

*The article is devoted to the review of some aspects of informatization of management in the system of health care. Features of formation of a common information space are reflected. The conceptual scheme of a control system with application of artificial intelligence is offered. The algorithm of training of a neural network by means of procedure of the return distribution is analyzed.*

**Key words:** health system, information technologies, common information space, neural networks.

УДК 528.94:519.67

**М. В. Телегина**, кандидат технических наук, доцент, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

**Е. Н. Исенбаева**, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

**Н. А. Караваяев**, магистрант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

**А. Н. Саввинова**, кандидат географических наук, Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова, Якутск

## СОЗДАНИЕ КАРТ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИТУАЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЧЕТКИХ ДАННЫХ

*Рассматривается проблема создания комплексных карт экологических ситуаций. Предложена последовательность разработки карт экологических ситуаций. Решаемые разрабатываемой экспертной ГИС задачи позволят устранить недостатки комплексного экологического картографирования. Приведены алгоритмы создания изолиний по количественным и качественным (нечетким) данным.*

**Ключевые слова:** карты экологических проблем, геоинформационные системы, экологические ситуации, нечеткие данные, экспертные оценки.

В последнее время для систематизации, комплексирования, интеграции разносторонней экологической информации все шире применяется комплексное экологическое картографирование. Основой для систем поддержки принятия решений при управлении экологической безопасностью являются созданные карты экологических ситуаций. Под выявлением экологических ситуаций подразумевают пространственную локализацию экологических проблем на основании собранных данных (измерений параметров, статистических данных, данных аэрокосмического мониторинга). Далее происходит установление перечня (набора) экологических проблем и определение комбинаций (сочетания) экологических проблем, отнесение выявленного ареала к той или иной степени остроты экологической ситуации [1].

Для получения объективной информации об экологической ситуации на территории в целом необходимо отображение на одной карте объектов топографической основы, природно-ландшафтных районов и ареалов загрязнения территории, что возможно только с применением геоинформационных систем. Геоинформационные системы являются специализированным программным обеспечением, поддерживающим соответствующие формы цифрового представления информации и позволяющим оперировать ею в целях решения разнообразных задач анализа территориальной структуры тех или иных фрагментов земной поверхности.

В то же время большое количество информации, разнообразие информационных технологий, повышение сложности решаемых на компьютере задач ставят задачу переноса проблемы выбора и принятия

решений с человека на ЭВМ. Одним из путей решения этой задачи является применение экспертных систем, которые могут быть составной частью ГИС. Эффективное использование и развитие ГИС невозможно без высокого уровня автоматизации и применения экспертных систем. Именно эксперт на основании разработанных критериев должен решать вопрос соотношения полученного ареала с конкретным перечнем экологических проблем к той или иной градации остроты.

Для составления проблемных карт используются показатели, имеющие количественное и качественное выражение, по которым определяются ареалы распространения экологических проблем с разной степенью остроты. На карте совмещаются контуры экологических проблем, и экологические ситуации определяются в соответствии с правилами по совокупности экологических проблем (проблемных карт).

Человеку для принятия решений, для визуального анализа необходима не только количественная, но и качественная оценка экологического состояния территории проживания (нечеткие данные). Нечеткий характер может носить информация об экологическом состоянии территории и характеризоваться такими данными, как «сильное превышение», «высокий уровень загрязнения» и т. п.

Наиболее близка по задаче работа [2], в которой описывается создание карт, качественно оценивающих ситуацию. Решение задачи качественной оценки по количественным данным делится на две части:

1) логическая обработка данных проб почвы и построение сводной карты загрязнения почвы химическими элементами;

2) обработка карт, характеризующих различные экологические слои, и построение карты качественной оценки состояния окружающей среды.

При этом анализируются данные в отдельных точках, оценивается в этих точках качественная характеристика, а далее принимается решение о качественной характеристике всей ситуации. В результате работы программы вся территория города окрашивается в один из трех цветов. Каждый цвет характеризует качественную оценку экологической обстановки в городе.

Остается актуальной проблема построения комплексных карт на основе четких и нечетких параметров. В существующих геоинформационных системах, предназначенных для анализа пространственно распределенных параметров, как правило, отсутствуют функции построения экологических карт по нечетким данным.

Учитывая все особенности нечетких данных, требуется разработка системы, которая позволяла бы строить карты экологических проблем по известным четким и нечетким пространственным данным и на их основе создавать карты экологических ситуаций с применением правил экспертного анализа.

