам) людей [4–6].

В табл. 1 даны константы для того, чтобы вычислять пробит-функцию летального поражения в определенных химических ве-

щества, которые рекомендованы Центром изучения безопасности химических процессов Американского института инженеров-химиков для технического персонала заводов [7].

близкие к людям физиологические системы дыхания и кровообращения. При этом вследствие того, что применяются корректирующие коэффициенты, происходит учет более высокой у крыс скорости погло-

Значения константы для того, чтобы вычислять пробит – функцию при летальном поражении технического персонала (С – ppm, Т – мин)

Для какого вещества	α	β	ν
Акролеина	-9.931	2.049	1
Акрилонитрила	-29.42	3.008	1.43
Аммиака	-35.90	1.85	2
Бензола	-109.78	5.3	2
Брома	-9.04	0.92	2
Угарного газа	-37.98	3.7	1
Четыреххлористого углерода	-6.29	0.408	2.5
Хлора	-8.29	0.92	2
Формальдегида	-12.24	1.3	2
Соляной кислоты	-16.85	2.00	1.00
Цианистоводородной кислоты	-29.42	3.008	1.43
Фтористоводородной кислоты	-35.87	3.354	1.00
Сероводорода	-31.42	3.008	1.43
Бромистого метила	-56.81	5.27	1.0
Метилизоцианата	-5.642	1.637	0.653
Двуокиси азота	-13.79	1.4	2
Фосгена	-19.27	3.686	1
Оксида пропилена	-7.415	0.509	2.00

Результат токсикологических воздействий определяются текущим состоянием людей, их возрастными и физическими данными и рядом других особенностей. В результате получается, что во многих случаях для эффекта воздействия может происходить изменение 2–5 раз, когда происходит поглощение одних и тех же доз токсикантов. Кроме того, в некоторых зарубежных работах значения по пробит-функциям даны при учете поведения людей и того, какая у них физиологическая активность [8]. Метод для того, чтобы оценивать масштабы поражения приведен в работах [7, 8]. В случаях инженерной практики при прогнозе эффектов по острому токсическому воздействию на людей [9, 10] часто применяют систематизированные лабораторные материалы, которые получают на разных группах животных. В характерных случаях, когда есть поражение вследствие газобразных токсикантов обычно делают выбор материалов по крысам, которые имеют

ущения или абсорбции – (приблизительно в 5 раз) и большей интенсивности дыхания для стрессовых ситуаций (приблизительно в 2 раза).

Для прогнозирования среднесуточных концентраций используется метод аппроксимации, который основывается на методе наименьших квадратов (сокращенно МНК).

Алгоритм работает в таком порядке. Происходит масштабирование входного набора точек и его приводят к интервалу $[-1, 1]$, затем для этого отрезка строят базис из полиномов Чебышева. После того, как проведена аппроксимация по МНК пользователи получают набор коэффициентов для полиномов Чебышева.

Программный продукт написан на C#.

Система обеспечивает высокую производительность, соответствуя современным требованиям к учебным информационно-моделирующим системам, используемым для прогнозирования экологической ситуации в регионе.

Входными данными для настоящей модели являются:

- концентрация приоритетных веществ.
- дата измерения.
- приоритетные вещества.
- рефератная доза и SF- фактор канцерогенного потенциала для справочника.
- Климатическая зона
- Класс опасности предприятия
- Выходные данные:
- Среднесуточные концентрации
- Заключение о вредных последствиях
- Динамика
- Прогнозирование

Адаптированный на пользователя интерфейс позволят легко выполнять расчеты, хранить, просматривать данные, и формировать графики динамики и прогноза.

В левой области окна программы располагается «дерево» с существующими проектами и относящимися к ним отчетам и графиками.

В правой области вводятся данные, производятся расчеты и формируются отчеты с графиками.

Новые объекты добавляются нажатием «Добавить проект». При создании нового объекта необходимо указать его название, к какой климатической зоне относится территория, на которой функционирует данное предприятие. Также необходимо выбрать класс опасности.

Для более точного анализа выбираем приоритетные вещества, которые были установлены врачам гигиенистом на этапе идентификации опасности. Так как число вредных веществ и канцерогенов, внесенных в справочники, превышает более 3000, а их ПДК и референтные дозы каждые пять лет пересматриваются и могут измениться, то в программу добавлена возможность добавления новых веществ и редактирование уже внесенных. Изначально в программе заложены 50 приоритетных веществ по городу Воронежу и 20 канцерогенов. Переключаясь между вкладками «приоритетные вещества» и «канцерогены» выбираем вещества по которым будет проводить расчеты и анализ. После заполнения всех полей сохраняем проект «Сохранить». В «дереве» появляется новый объект.

