слоя). Но все имеет свои пределы. Поэтому данный метод удобно использовать для файлов, не подверженных искажениям, т.е. использующимся в закрытых информационных средах.

Заключение. В данной работе был представлен новый метод нейросетевой стеганографии. Он объединяет нейронную сеть встречного распространения и LSB метод. Результаты эксперимента показали, что этот метод подходит для различных звуковых файлов и типов скрываемых сообщений.

Кроме того, этот метод имеет много возможностей для дальнейших усовершенствований, и может быть легко изменен, специально для других типов файлов и структур нейронных сетей.

Следующий шагом будет использование этого метода с незначительными модификациями для стеганографии, работающей в реальном масштабе времени.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Walter Bender, Daniel Gruhl, Norishige Morimoto, and Anthony Lu. Techniques for data hiding. IBM Systems Journal, 35(3 & 4), 1996.
2. E. Franz, A. Jerichow, S. Moller, A. Pfitzmann, I. Stierand. Computer Based Steganography: How it works and why therefore any restrictions on cryptography are nonsense, at best, In Information hiding: first international workshop, Cambridge, UK. Lecture Notes in Computer Science, vol. 1174, Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag, 1996.
3. Головко В. А. Нейроинтеллект: теория и применение. Книга 2: самоорганизация, отказоустойчивость и применение нейронных сетей. – Брест: БПИ, 1999. - 228с.
4. Boseniuk T., van der Meer M., Poschel T. A Multiprocessor system for high speed simulation of neural networks // Journal of New Generation Computer Systems.-1990, № 3.-pp. 65-71.
5. А.И. Змитрович. Интеллектуальные информационные системы. – Минск: ТетраСистемс, 1997.

Материал поступил в редакцию 24.10.08

SHEVELENKOV V.V. Neural network approach for sound file steganography

The neural network approach for sound file steganography is presented. The most used methods and algorithms of inserting and decoding information is examined. Neural network technique and steganography method is realized. Research results are submitted.

УДК 004.421

Быков В.Л.

О РЕАЛИЗАЦИИ ОДНОГО ИЗ МЕТОДОВ ВЕКТОРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ В ЭЛЕКТРОННОЙ ТАБЛИЦЕ EXCEL

Введение. Вопрос принятия решения в условиях неопределенности при наличии множества факторов всегда был и остается сложной задачей. Здесь присутствуют как технические трудности связанные с формированием целевых функций, так и трудности связанные собственно с принятие решения в условиях неопределенности. Задачи подобного рода возникают при исследовании и проектировании больших систем. Это могут быть как технические системы, так и модели исследования экономических систем. Большой интерес к данной проблеме проявлялся в 80-е годы прошлого столетия, не ослабевает интерес к данной проблеме и в настоящее время как в академической, так и в студенческой среде. В настоящей статье приведено краткое описание одного из методов многокритериальной оптимизации и приведен пример реализации данного метода в электронной таблице Excel.

Краткие теоретические сведения. Известно достаточно много методов многокритериальной оптимизации, сводимых к созданию безразмерных взвешенных критериев и поиску оптимального варианта на множестве допустимых альтернатив по некоторому предпочтению лица принимающего решение [1-5]. Такие методы получили название векторная оптимизация. При решении задач данного вида всегда присутствует эвристический аспект. Он связан как с выбором самих целевых функций, так и с заданием вектора предпочтения на множестве целевых функций. Вектор предпочтения задается либо самим исследователем проектируемой системы, либо формируется с использованием экспертных оценок специалистов в соответствующей области знаний.

Суть рассматриваемого метода состоит в следующем [1, 2].

Пусть имеется система, которая описывается множеством целевых функций (критериев), одна часть из которых максимизируется, а другая часть минимизируется (обязательное условие для данного метода), а также имеется множество допустимых вариантов[1] построения такой системы

$$f = \{f_i(\alpha\} \quad \alpha \in A, i \in I, \quad I = \{1,...,M\},$$

где A – множество допустимых альтернатив, *I* – множество индексов, соответствующих совокупности целевых функций, с учетом которых осуществляется выбор выходных параметров в исследуемой ситуации принятия решения.