#### Предлагаемое решение

Предлагается следующая последовательность разработки карт экологических ситуаций.

1. Определение субъекта оценки и картографирования, масштаба исследования.

2. Выбор критериев оценки и разработка базы правил оценки экологических ситуаций.

3. Определение показателей, имеющих количественное значение (например, эрозия по выносу вещества, превышающего нормативные величины; загрязнение среды – по содержанию химических веществ, превышающих ПДК).

4. Определение показателей, имеющих качественное значение (например, высокий уровень заболеваемости).

5. Создание карт экологических проблем.

6. Синтез всех проблемных карт – создание оверлея.

7. Оценка экологических ситуаций в соответствии с правилами.

Разработка экспертной геоинформационной системы определения экологических ситуаций предполагает:

– разработку инструментов работы с цифровыми картами и атрибутивной информацией;

– разработку алгоритмов и программную реализацию создания изолиний распределения параметров, в том числе и по нечетким данным [3];

– разработку алгоритмов и программную реализацию создания ареалов распределения параметров, характеристик, проблем;

– разработку алгоритмов и программную реализацию функции анализа совокупности экологических проблемных ареалов в соответствии с правилами экспертного анализа и определение экологической ситуации.

Выполнение указанных задач снимает недостатки существующих направлений экологического картографирования [1]:

– появление возможности многопланового анализа отображаемых на картах данных;

– для картографирования экологических проблем могут быть использованы границы административных и естественных ландшафтов, а также границы производственно-технических комплексов;

– появление новых возможностей создания ареалов экологических проблем по данным анализа сети пунктов мониторинга;

– использование нечетких данных (слабое, сильное, чрезвычайное высокое значение параметра и т. п.) с применением нечеткой логики с создания ареалов экологических проблем со слабоформализованным описанием;

– устранение внутренней неоднородности объектов картографирования, связанных с дифференциацией природных условий и антропогенных воздействий.

Для создания карт экологических проблем по измерениям сети точек (пунктов) используется интерполяционный метод. Эти методы подходят для выявления особенностей исходных данных, их анализа и построения поверхностей по отдельным точечным исходным значениям непрерывного в пространстве явления, оценки достоверности полученных результатов и их представления в наглядной для восприятия форме. Технология построения таких поверхностей включает четыре основных этапа: представление исходных данных; анализ исходных данных; подбор и применение модели интерполяции; оценка результата.

Для оконтуривания границы экологической проблемы предлагается использовать построение изолиний – линий, соединяющих точки с одинаковыми значениями непрерывного поля. В таком случае пользователю необходимо будет выбрать соответствующее значение, которое и будет являться границей ареала проблемы.

Пусть  $x_i$  – это набор известных точек на карте,  $y_i$  – значения функции в этих точках, а  $r_i$  – расстояние от известной точки до искомой. Тогда значение функции в произвольной точке на карте будет рассчитываться по формуле

$$f(x) = \frac{\sum_i w_i(x) y_i}{\sum_i w_i(x)}, \quad (1)$$

где  $w_i(x) = 1/r_i^2$ .

После того как мы найдем интерполированное значение в каждой точке карты, требуется пройти по точкам карты с заданной величиной шага и провести изолинию по точкам с постоянным исследуемым значением параметра.

Пока  $x < \text{Map.width}$

$y = 0$

Пока  $y < \text{Map.Height}$

Если Найти\_нуть( $x, y, H, \text{Epsilon}, \text{outx}, \text{outy}$ )

Поставить\_курсор\_на( $x, y$ )

Провести\_линию\_v(outx,outy)

Конец если

y = y + delta

x = x + delta

Функция Найми\_путь (x,y,H,epsilon,outx,outy) : // функция, определяющая оптимальный путь построения изолинии; x, y – координаты точки, из которой проводится изолиния; H – значение параметра на изолинии; Epsilon – погрешность вычислений; outx, outy – координаты, в которые проводится вектор

outx = x-delta; //delta - шаг на карте,

outy = y;

Если |f(x+delta,y) - H| < |f(outx,outy) - H|

outx=x+delta;

Конец если

Если |f(x,y-delta) - H| < |f(outx,outy) - H|

outy=y-delta;

Конец если

Если |f(x,y+delta) - H| < |f(outx,outy) - H|

outy=y+delta;

Конец если

Конец функции

Для создания ареала экологической проблемы по нечетким данным необходимо построить изолинии с возможностью варьирования точности построения в зависимости от количества и типа предоставленной информации. Характеристикой нечеткого множества выступает функция принадлежности  $MF(x)$ . Обозначим через  $MF_c(x)$  – степень принадлежности к нечеткому множеству  $C$ . Нечетким множеством  $C$  называется множество упорядоченных пар вида  $C = \{MF_c(x)/x\}$ ,  $MF_c(x) \in [0,1]$ . Значение  $MF_c(x) = 0$  означает отсутствие принадлежности к множеству  $C$ , 1 – полную принадлежность множеству  $C$ .

