

УДК 37.2: 378.3

К.А. Метешкин<sup>1</sup>, И.М. Патракеев<sup>2</sup>, А.А. Евдокимов<sup>2</sup><sup>1</sup> *Международный славянский университет, Харьков*<sup>2</sup> *Харьковская национальная академия городского хозяйства, Харьков*

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ГИС НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ

*Рассматриваются некоторые подходы к повышению эффективности моделирования неопределенности реального мира с применением геоинформационных технологий. Геоинформационные системы представлены в виде систем поддержки принятия решений. Нечеткая логика в данном случае позволяет определить пути представления неопределенности реального мира с помощью геоинформационных технологий.*

**Ключевые слова:** геоинформационные системы и технологии, нечеткие множества, сущности.

### Введение

Пространственные данные, которые обрабатываются в геоинформационных системах (ГИС), представляют собой отображение объектов и связей реального мира. Обобщение и агрегирование объектов реального мира всегда ведет к неоднозначности в представлении объектов и связей в ГИС.

В связи с тем, что широко применяемое программное обеспечение ГИС основано на классической теории множеств, поэтому моделирование неопределенности реального мира, его многообразия не может быть выполнено с достаточной точностью.

**Анализ публикаций.** В настоящее время уделяется много внимания применению нечетких множеств для решения аналитических задач в ГИС. Нарастающие информационные потоки в современном обществе, разнообразие информационных технологий, повышение сложности решаемых пространственных задач увеличивают нагрузку на лицо, принимающее решение (ЛПР), и ставят задачу переноса проблемы выбора и принятия решений с человека на современные информационные технологии. Одним из путей решения этой задачи является применение аналитических систем, которые могут быть составной частью ГИС [1, 2, 3]. Пространственные системы, основанные на нечетких множествах, в том числе и ГИС, позволяют ЛПР:

- объединять знания о конкретной предметной области и опыт экспертов в виде лингвистических переменных и использовать их на этапе пространственного анализа;
- управлять неопределенностью в системах поддержки принятия решений;
- формализовать нечетко сформулированные проблемы в задачах принятия решений.

**Цель и постановка задачи.** Целью настоящей статьи является показать возможность совершенствования технологии и моделирования неопределенности реального мира на основе применения основ-

ных положений нечеткой логики. Одной из основных задач, решаемых с помощью ГИС, является обеспечение принятия решений на основе использования информации из различных тематических слоев. Обычно на процесс принятия решения оказывают влияние разнообразные факторы и, как правило, принятие решения – это задача многокритериальная.

### Сущность моделирования неопределенности реального мира средствами ГИС

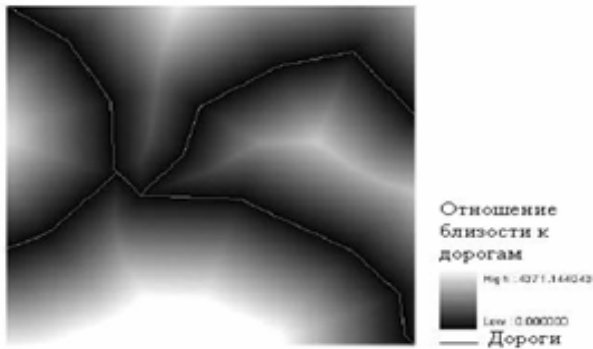
Рассмотрим в качестве примера задачу размещения гипотетического промышленного предприятия в пределах городской границы. Критерий для размещения предприятия можно сформулировать в виде лингвистической переменной:

“если месторасположения равнинное или имеет небольшой уклон и размещено недалеко от дороги и недалеко от городской границы – то данная территория пригодна для размещения промышленного предприятия”.

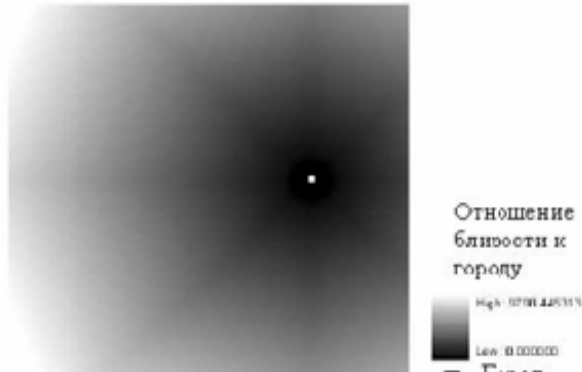
Для принятия решения, основанного на этой нечеткой формулировке, человеку нужно немного времени. Однако получить ответ на такой нечеткий вопрос средствами ГИС невозможно. В терминах логических переменных запрос на размещение предприятия в городской черте можно сформулировать достаточно точно: территория пригодна если (уклон  $\leq 20\%$ ) и (удаление от дорог  $\leq 1000$  м) и (удаление от городской границы  $\leq 5000$  м)

На рис. 1, а, б растры отношения близости к дорогам и отношения близости к городу. Все исходные данные получены средствами ГИС.