Вычисление значений целевых функций при различных значениях входных параметров позволяет определить эффективную альтернативу. Эффективной называют альтернативу α_0 , если на множестве допустимых альтернатив A не существует такой альтернативы $\hat{\alpha}$, для которой выполнялись бы неравенства

$$f_i(\hat{\alpha}) \ge f_i(\alpha_0) \qquad \forall i \in I_1.$$

$$f_i(\hat{\alpha}) \le f_i(\alpha_0) \qquad \forall i \in I_2$$

$$I_1 \in I, \quad I_2 \in I, \quad I_1 \cap I_2 = \varnothing, \quad I_1 \cup I_2 = I.$$

Здесь I_1 – подмножество максимизируемых целевых функций, I_2 - подмножество минимизируемых целевых функций. Если эффективная альтернатива единственная, то задачи выбора не возникает. При выборе входных параметров наилучшими могут быть только эффективные альтернативы, которые не сравнимы между собой по множеству функций цели в смысле отношения

$$\alpha_1 \succ= \alpha_2, \quad \text{когда} \quad \begin{cases} f_i(\alpha_1) \ge f_i(\alpha_2) & \forall i \in I_1 \\ f_i(\alpha_1) \le f_i(\alpha_2) & \forall i \in I_2, \end{cases}$$

где $\succ=$ - отношение слабого предпочтения.

Для двух альтернатив α_1, $\alpha_2 \in A$ существует отношение слабого предпочтения, если $f_i(\alpha_1) \ge (\le) f_i(\alpha_2)$, и строгого предпочтения, если $f_i(\alpha_1) > (<) f_i(\alpha_2)$. Альтернативы эквивалентны, если $f_i(\alpha_1) = f_i(\alpha_2)$.

Ввиду того, что целевые функции имеют, как правило, разную физическую размерность, то рекомендуется рассматривать не само множество функций цели *f*, а эквивалентное ему множество функций *w*, представляющих собой монотонные преобразования, приводящие функции цели к безразмерному виду и позволяющие сравнивать

***Быков Вячеслав Леонидович**, к.т.н., доцент кафедры информатики и прикладной математики Брестского государственного технического университета.*
Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

[1] *Вопрос построения допустимых вариантов в рамках данной статьи не рассматривается*

их между собой. Для этой цели используется одно из следующих монотонных преобразований:

$$w_i(f_i(\alpha)) = \begin{cases} \dfrac{f_i^0 - f_i(\alpha)}{f_i^0 - f(min)} & \forall i \in I_1, \\ \dfrac{f_i(\alpha) - f_i^0}{f(max) - f_i^0} & \forall i \in I_1, \end{cases} \qquad (1)$$

$$w_i(f_i(\alpha)) = \begin{cases} \dfrac{f_i^0 - f_i(\alpha)}{f_i^0} & \forall i \in I_1, \\ \dfrac{f_i(\alpha) - f_i^0}{f_i^0} & \forall i \in I_2, \end{cases} \qquad (2)$$

$$\tilde{w}_i(f_i(\alpha)) = w_i^{\mu}(f_i(\alpha)) \qquad \forall i \in I, \qquad (3)$$

где f_i^0 - оптимальное значение функции цели, $f(min)$, $f(max)$ - соответственно наименьшее значение максимизируемых и наибольшее значение минимизируемых функций цели, достигаемых ими на допустимом множестве альтернатив. В выражении (3) функции $\tilde{w}_i^{\mu}(f_i(\alpha))$ могут определяться соотношениями (1) и (2), а показатель степени μ является целым числом и μ >=2.

