

УДК 654:378

М. Б. ГУЗАИРОВ, А. Р. ДАМИНОВ

КОМПЛЕКСНАЯ ОБРАБОТКА РАЗНОРОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ВУЗОМ НА ОСНОВЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

Рассматриваются алгоритмы и методы комплексной обработки разнородной информации: пространственной, атрибутивной, мультимедийной при решении задач информационной поддержки управления вузом. Предложена формализация процесса обработки разнородной информации при организации безопасности, учета имущества и материальных ценностей вуза с использованием систем видеонаблюдения и ее практическая реализация в составе ГИС УГАТУ. *Разнородная информация; информационная поддержка; управление вузом; организация безопасности; учет имущества*

Современный вуз может рассматриваться как крупная организация, обладающая сложной структурой сфер деятельности и большим количеством подразделений, территориально расположенных на значительном расстоянии друг от друга.

При управлении различными видами деятельности вуза (учебной, научной, административно-хозяйственной) возникает необходимость получения, хранения и обработки больших объемов информации: пространственной (карты, схемы, планы вузгородка, студгородка, баз отдыха, филиалов и представительств университета), атрибутивной (данные подразделений университета, относительно учебной, научной, контрактной деятельности), мультимедийной (видеоданные, фотоизображения, звукозаписи) и др. [1, 2]. Важным требованием эффективной работы информационных систем вуза является преемственность и возможность интеграции с существующей информационной средой университета. Применение для этого ГИС-технологий позволит предоставить руководству, преподавателям, сотрудникам, студентам вуза и внешним организациям, заинтересованным в совместной деятельности, максимально открытый и наглядный доступ к информации о различных сторонах деятельности университета, позволит охватить различные стороны жизнедеятельности вуза [3].

Исходя из проведенного анализа различных аспектов деятельности вуза (как по литературным источникам [4, 5, 6, 7], так и на примере УГАТУ), выявлены следующие классы задач:

- систематизация, интеграция и верификация всей пространственной информации об объектах университета;
- учет и планирование ремонта зданий, сооружений, инженерных коммуникаций;
- планирование строительства новых и реконструкции существующих объектов;
- создание трехмерных моделей зданий и сооружений для повышения качества предоставляемой информации о пространственном размещении объектов университета различным категориям пользователей;
- комплексное обеспечение безопасности деятельности вуза;
- информационная поддержка деятельности по поддержанию безопасности вуза;
- разработка ситуационных планов при ликвидации пожаров, эвакуации людей;
- разработка паспортов безопасности объектов университета;
- инвентаризация и контроль расположения имущества, оборудования, техники университета;
- оптимизация размещения различных объектов на определенной территории;
- учет оборудования университета в соответствии с его местоположением.
- информационная поддержка учебного процесса, научно-исследовательских работ, деятельности подразделений вуза.

В данной статье предлагается метод комплексной обработки разнородной информации при проектировании и эксплуатации системы видеонаблюдения вуза на основе геоинформационных технологий, так как именно видеонаблюдение является ключевым элементом при решении задач комплексного обеспечения безопасности вуза, инвентаризации и контроля имущества, приведенных выше.

Для эффективной работы системы видеонаблюдения целесообразно учитывать пространственно распределенный характер данных о зданиях, подразделениях, имуществе университета, следует учитывать специфику пространственной информации предметной области и необходимость решения задачи совместной обработки пространственной, атрибутивной и мультимедийной информации [8].

С математической точки зрения формализация процесса обработки пространственной информации относительно систем видеонаблюдения в ГИС сводится к задаче размещения на плоскости точечных пространственных объектов, отображающих средства видеонаблюдения, для охвата видеонаблюдением заданной области.

Пусть задана некоторая совокупность объектов видеонаблюдения в количестве n , каждый из которых характеризуется пространственными координатами

$$N = \{N_i\} = \{N_i(x, y)\} = N_i\{(x_i, y_i)\}, i = \overline{1, n},$$

x_i, y_i – пространственные координаты объектов видеонаблюдения, которые необходимо наблюдать. Рассмотрим задачу для случая статичных объектов, т. е. $x_i, y_i = \text{const}$ при $i = \text{const}$.

Под зоной видимости камеры видеонаблюдения, расположение которой обозначим точкой с координатами (x_k, y_k) , будем понимать множество таких точек (x_j, y_j) , $j = \overline{1, \infty}$, что прямая проведенная через точки (x_k, y_k) и (x_j, y_j) и ограниченная горизонтальными углами обзора камеры видеонаблюдения φ_r относительно оси камеры (такая прямая, которая проходит через (x_k, y_k) и характеризует направление обзора камеры), не будет пересекаться с преградами (пространственные объекты в ГИС, ограничивающие обзор камер видеонаблюдения, могут быть представлены точками, линиями, полигонами).