Для получения ответа на запрос о расположении гипотетического промышленного предприятия необходимо выполнить оверлейные операции с логическим оператором AND над тремя исходными растрами. Результат выполнения запроса представлен на рис. 2, а.

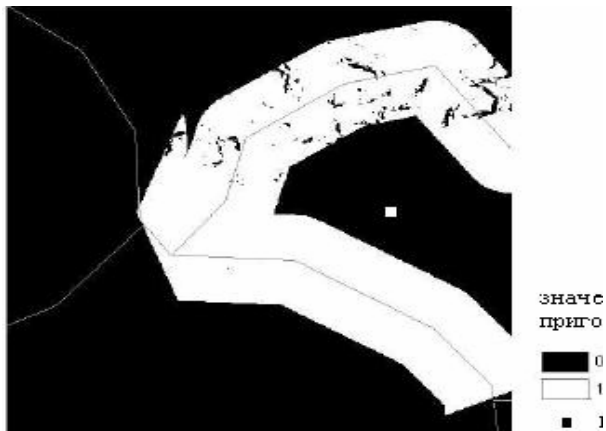


a

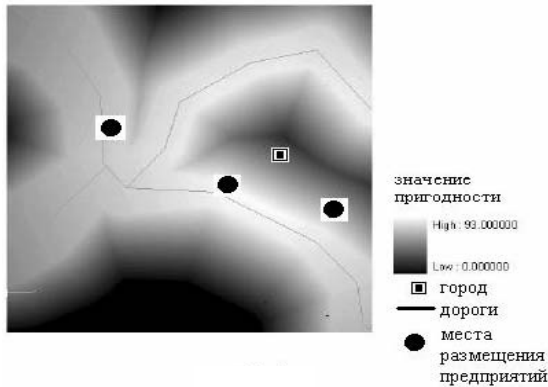


b

Рис. 1. Отношение а – близости к дорогам; б – близости к городу



a

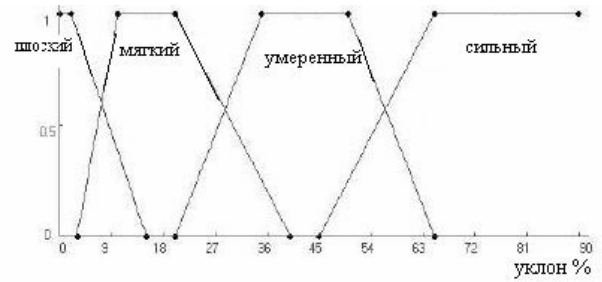


b

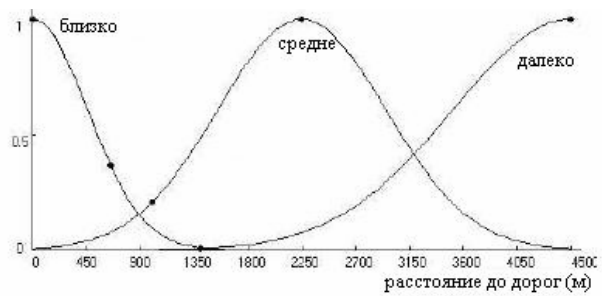
Рис. 2. Результат а – логического анализа для поиска месторасположения предприятия; б – тот же результат с применением нечетких множеств

С использованием нечетких множеств запрос для поиска подходящей территории можно сформулировать в следующем виде: ЕСЛИ (уклон незначительный) или (уклон умеренный) и (расстояние близко к дороге) и (расстояние близко к городской черте) ТО территория пригодна для размещения промышленного предприятия.

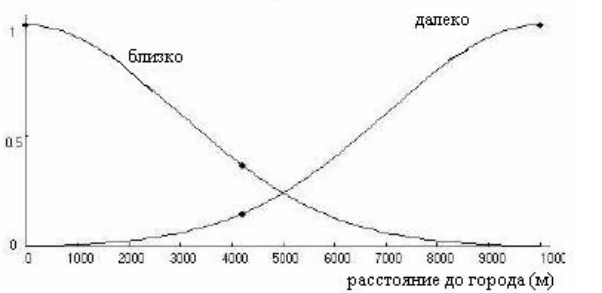
Для решения данного запроса с нечеткими логическими переменными построены соответствующие функции принадлежности для каждого критерия, которые участвуют в нечетко сформулированном запросе (рис. 3, а, б, с, d).