Существует свыше десятка типовых форм кривых для задания функций принадлежности. Будем рассматривать трапецидальную функцию, так как она наиболее близка к моделированию оценок экспертов. Трапецидальная функция принадлежности определяется четверкой чисел (a, b, c, d) (рис. 1):

$$MF(x) = \begin{cases} 1 - \frac{b-x}{b-a}, & a \leq x \leq b, \\ 1, & b \leq x \leq c, \\ 1 - \frac{x-c}{d-c}, & c \leq x \leq d, \\ 0, & \text{в остальных случаях.} \end{cases}$$

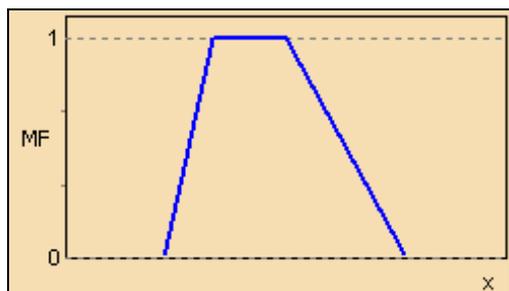


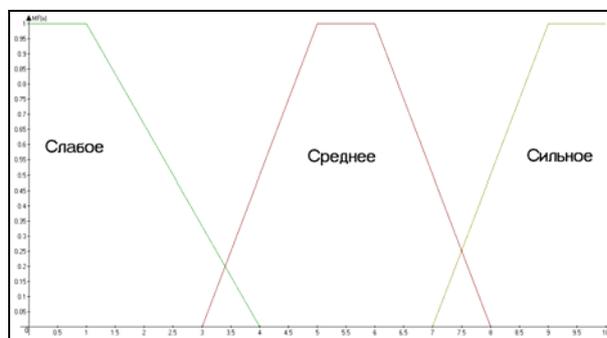
Рис. 1. Трапецидальная функция принадлежности

Данное значение функции принадлежности можно использовать в описанном выше алгоритме построения изолиний следующим образом.

Вместо четкого значения изолинии  $H$  используется нечеткое значение из множества допустимых значений. Интерполяционное значение каждой точки анализируется с точки зрения принадлежности к нечеткому множеству значения  $H$ . Область нечеткого значения строится по точкам, принадлежность которых превышает Epsilon.

Для отображения результата работы системы рассмотрим лингвистическую переменную «Значение параметра». Сформируем для нее три нечетких переменных: «Слабое», «Среднее», «Сильное». Задать область рассуждения  $X = [0..10]$  (единиц).

Задать функцию принадлежности для каждой из трех нечетких переменных. Пусть они имеют трапецидальную форму кривых. Задать три нечетких множества в контексте значения параметра «слабое», «среднее», «сильное» (рис. 2):



$$\begin{aligned} a_{\text{слабое}} &= 0; c_{\text{среднее}} = 6; b_{\text{слабое}} = 0; d_{\text{среднее}} = 8; \\ c_{\text{слабое}} &= 1; a_{\text{сильное}} = 7; d_{\text{слабое}} = 4; b_{\text{сильное}} = 9; \\ a_{\text{среднее}} &= 3; c_{\text{сильное}} = 10; b_{\text{среднее}} = 5; d_{\text{сильное}} = 10 \end{aligned}$$

Рис. 2. Функции принадлежности моделируемой предметной области

Используем точки на карте с известным значением параметра, с применением разработанного алгоритма рассчитаем и визуализируем область по среднему значению параметра.

На рис. 3 показан результат построения карты анализируемого нечеткого значения параметра.

Темным цветом отображена область «среднего» значения с вероятностью 100–75 %, более светлым – с вероятностью 75–50 %.