Предположим, что камера располагается в точке (x_0, y_0) и ось камеры наблюдения проходит через точку (x_1, y_1) , обзор камеры характеризуется углами φ_1 и φ_2 (рис. 1)

Будем учитывать, что с информационной точки зрения камера видеонаблюдения обладает не только пространственными характеристиками, но и характеризуется атрибутивной информацией:

$$K = \{k(K_{\text{простр}}, K_{\text{атр}})\};$$

$K_{\text{простр}}$ – совокупность пространственных данных, характеризующих пространственное размещение камеры;

$$K_{\text{простр}} = K_{\text{простр}}\{(x_k, y_k, f(x_{\text{ось}}))\};$$

x_k, y_k – координаты расположения i -той камеры на плоскости.

$K_{\text{атр}} = \{\varphi_1, \varphi_2, R_{\text{min}}, R_{\text{max}}, \text{Atr}\}$ – атрибутивная информация, включающая:

φ_1, φ_2 – горизонтальные углы обзора камеры i ;

R_{min} – минимальная дальность обзора камеры i ;

R_{max} – максимальная дальность обзора камеры i ;

Atr – атрибутивная информация о параметрах и характеристиках видеокамеры (разрешающая способность, требования по освещенности, питанию и др).

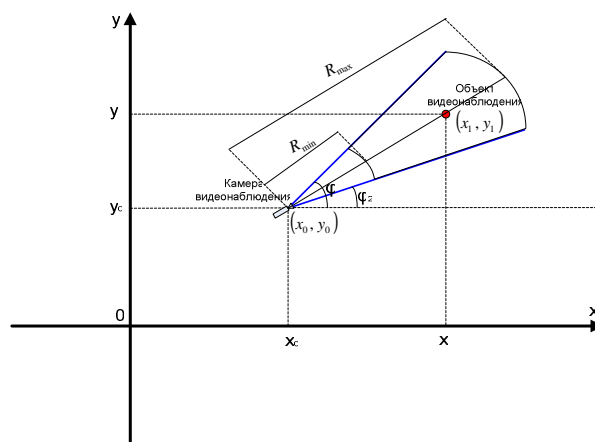


Рис. 1. Геометрическое представление камеры видеонаблюдения и объекта видеонаблюдения

Запишем уравнение вектора наблюдения камеры видеонаблюдения, проходящей через точку (x_0, y_0) (координаты камеры) и точку (x_1, y_1) :

$$y = \frac{y_0 - y_1}{x_0 - x_1} x + y_0 - \frac{y_0 - y_1}{x_0 - x_1} x_0 = y_0 + a(x - x_0),$$

$$\text{где } a = \frac{y_0 - y_1}{x_0 - x_1}.$$

Сформулируем условие того, что объект видеонаблюдения, находящийся в зоне видимости камеры и расположенный в точке с координатами (x_1, y_1) , можно наблюдать камерой видеонаблюдения, расположенной в точке с координатами (x_0, y_0) :

$a \in \{\text{tg } \varphi_1, \text{tg } \varphi_2\}$ – то есть пространственное расположение объекта видеонаблюдения ограничено углами обзора камеры видеонаблюдения, объект «виден» камерой видеонаблюдения.

Для нахождения i -й камеры, находящейся ближе других камер к объекту видеонаблюдения найдем r – расстояние от камеры (x_0, y_0) до объекта видеонаблюдения (x_1, y_1) :

$$r = \sqrt{(x_1 - x_0)^2 + (y_1 - y_0)^2}.$$

Для i -й камеры $r_i \rightarrow \min$ – условие, что i -я камера ближе всех к объекту видеонаблюдения.

Приведенное выше условие видимости объекта видеонаблюдения камерой видеонаблюдения $a \in \{\text{tg } \varphi_1, \text{tg } \varphi_2\}$ верно в случае, если обзор камеры не преграждают препятствия. Рассмотрим условия, при которых препятствия преграждают обзор камеры видеонаблюдения. Препятствия будем рассматривать как точечные, линейные и полигональные пространственные объекты:

1. Препятствие представляет собой точечный объект с координатами (x_i, y_i) .