После того, как будут найдены все допустимые альтернативы, осуществляется поиск эффективных альтернатив с использованием методов параметрического программирования. Если эффективная альтернатива не единственная, то выбор компромиссного решения осуществляется с привлечением мнения специалистов, что вносит эвристические аспекты в решение задачи оптимизации, связанные, во-первых, с определением количественных характеристик, позволяющих сравнивать друг с другом величины отклонений от оптимальных значений функции цели, а во-вторых, с заданием предпочтения на множестве функций цели, с учетом которых принимается решение. В связи с недостатками такого подхода рекомендуется [1] использовать эвристику на начальной стадии построения формальной процедуры поиска. В этом случае также решается задача параметрического программирования, но задание предпочтения между функциями в количественной шкале осуществляется до начала решения задачи оптимизации с помощью задания вектора предпочтения

$$\rho = \{\rho_i\} = \left\{\rho_i : \rho_i > 0 \quad \forall i \in I \quad \sum_{i \in I} \rho_i = 1\right\}, \qquad (4)$$

который указывает направление поиска решения в пространстве значений принятых монотонных преобразований w - выражения (1), (2), (3).

Задача поиска единственного приемлемого решения формулируется следующим образом:

Найти решение задачи параметрического программирования относительно параметра k_0 при заданном векторе предпочтения $\dot{\rho}$

$$\min_{\alpha}\left\{F(\alpha) = \sum_{i \in I} \rho_i w_i(\alpha) \qquad \forall i \in I\right\} \qquad (5)$$

с учётом ограничений

$$\begin{aligned} &\rho_i w_i\{\alpha\} \le k_o \qquad \forall i \in I \\ &\alpha \in A. \end{aligned} \qquad (6)$$

Здесь $\dot{\alpha} \in A$ означает учет ограничений на функции цели.

Параметр $k_0 \in (0, 1/M)$ ограничивает относительные потери по каждой функции цели. При $k_0 \to 0$ относительные потери стремятся к нулю, то есть функции цели $f_i(\alpha)$ стремятся к своим оптимальным значениям, а при $k_0 \to 1/M$ неравенства $\rho_i w_i\{\alpha\} \le k_o$ $\forall i \in I$ удовлетворяются на всем множестве допустимых альтернатив A. Искомое решение соответствует минимальному значению $k_0(min)$ при котором система неравенств (6) еще совместна.

Для нахождения эффективного решения строится итерационный процесс для выражения (6) с параметром k_0. Уменьшая параметр k_0 и, тем самым, уменьшая взвешенные потери по всем функциям цели, приближаются к альтернативе, обеспечивающей минимальные потери по всем $f_i(\alpha)$, т.е. к эффективной альтернативе. Итерационный процесс останавливается, когда наименьшее значение $f_i(l)$, при котором система неравенств (6) на множестве допустимых альтернатив еще совместна, отличается от ближайшего значения $f_i(l+1)$, при котором система неравенств уже не совместна, не более чем на $\varepsilon \ge 0$. Этот итерационный процесс может быть реализован одним из методов поиска экстремума функции на отрезке.

Если решение системы неравенств единственное, то это и есть искомое решение. Если же имеется несколько эффективных альтернатив эквивалентных с точностью $\dot{\varepsilon}$, то единственную компромиссную альтернативу можно получить минимизируя на этом подмножестве обобщенный критерий вида (5). Такой обобщенный критерий дает всегда эффективные решения.

Обобщенный алгоритм решения задачи векторной оптимизации изложенным методом включает следующие этапы:

1 – формирование векторов значений входных параметров. На данном этапе формируется множество допустимых вариантов исследуемой системы;

2 – вычисление числа вариантов;

3 – вычисление целевых функций. Формирование матрицы целевых функций;

4 – приведение целевых функций к безразмерному виду в соответствии с (1, 2, 3);

5 – задание (вычисление) вектора предпочтения (4);

6 – формирование матрицы взвешенных коэффициентов $\rho * \varpi$ для параметрической оптимизации в соответствии с выражением (6);

7 – поиск всех эффективных с заданной точностью альтернатив;

8 – если эффективная альтернатива не единственная, то осуществляется поиск компромиссной альтернативы (5).

После получения результатов можно провести исследование полученных решений, оценить чувствительность полученной модели к изменению вектора предпочтения.

Описанная задача может быть реализована средствами электронной таблицы Excel. Табличная форма представления исходных данных и результатов вычислений позволяет сделать процесс проектирования системы доступным и наглядным. Для этой цели может быть написана программа на языке программированa VBA, а для исследования влияния вектора предпочтения на результаты использовать механизм создания сценариев.

Аналогичные подходы описаны в [3, 4, 5].

