

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ (ГЭС) ДЛЯ ОЦЕНКИ ФАКТОРОВ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ БГУ

Л.В. Гурьянова

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

Географическая экспертная система (ГЭС) – это технология интеграции формализованных знаний предметной области с географической информационной системой и программой обработки данных дистанционного зондирования. В данной работе этот подход реализован на базе интеграции программных продуктов ArcGIS 9x (ESRI Inc.) и ERDAS IMAGINE 8x (ERDAS Inc.). Для получения цифровой модели местности и выполнения пространственного анализа в качестве исходных данных используется информация по объектам недвижимости БГУ и городской инфраструктуре г.Минска, результаты радарной съемки космического корабля Шаттл. Путем автоматизации мультикритериальных запросов средствами модуля Expert Classifier выполнена оценка влияния факторов городской среды и классификация местоположений объектов БГУ по условной комфортности городской среды.

Введение

В настоящее время интеграция технологий географических информационных систем (ГИС), дистанционного зондирования и технологий искусственного интеллекта позволяет организовывать такие гибридные, высокоэффективные, работающие в реальном времени с синхронизацией в многопользовательском режиме, автоматизированные системы пространственного анализа территории, как географические экспертные системы (ГЭС). Помимо пространственной информации составной частью ГЭС являются базы знаний экспертов по предметной области. Формализованные знания предметной области позволяют составлять и выполнять автоматизированный пространственный анализ территории посредством мультикритериальных запросов в режиме реального времени. Целый ряд стран активно осуществляют разработку ГЭС как для военных целей при интеграции процессов командования (Command), управления (Control), коммуникаций (Communication) и координации (Coordination) военной инфраструктуры на базе информационных технологий (Information), так называемые C4I [1], так и для гражданских целей при разведке и поиске запасов подземных вод [2] и других природных ресурсов и техногенных объектов.

Типичная географическая экспертная система состоит из набора взаимосвязанных и взаимозависимых компонентов, таких как база пространственной и атрибутивной информации (т.е. данные дистанционного зондирования, карты, планы, схемы и другая географическая информация) и базы знаний, а также механизма ввода-вывода данных и пользовательского интерфейса. Знания экспертов являются одним из основных материалов для любой геоэкспертной системы, которые формализуются в базу знаний. В процессе формализации знания организовываются в правила по структуре запроса в форме «ЕСЛИ...ТО» (IF-THEN-ELSE). В данной работе используется интеграция коммерческих продуктов ArcGIS 9x (ESRI Inc.) и ERDAS IMAGINE 8x (ERDAS Inc.) в качестве программных оболочек для выполнения технологической цепочки ГЭС.

Целью исследования является отработка методики составления и реализации автоматизации мультикритериальных запросов средствами модуля Expert Classifier [3] на при-

мере решения тестовой задачи по оценке влияния факторов городской среды на комфортность местоположения объектов недвижимости БГУ с позиций доступности набора традиционных городских услуг в таких сферах, как транспорт и связь, медицина и финансы, отдых.

Задачами исследования являются: составление базы пространственной и атрибутивной информации в базе геоданных ArcGIS 9x; составление списка критериев по оценке доступности инфраструктуры города и их формализация для выполнения пространственных запросов; выполнение автоматизированной классификации местоположений по уровню комфортности городской среды через автоматизацию мультикритериальных запросов средствами модуля Expert Classifier; разработка рекомендаций общего характера с целью повышения уровня комфортности пространственной организации территории местоположений объектов БГУ.

1. Методика работы

В качестве исходных данных используются шейп-файлы г.Минска по инфраструктуре городской среды (www.finder.geocommons.com); результаты выполнения студенческого проекта по теме «Создание геоинформационной системы управления имуществом комплексом ВУЗа (на примере ГИС «БГУ»)» (рук. Гурьянова Л.В.), финансируемого БГУ в 2008 г.; данные радарной съемки пилотируемого космического аппарата Шаттл [4].

Поскольку данные для исследования поступили из разных источников, в разных форматах и разных системах координат, то для выполнения пространственного ГИС-анализа все разнородные данные увязаны в единую географическую связку в десятичных градусах Географической проекции на WGS 1984, рис.1.