Тогда (условие, что объект видеонаблюдения входит в обзор камеры видеонаблюдения, но точечный объект с координатами (x_i, y_i) препятствует обзору):

$$\begin{cases} y_i \in \{y_0, y_1\} \\ y = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0}(x - x_0) \\ y = y_i. \end{cases}$$

2. Препятствие представляет собой линейный объект с координатами $\{(x^L, y^L)\}$. Вектор наблюдения объекта с координатами (x_1, y_1) камерой наблюдения с координатами (x_0, y_0) обозначим \bar{V} . Линейный объект $\{(x^L, y^L)\}$ является препятствием, если существует пересечение $\bar{V} \cap \{(x^L, y^L)\}$.

Для частного случая, когда линейный объект может быть представлен в виде отрезка с координатами $(x_{t_1}, y_{t_1}, x_{t_2}, y_{t_2})$ рассмотрим систему уравнений:

$$\begin{cases} y = y_{t_1} + \frac{y_{t_2} - y_{t_1}}{x_{t_2} - x_{t_1}}(x - x_{t_1}) - \text{уравнение} \\ \text{прямой, проходящей через отрезок} \\ \text{с координатами } (x_{t_1}, y_{t_1}, x_{t_2}, y_{t_2}) \\ y = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0}(x - x_0) - \text{уравнение оси} \\ \text{камеры видеонаблюдения.} \end{cases}$$

Решение будет представлять собой точку пересечения уравнения прямой, проходящей через отрезок с координатами $(x_{t_1}, y_{t_1}, x_{t_2}, y_{t_2})$ и уравнения оси камеры видеонаблюдения.

Если полученное решение (x, y) удовлетворяет условиям (1), то объект видеонаблюдения входит в обзор камеры видеонаблюдения, но линейный объект, представленный в виде от-

резка с координатами $(x_{t_1}, y_{t_1}, x_{t_2}, y_{t_2})$ препятствует обзору (рис. 2):

$$\begin{cases} x \in \{x_0, y_1\} \\ y \in \{y_0, y_1\} \\ x \in \{x_{t_1}, x_{t_2}\} \\ y \in \{y_{t_1}, y_{t_2}\}. \end{cases} \quad (1)$$

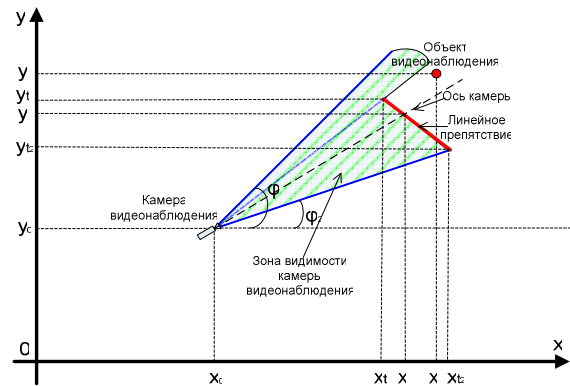


Рис. 2. Геометрическое представление зоны обзора камеры видеонаблюдения, объекта видеонаблюдения, препятствия, представленного линейным объектом

3. Вариант, когда препятствие представляет собой полигональный объект, рассматривается аналогично рассмотрению линейного препятствия. Препятствие, представленное полигональным объектом, рассматривается как совокупность линейных объектов, представляющие грани полигона.

Для случая, когда препятствие может быть представлено в виде полигонального объекта с координатами $\{(x^P, y^P)\}$, вектор наблюдения объекта (x_1, y_1) камерой наблюдения с координатами (x_0, y_0) обозначим \bar{V} .

Тогда полигональный объект $\{(x^P, y^P)\}$ является препятствием, если существует пересечение $\bar{V} \cap \{(x^P, y^P)\}$. Частный случай, когда полигональный объект может быть представлен в виде четырехугольника (например, здание) с координатами $(x_{t_1}, y_{t_1}, x_{t_2}, y_{t_2}, x_{t_3}, y_{t_3}, x_{t_4}, y_{t_4})$ представлен на рис. 3.

$$\begin{cases} y = y_{t_1} + \frac{y_{t_2} - y_{t_1}}{x_{t_2} - x_{t_1}}(x - x_{t_1}) - \text{линейное} \\ \text{уравнение, представляющее прямую,} \\ \text{проходящую через грань четырехугольника} \\ \text{с координатами } (x_{t_1}, y_{t_1}, x_{t_2}, y_{t_2}) \\ y = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0}(x - x_0) - \text{уравнение} \\ \text{оси камеры видеонаблюдения.} \end{cases}$$