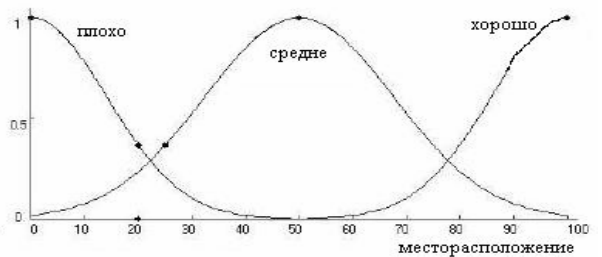
a



b



c



d

Рис. 3. Функции принадлежности а – “мягкого уклона”; б – “близко к дорогам”; с – “близко к городу”; d – “месторасположение предприятия”

Результат выполнения запроса, построенного с использованием нечетких множеств, показан на рис. 2, b. Лицо, принимающее решение (ЛПР), не имеет возможности выбора худшего или лучшего варианта для размещения предприятия, так как результат логического анализа принимает значения 1 или 0, что характеризует, подходит месторасположение или нет.

Запрос, построенный на основе нечетких множеств, обеспечивает ЛПР информацией с высокой точностью, так как каждое местоположение предприятия имеет степень пригодности (табл. 1). Таблица содержит результаты, характеризующие пригодность территории для размещения предприятия. Необходимо отметить, что А, В, С характеризуют размещение, подходящие с точки зрения логического анализа. Результат, основанный на нечетких множествах, обеспечивает ЛПР более подробной информацией для принятия решения. Таким образом, территория, которая наиболее удовлетворяет требованию (2), соответствует месторасположению С (табл. 1).

Таблица 1

Результаты, характеризующие пригодность территории для размещения предприятия

Место расположения	Уклон (%)	Расст. до дорог (м)	Расст. до города (м)	Результат, основанный на лог. вычислениях	Результат, основанный на нечетких вычислениях
А	3,0	300	4953,1	1	77
В	1,4	995,7	2352,4	0	70
С	1,1	50	2197,3	1	90

Данный подход, реализующий нечеткую логику в формировании и обработке запросов в среде

ГИС ArcGIS 9.2, реализован в виде программного модуля. Использование нечеткой логики при обработке пространственной информации позволяет избежать потери информации, которая возникает, если данные обрабатываются с использованием обычных методов классификации.

## Выводы

Таким образом, можно сказать, что классическая теория множеств, которая используется в программных продуктах ГИС, фиксирует задаваемую точность для информации, которая по своей сути является неопределенной.

Нечеткая логика позволяет определить пути представления неопределенности реального мира. ГИС, построенные на нечеткой логике, позволяют ЛПР принимать решения, используя знания и опыт экспертов в конкретной предметной области.

## Список литературы

1. Орловский С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации. – М.: Наука, 1981.
2. Wang F., Hall G.B. Fuzzy representation of geographical boundaries in gis // *Int. Journal of GIS*. – 1996. – № 10 (5). – P. 573-590.
3. Yanar T.A. The enhancement of the cell-based gis analyses with fuzzy processing capabilities // *Msc. thesis, Middle East Technical University*, 2003.

Поступила в редколлегию 1.08.2008

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Е.И. Кучеренко, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков.

## ВДОСКОНАЛЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ГІС НА ОСНОВІ ЗАСТОСУВАННЯ НЕЧІТКИХ МНОЖИН

К.О. Метешкін, І.М. Патракеєв, А.А. Євдокімов

*Розглядається деякі підходи до підвищення ефективності моделювання невизначеності реального миру із застосуванням геоінформаційних технологій. Геоінформаційні системи представлені у вигляді систем підтримки ухвалення рішень. Нечітка логіка в даному випадку дозволяє визначити шляхи представлення невизначеності реального миру за допомогою геоінформаційних технологій.*

**Ключові слова:** геоінформаційні системи і технології, нечіткі множини, суть.

## PERFECTION OF POSSIBILITIES GIS ON THE BASIS OF APPLICATION OF FUZZY SETS

K.A. Meteshkin, I.M. Patrakeeve, A.A. Yevdokimov

*Examined some approaches to the increase of efficiency of design of vagueness of the real world with the use of geoinformation technologies. The geoinformation systems are presented as systems of support of decision-making. Fuzzy logic in this case allows to define the ways of presentation of vagueness of the real world by geoinformation technologies.*

**Keywords:** geoinformation systems and technologies, fuzzy sets, essences.