Заходим в этот проект, пока что там нет ничего кроме «среднесуточное». В соответствующей форме необходимо ввести средние арифметические значения концентраций приоритетных веществ снятые на стационарных и передвижных постах. Выставить дату формирования отчета. В нижней ча-

сти экрана программа предлагает выбрать для кого мы проводим исследования (дети; взрослые) и каким путем попадает вещество в организм человека (Ингаляционно или перорально). В зависимости от выбранных параметров будут использоваться соответствующие значения переменных.

После выполнения расчетов программный продукт формирует отчет, в котором отображает среднесуточные концентрации вещества, поступающие в организм человека. За счет деления полученных значений на референтную дозу можно получить коэффициент на основании, которого делается заключение.

В пункте «Среднесуточное» два подпункта отчеты и вещества, каждый в свою очередь делится еще на подпункты. «Отчеты» – на «канцерогены» и «приоритетные» вещества те в свою очередь имеют подпункты с датами отчетов, в которых хранятся уже сами отчеты. «Вещества» так же имеют подпункты приоритетные «вещества» и «канцерогены».

При выборе любого вещества формируется график, на котором отображена динамика среднесуточных концентраций данного вещества до последнего года измерения и на год вперед как прогнозируемое среднесуточное значение. Это имеет огромное значение для планирования дальнейшей инспекции предприятия и своевременного проведения мероприятий для снижения риска угрозы здоровью населения.

Все данные сохраняются по закрытию программы.

Выводы. Проведен анализ нормативно-правовой документации, методических указаний и рекомендаций. Изучены действующие СанПиН, ГН, руководства. Разработана методика прогнозирования показателей среднесуточного поступления вредных веществ /канцерогенов, в организм человека. Реализован программный комплекс «Предприятие», позволяющий хранить данные, производить расчеты и прогнозировать среднесуточные концентрации вредных веществ и канцерогенов.

Список литературы

1. Львович И.Я. Применение методологического анализа в исследовании безопасности / И.Я. Львович, А.А. Воронов // Информация и безопасность. – 2011. – Т. 14; № 3. – С. 469–470.
2. Чопоров О.Н. Методы анализа значимости показателей при классификационном и прогностическом моделировании / О.Н. Чопоров, А.Н. Чупеев, С.Ю. Брегеда // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2008. – Т. 4; № 9. – С. 92–94.
3. Клименко Г.Я. Исследование качества жизни беременных женщин как новый интегральный показатель оцен-

ки состояния их здоровья / Г.Я. Клименко, В.И. Стародубов, С.В. Говоров, Н.Б. Костюкова, О.Н. Чопоров // Успехи современного естествознания. – 2010. – № 9. – С. 131–132.

4. Косолапов В.П. Особенности репродуктивного здоровья населения воронежской области на фоне ЦЧР / В.П. Косолапов, П.Е. Чесноков, Г.Я. Клименко, О.Н. Чопоров // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2010. – Т. 9; № 3. – С. 649–655.

5. Клименко Г.Я. Методика и результаты преобразования лингвистических характеристик в численные оценки факторов риска / Г.Я. Клименко, В.П. Косолапов, О.Н. Чопоров // Сибирский Консилиум. – 2001. – № 4. – С. 25.

6. Махер Х.А. Разработка и использование моделей для прогнозирования качества жизни беременных по их медико-социальным характеристикам / Х.А. Махер, Н.В. Наумов, Г.Я. Клименко, О.Н. Чопоров // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2011. – Т. 10; № 4. – С. 789–793.

7. Экология, охрана природы и экологическая безопасность: Учебное пособие / Под общей ред. В.И. Данилова-Данильяна – М.: Изд-во МНЭПУ, 1997.

8. Антропогенные изменения климата / Под ред. М.И. Будыко, Ю.Я. Израэля. – Л.: Гидрометеиздат, 1987.

9. Сыч Г.В. Анализ значимости индивидуальных медико-социальных факторов риска и прогностическое моделирование развития онкологических заболеваний / Г.В. Сыч, В.П. Косолапов, О.Н. Чопоров // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. – 2016. – Т. 24; № 6. – С. 366–370.

10. Косолапов В.П. Прогнозирование изменения течения беременности по медико-социальным факторам риска / В.П. Косолапов, П.Е. Чесноков, Г.Я. Клименко, О.Н. Чопоров, Н.Б. Костюкова, Н.В. Наумов // Врач-аспирант. – 2011. – Т. 44; № 1.4. – С. 572–578.