### Заключение

Алгоритм построения карт по нерегулярной сети с четкими и нечеткими значениями параметров в узлах сети может использоваться в геоинформационных системах для экологического картографирования и в системах поддержки принятия управленческих решений по обеспечению экологической безопасности.

В дальнейшем в рамках разрабатываемой экспертной системы, планируется на основе экспертных оценок сформировать базу правил определения экологических ситуаций, взяв за основу созданные экологические карты.

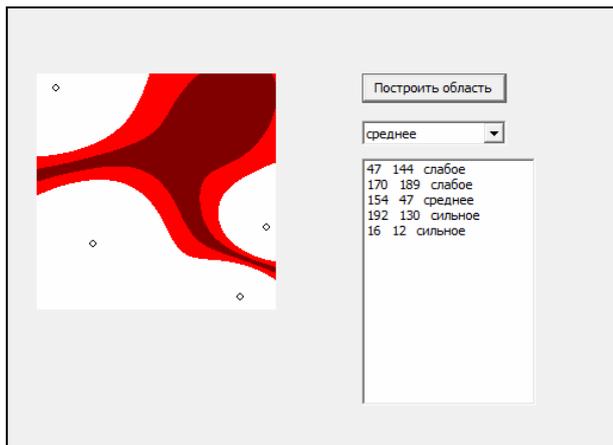


Рис. 3. Карта «среднего» значения параметра

Разработка экспертной геоинформационной системы на основе обобщения большого количества картографических материалов способствует более достоверному определению экологических ситуаций, поможет и специалистам экологов, и географам [3, 4]. Экспертная геоинформационная система будет ис-

пользоваться в учебном процессе ФБГОУ ВПО «Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова» при изучении дисциплины «ГИС и экологическое картографирование» и в СВФУ (г. Якутск), что поднимет на новый уровень владение студентами автоматизированными средствами обработки информации для решения возникающих задач.

#### Библиографические ссылки

1. Кочуров Б. И., Жеребцова Н. А. Картографирование экологических ситуаций (состояние, методология, перспективы) // География и природные ресурсы. – 1995. – № 3.
2. Целых А. Н., Тимошенко Р. П. Принятие решений в экологической геоинформационной системе на основе нечеткой модели классификации. – URL: //http://bibliofond.ru/view.aspx (дата обращения: 12.03.2014 г.).
3. Алексеев В. А., Телегина М. В., Янников И. М. Применение методов нечеткой логики в задачах анализа экологических данных // Известия ЮФУ. Технические науки. Тематический выпуск «Интеллектуальные САПР». – 2009. – № 12. – Таганрог : Изд-во ТТИ ЮФУ. – С. 143–148.
4. Телегина М. В. ГИС-технологии в учебном процессе ИжГТУ: опыт, разработки и перспективы // Вестник ИжГТУ. – 2012. – № 3(55). – С. 133–137.

M. V. Telegina, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

E. N. Isenbaeva, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

N. A. Karavaev, Master's Degree Student, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

A. N. Savvinova, PhD in Geography, North-Eastern Federal University named after M. K. Ammosov, Yakutsk

#### Creating a Map of Ecological Situations Using Fuzzy Data

The problem of creation of complex maps of ecological situations is considered. The sequence of the development of maps of environmental situations is proposed. Tasks solved by the developed expert GIS will eliminate the disadvantages of the complex ecological mapping. The algorithms of creating the contours on both quantitative and qualitative (fuzzy) data are presented.

**Key words:** maps of environmental problems, geographic information systems, environmental situation, fuzzy data and expert estimates.

УДК 004.932.2

**И. О. Архипов**, кандидат технических наук, доцент, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

**М. О. Еланцев**, магистрант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

## ПОИСК СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ГРАФИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО НОМЕРА АВТОТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Рассмотрен метод выделения структурных элементов изображения путем использования взаимной корреляции с шаблоном. Предложен способ кластеризации изображений государственного регистрационного номера на основе информации о расположении выделенных структурных элементов.

**Ключевые слова:** анализ изображений, кластеризация, взаимная корреляция.

**П**роцесс распознавания автомобильного номера можно условно разделить на четыре этапа: определение факта присутствия автомобиля в кадре; локализация рамки номера; поиск символов номера и распознавание символов номера.

С одним из вариантов решения задач второго этапа можно ознакомиться в работе [1]. В данной статье рассматривается выделение символов номера по изображениям, полученным на этапе локализации рамки номера, для дальнейшего их распознавания.