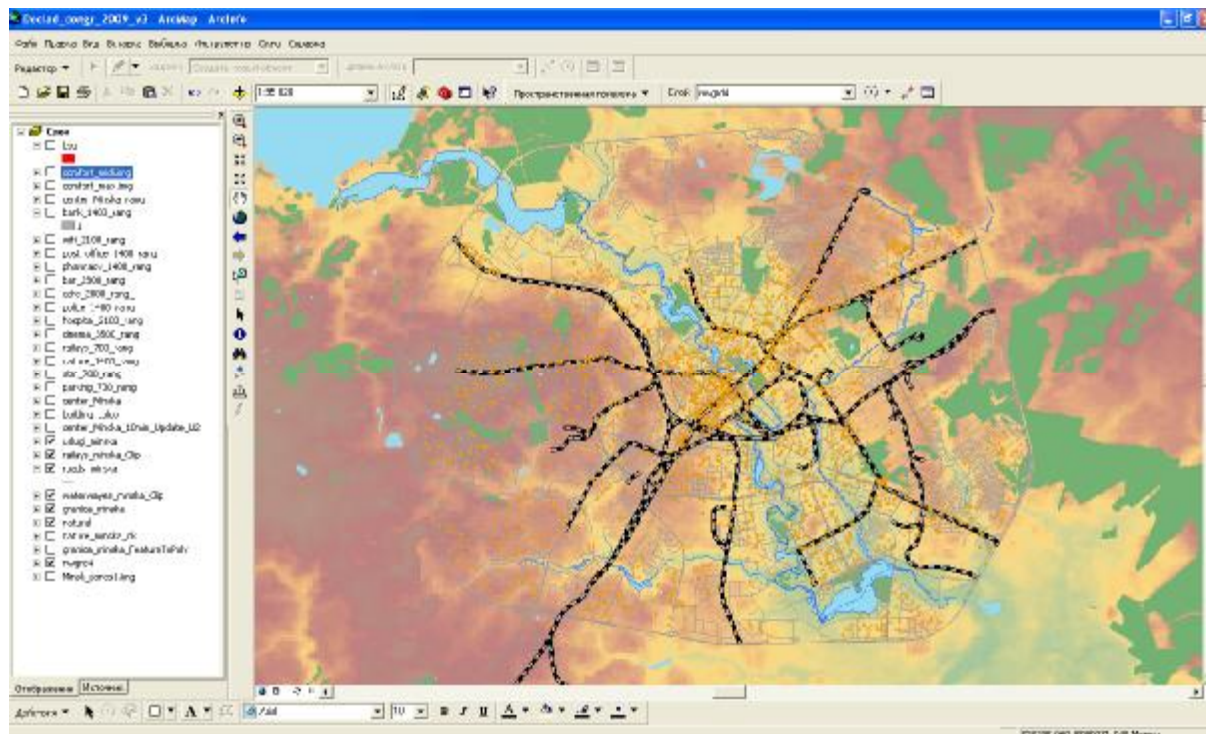


Рис.1. Географическая связка исходных данных в ArcGIS 9x

В результате обработки информации создана персональная база геоданных в ArcGIS 9x со слоями, отражающими такие факторы городской среды как, транспортная доступность, финансовые услуги и услуги связи, близость медицинских учреждений и мест отдыха, а также пунктов охраны правопорядка. В векторном формате в базе геоданных представлены: постройки (building) (17 573 площадных объектов); дорожная сеть, в том числе рельсовый транспорт (railways) (железная дорога, трамвай, метрополитен) – 126 линейных объектов и дорожно-тропиночная сеть (roads) – 3 749 линейных объектов, 446 парковок (parking) для автотранспорта (точки); речная сеть (waterways) – 128 линейных объектов; аптечные пункты (pharmacy)– 202 точечных объекта и 154 больницы (hospital); почтовые отделения (post_office) – 105 точечных объектов; точки доступа Wi-Fi (wifi)– 84 точечных объекта; банкоматы (atm) – 504 точечных объекта; 44 отделения банков (bank) (точки); 106 отделений пунктов правопорядка (police) (точки); 17 кинотеатров (cinema)(точки); 149 кафе (café) и 25 баров (bar) в точечных темах, а также 190 полигональных объектов зеленых зон и акваторий (natural) и точечная тема центра города (center_Minska). Для наглядности отображения территории Минска в базу геоданных также добавлены растровые слои цифровой модели рельефа, выполненной по данным радарной съемки.