Реализация метода векторной оптимизации в электронной таблице Excel. Для реализации описанного метода векторной оптимизации по пунктам 4 – 8 алгоритма, приведенного выше, разработана программа на VBA. Программа может использоваться самостоятельно или включаться в надстройку Excel. В последнем случае в главное меню автоматически добавляется пункт “Оптимизация“, как показано на рис.1 Программу можно также запускать с помощью кнопки на рабочем листе или другими способами, предусмотренными в электронной таблице.

Пример использования алгоритма, описанного выше, приведен на рис.1.

Запуск программы осуществляется командой Векторная оптимизация пункта главного меню Оптимизация (или кнопкой на рабочем листе). В случае использования кнопки рабочего листа в Исходный текст кнопки необходимо написать следующий текст программы:

```
Private Sub CommandButton1_Click()
UserForm1.Show
End                                    Sub
```

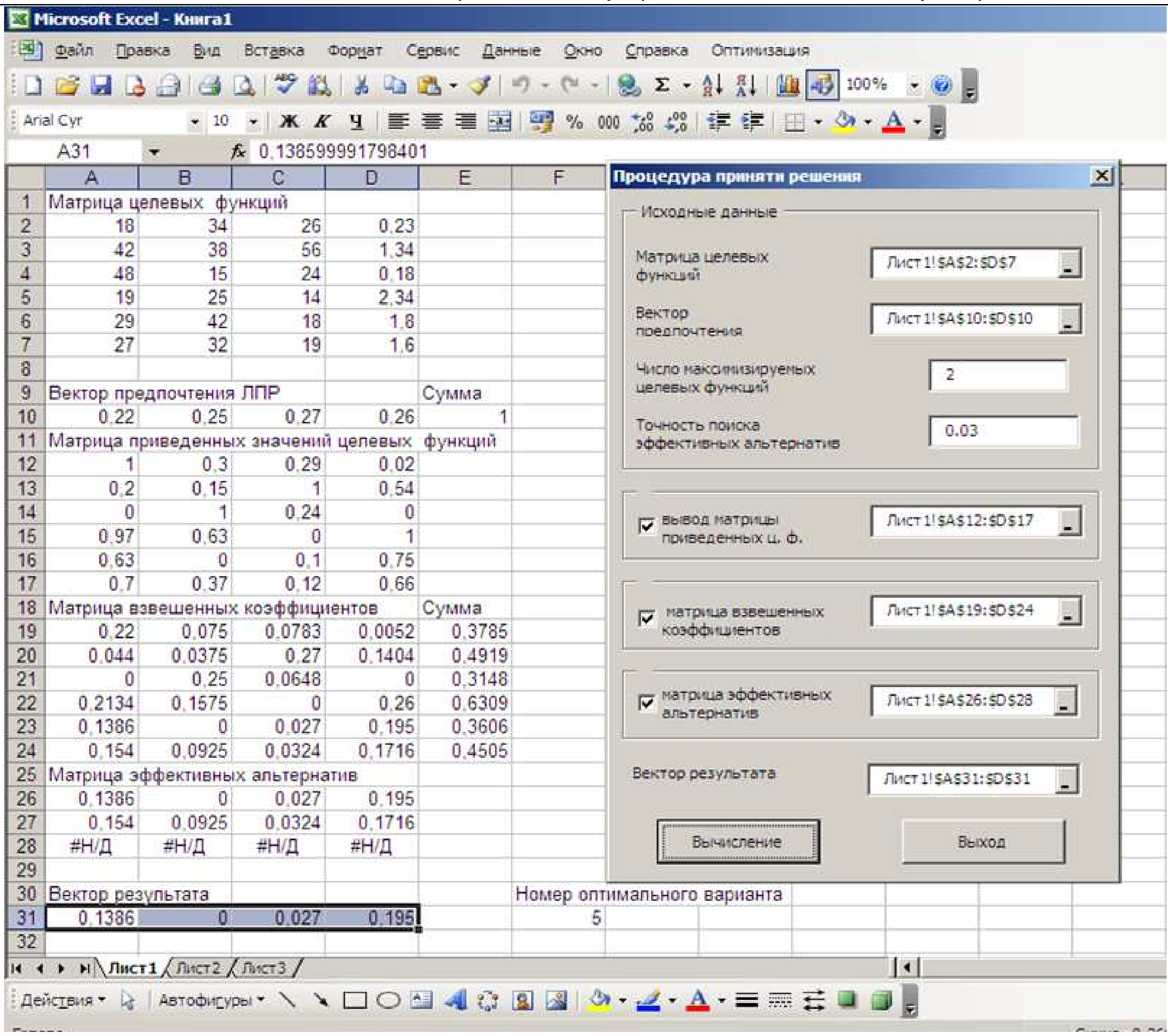

Рис. 1. *Пример использования метода векторной оптимизации*

После ввода команды на экране появляется окно диалога Процедура принятия решения (рис. 1).

Исходными данными для оптимизации являются матрица целевых функций допустимых вариантов построения системы и вектор предпочтения, а также число максимизируемых целевых функций и точность поиска эффективных альтернатив.

Выходными данными являются значения целевых функций эффективного варианта (Выходной вектор) и его номер (Номер оптимального варианта).

При необходимости исследователь может вывести на экран промежуточные результаты вычислений: матицу приведенных значений целевых функций (1) и матрицу взвешенных коэффициентов (6) и матрицу эффективных с точностью до альтернатив, для чего следует активизировать соответствующие флажки. При выводе матрицы приведенных коэффициентов на экран выводится также сумма значений целевых функций по каждому варианту. Число эффективных альтернатив предсказать заранее невозможно, поэтому можно выделять область, равную числу вариантов системы, если число эффективных альтернатив меньше выделенной области, то в лишних строках программа выводит значения Н/Д - недействительные данные. Если эффективная альтернатива единственная, то она на экран не выводится.