Для оценки качества городской среды по уровню ее комфортности и выявления пространственных закономерностей набор данных формализовывался по следующим критериям с разделением их по двум или более рангам доступности:

- центра Минска – пл.Октябрьская (пешеходная или/и общественным пассажирским транспортом) - до 10 минут (1 ранг), 11-20 минут (2 ранг), 21-30 (3 ранг), 31-40 (4 ранг), 41-50 минут (5 ранг) и свыше 50 минут (6 ранг);
- рельсового транспорта (железная дорога, трамвай, метрополитен) – до 10 минут (1 ранг) и парковок для автотранспорта – до 10 минут (1 ранг);
- банковских услуг: банкоматы - до 10 минут (1 ранг), отделения банков - до 20 минут (1 ранг);
- услуг связи: отделения почтовой связи – до 20 минут (1 ранг), пункты Wi-Fi – до 30 минут (1 ранг);
- объектов здравоохранения: аптеки – до 20 минут (1 ранг), больницы – до 30 минут;
- мест отдыха: парков и акваторий – до 20 минут (1 ранг), кафе и баров – до 40 минут (1 ранг), кинотеатров – до 50 минут (1 ранг);
- пунктов правопорядка – до 20 минут (1 ранг).

В пространственном отношении 10-минутная доступность оценивалась нами, как 700 м на местности. Для выполнения ГИС-анализа средствами ArcGIS 9x выполнено построение соответствующих буферных зон по рангам с последующей их растеризацией и вводом в ERDAS IMAGINE 8x.

2. Результаты и их обсуждение

Автоматизация комплексного пространственного анализа территории выполнена на базе генерации правил базы знаний. Пространственная и атрибутивная информация каждого ГИС-слоя используется для формирования правил или условий, которые необходимы для получения окончательной гипотезы. Знания, полученные в виде ГИС-слоев, преобразованы в правила базы знаний с использованием опций Инженера Знаний соответствующего модуля ERDAS IMAGINE.

Например, для определения «наиболее комфортного местоположения» на территории города, в пределах 30-минутной доступности центра города, принято, что все ос-

тальные критерии должны иметь 1 ранг. В результате записывается следующее правило в текстовом виде:

```
IF FACTOR_MAX == CENTER_MINSKA ≤ (3)RAILAYS = RANG (1)
AND PARKING= RANG (1)
AND BANK = RANG (1)
AND ATM = RANG (1)
AND POST_OFFICE = RANG (1)
AND WIFI = RANG (1)
AND PHARMACY = RANG (1)
AND HOSPITAL = RANG (1)
AND NATURAL = RANG (1)
AND CAFÉ = RANG (1)
AND BAR = RANG (1)
AND CINEMA = RANG (1)
AND POLICE = RANG (1)
THEN COMFORT_MAX.
```

В этом выражении цифры в скобках показывают соответствующие ранги факторов городской среды. Графическое представление гипотезы в базе знаний показано на рис.2.

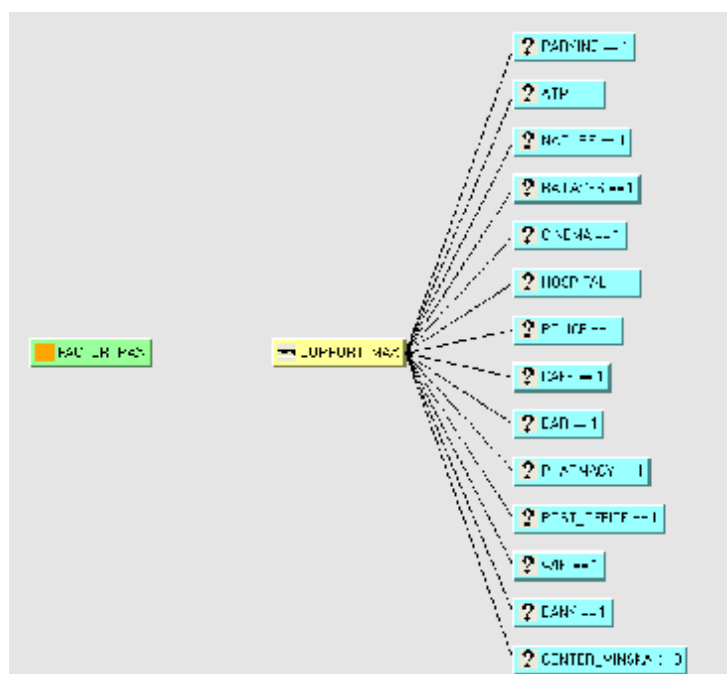


Рис.2. Графическое представление гипотезы для определения «наиболее комфортного местоположения на территории г.Минска» в базе знаний

О выполнении данной гипотезы показывает соответствующий цвет кодирования гипотезы для данного класса местоположений на выходной картограмме. Т.е. после выполнения автоматизированного анализа по данной гипотезе создается тематическая карта, которая показывает территорию г.Минска с полным набором самых современных услуг, что обеспечивает «наиболее комфортные» условия для учебы и работы сотрудников и студентов БГУ. Вторая гипотеза о поиске территорий со «средней степенью комфортности» предполагает наличие таких традиционных услуг, как место для парковки автотранспорта, банкомат, кафе, рельсовый транспорт, аптека, при этом независимо от удаленности центра города. Соответственно, вся остальная территория рассматривалась как «недостаточно комфортная» для организации труда и отдыха, рис.3.

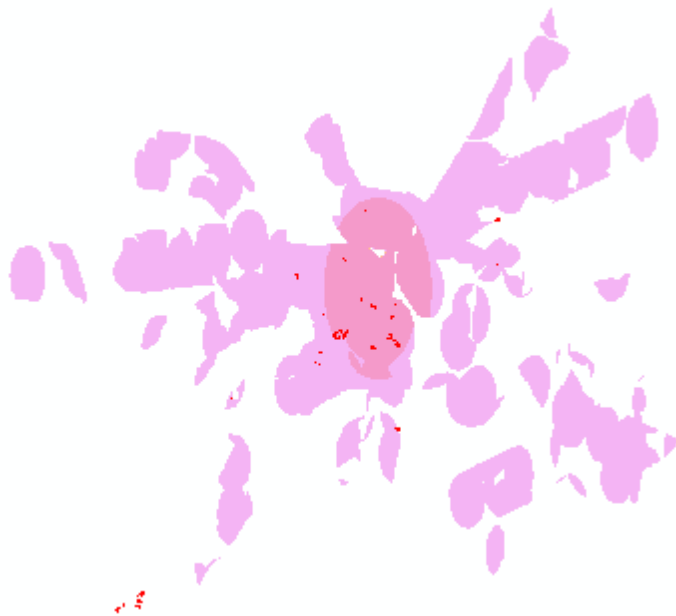


Рис.3. Результаты автоматизированной классификации местоположений объектов БГУ с использованием базы знаний

В результате оценки местоположений по уровню комфортности в ArcGis 9x были сопоставлены местоположения объектов БГУ с результатами экспертной классификации, а также визуально проанализированы и признаны правильными.

Таким образом, на данном примере апробирована методика географического экспертного анализа с использованием интеграции программного обеспечения ArcGIS 9x и ERDAS IMAGINE 8x. Результаты данного исследования показали, что с использованием разработанной базы знаний может быть выполнен точный и своевременный анализ территории при поступлении пространственных данных в режиме реального времени. С точки зрения организации территории городской среды можно рекомендовать дальнейшее развитие инфраструктуры города как с позиций расширения средств телекоммуникаций в местах концентрации студенческой молодежи для повышения качества образования и доступности обучающих материалов по беспроводным технологиям, а также сервиса инфраструктуры отдыха (кафе, пункты быстрого питания) и других видов услуг.

Список литературы

1. Baijal Maj.R., Arora M.K., Ghosh S.K. A GIS Assisted Knowledge-Based Approach for Military Operations. [Electronic resource]. - 2009. - Mode of access: <http://www.gisdevelopment.net/application/military/overview/militaryo0001.htm>
2. Venkatachalam Mrs.P., Murty C.V.S.S.B.R. Building a geo-expert system integrating Remote Sensing and GIS. [Electronic resource]. - 1991. - Mode of access: <http://www.aars-acrs.org/acrs/proceeding/ACRS1991/Papers/PS191-4.htm>
3. ERDAS IMAGINE[®] Expert Classifier Overview. . - Computer data. - ERDAS[®], Inc. Atlanta, Georgia, 2001. - 1 CD-ROM + user manual
4. Global Land Cover Facility. University of Maryland [Electronic resource]. - 2009. - Mode of access: <http://glfc.umiacs.umd.edu/index.shtml>