Для анализа влияния вектора предпочтения на результаты оптимизации исследователь должен внести изменения в вектор предпочтения и повторить операцию оптимизации. В программе не предусмотрена возможность автоматического формирования сценариев. Полагаю, что это не является ее недостатком, так как исследование системы процесс творческий и порядок изменения весовых коэффициентов, и величина их изменений определяется исключительно исследователем на основе его знаний и опыта. При этом сумма весовых коэффициентов по всем функциям цели должна быть равна единице (4).

Заключение. В настоящей статье рассмотрен и реализован в электронной таблице Excel один из методов векторной оптимизации для выбора предпочтительного варианта построения сложных систем. Метод предполагает, что одна часть функций цели максимизируется, а другая часть функций цели минимизируется. Метод предполагает также формирование вектора предпочтения на множестве целевых функций. Вектор предпочтения формируется, как правило, на основании обработки оценок экспертов. Однако исследователь может оценить чувствительность модели системы к вариации коэффициентов вектора предпочтения с целью улучшения результатов.

Разработанный программный модуль может использоваться специалистами, аспирантами, магистрантами, студентами в практической работе при курсовом и дипломном проектировании, научных исследованиях.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Михалевич В.С., Волкович В. Л. Вычислительные методы исследования и проектирования сложных систем. – М.: Наука, 1982. – 286 с.: ил.
2. Быков В. Л. Методика сравнения вычислительных систем, применяемых в АСУ ТП, по устойчивости к сбоям, Пермь, 1984. Рукопись депонирована в ЦИВТИ А10 (октябрь 1984 (Д6669, Д6670))
3. А.Г.Трифонов. Многокритериальная оптимизация – http://www.google.ru Консультационный центр MATLAB:раздел Optimization Toolbox
4. Карпенко А.П. Информационная модель и основные функции программной системы многокритериальной оптимизации «Парето» – http://technomag.edu.ru /keywords /40267/ index.html
5. Карпенко А.П. Аппроксимация функции предпочтений лица, принимающего решения, в задаче многокритериальной оптимизации. Методы на основе планов первого порядка. - http://technomag.edu.ru /keywords /40267/ index.html

Материал поступил в редакцию 13.06.2008

BYKOV V.L. About realization of one of methods of vector optimization in to spreadsheet Excel

In clause is described as it is possible to use one of methods of vector optimization in a spreadsheet Excel.