Решение будет представлять собой точку пересечения уравнения, представляющего прямую, проходящую через грань четырехугольника с координатами $(x_{t_1}, y_{t_1}, x_{t_2}, y_{t_2})$ и уравнения оси камеры видеонаблюдения (x_{n_1}, y_{n_1}) :

$$\left\{ \begin{array}{l} y = y_{t_2} + \frac{y_{t_2} - y_{t_3}}{x_{t_2} - x_{t_3}}(x - x_{t_2}) - \text{линейное} \\ \text{уравнение, представляющее прямую,} \\ \text{проходящую через грань четырехугольника} \\ \text{с координатами } (x_{t_2}, y_{t_2}, x_{t_3}, y_{t_3}); \\ y = y_0 + \frac{y_0 - y_1}{x_0 - x_1}(x - x_0) - \text{уравнение оси камеры} \\ \text{видеонаблюдения.} \end{array} \right.$$

Решение будет представлять собой точку пересечения уравнения, представляющего прямую, проходящую через грань четырехугольника с координатами $(x_{t_2}, y_{t_2}, x_{t_3}, y_{t_3})$ и уравнения оси камеры видеонаблюдения (x_{n_2}, y_{n_2}) :

$$\left\{ \begin{array}{l} y = y_{t_3} + \frac{y_{t_3} - y_{t_4}}{x_{t_3} - x_{t_4}}(x - x_{t_3}) - \text{линейное} \\ \text{уравнение, представляющее прямую,} \\ \text{проходящую через грань четырехугольника} \\ \text{с координатами } (x_{t_3}, y_{t_3}, x_{t_4}, y_{t_4}); \\ y = y_0 + \frac{y_0 - y_1}{x_0 - x_1}(x - x_0) - \text{уравнение оси} \\ \text{камеры видеонаблюдения.} \end{array} \right.$$

Решение будет представлять собой точку пересечения уравнения, представляющего прямую, проходящую через грань четырехугольника с координатами $(x_{t_3}, y_{t_3}, x_{t_4}, y_{t_4})$ и уравнения оси камеры видеонаблюдения (x_{n_3}, y_{n_3}) :

$$\left\{ \begin{array}{l} y = y_{t_4} + \frac{y_{t_4} - y_{t_1}}{x_{t_4} - x_{t_1}}(x - x_{t_4}) - \text{линейное} \\ \text{уравнение, представляющее прямую,} \\ \text{проходящую через грань четырехугольника} \\ \text{с координатами } (x_{t_4}, y_{t_4}, x_{t_1}, y_{t_1}); \\ y = y_0 + \frac{y_0 - y_1}{x_0 - x_1}(x - x_0) - \text{уравнение оси камеры} \\ \text{видеонаблюдения.} \end{array} \right.$$

Решение будет представлять собой точку пересечения уравнения, представляющего прямую, проходящую через грань четырехугольника с координатами $(x_{t_4}, y_{t_4}, x_{t_1}, y_{t_1})$ и уравнения оси камеры видеонаблюдения (x_{n_4}, y_{n_4}) .

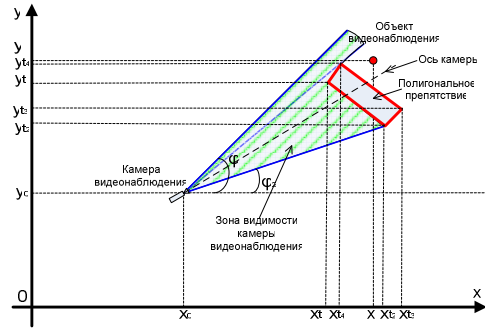


Рис. 3. Геометрическое представление зоны обзора камеры видеонаблюдения, объекта видеонаблюдения, препятствия, представленного полигональным объектом

Если полученные решения (x_{n_1}, y_{n_1}) , (x_{n_2}, y_{n_2}) , (x_{n_3}, y_{n_3}) , (x_{n_4}, y_{n_4}) удовлетворяют условию (2), то объект видеонаблюдения входит в обзор камеры видеонаблюдения, но полигональный объект, представленный в виде четырехугольника с координатами $(x_{t_1}, y_{t_1}, x_{t_2}, y_{t_2}, x_{t_3}, y_{t_3}, x_{t_4}, y_{t_4})$ препятствует обзору:

$$\left\{ \begin{array}{l} x_{n_1} \in \{x_0, x_1\} \\ y_{n_1} \in \{y_0, y_1\} \\ \text{ИЛИ} \\ x_{n_1} \in \{x_{t_1}, x_{t_2}\} \\ y_{n_1} \in \{y_{t_1}, y_{t_2}\} \end{array} \right. \text{ или } \left\{ \begin{array}{l} x_{n_2} \in \{x_0, x_1\} \\ y_{n_2} \in \{y_0, y_1\} \\ \text{ИЛИ} \\ x_{n_2} \in \{x_{t_2}, x_{t_3}\} \\ y_{n_2} \in \{y_{t_2}, y_{t_3}\} \end{array} \right. \quad (2)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} x_{n_3} \in \{x_0, x_1\} \\ y_{n_3} \in \{y_0, y_1\} \\ \text{ИЛИ} \\ x_{n_3} \in \{x_{t_3}, x_{t_4}\} \\ y_{n_3} \in \{y_{t_3}, y_{t_4}\} \end{array} \right. \text{ или } \left\{ \begin{array}{l} x_{n_4} \in \{x_0, x_1\} \\ y_{n_4} \in \{y_0, y_1\} \\ \text{ИЛИ} \\ x_{n_4} \in \{x_{t_4}, x_{t_1}\} \\ y_{n_4} \in \{y_{t_4}, y_{t_1}\} \end{array} \right.$$

На основе рассматриваемой формализации процесса обработки разнородной информации, проведен анализ нескольких вариантов размещения камер видеонаблюдения на территории вузгородка УГАТУ, на которых можно увидеть зоны видимости камер видеонаблюдения в зависимости от их расположения и выбрать оптимальный вариант.

Приведенная на рис. 4 трехмерная модель вузгородка УГАТУ построена на основе базы пространственных данных разрабатываемой нами геоинформационной системы университета, с помощью нее во взаимодействии с различными подразделениями вуза успешно решен ряд задач:

- разработка паспорта безопасности УГАТУ;
- информационная поддержка при проектировании системы пожарной сигнализации;
- создание корпоративного ресурса пространственной информации УГАТУ;

- создание плакатов, схем размещения зданий и сооружений вуза.



Рис. 4. Выбор мест вариантов размещения оборудования видеонаблюдения на примере трехмерной модели Вузгородка УГАТУ

При анализе исследуемой предметной области выявлено, что целесообразно разделить необходимые пространственные данные на три класса пространственных объектов:

- общегеографические данные (учитывают административное деление, расположение объектов общественного транспорта, растительность, расположение проезжей части и пр.);
- специальные данные (данные о расположении, характеристиках видеокамер, режимах их работы, параметры и конфигурация подключения);
- растровые данные (информация, необходимая при построении зон видимости объектов видеонаблюдения, камер видеонаблюдения).

Такая классификация необходима для построения корректной геоинформационной системы вуза в общем, и для расчета зон видимости камер видеонаблюдения как составной части системы безопасности университета, в частности.

Фрагмент информационной модели геоинформационной системы вуза приведен на рис. 5.

На основе разработанного метода комплексной обработки разнородной информации при проектировании и эксплуатации системы видеонаблюдения вуза нами был создан программный модуль расчета зон видимости камер видеонаблюдения (рис. 6) в составе геоинформационной системы вуза, который позволяет решить задачи:

- построения зон видимости как объектов видеонаблюдения, так и камер видеонаблюдения с учетом наличия препятствий, представленных в виде точечных, линейных и полигональных объектов;
- редактирования информации о камерах видеонаблюдения, создание и изменение точечных объектов, отображающих камеры видеонаблюдения;

- определения вхождения объекта в зону видимости камер видеонаблюдения;
- поиска камер видеонаблюдения, ближе всего находящихся к объекту видеонаблюдения;
- получение смоделированного трехмерного изображения местности, которая будет наблюдаться при размещении камер видеонаблюдения в заданные координаты.

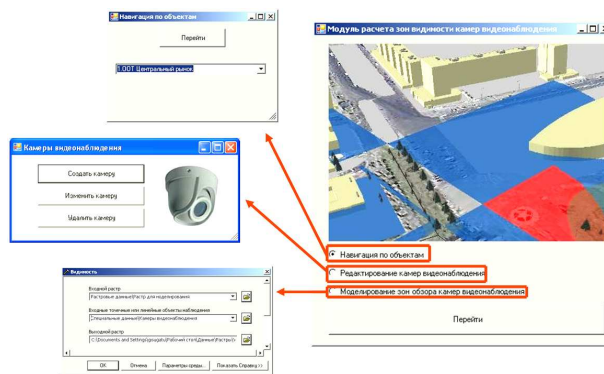


Рис. 6. Пример реализации интерфейса модуля расчета зон видимости камер видеонаблюдения

Применение геоинформационной системы для информационной поддержки управления вузом, позволяет создать на технологической базе ГИС мощную корпоративную информационную систему, интегрирующую в себя целый ряд других информационных систем [9, 10]. К примеру, посредством программной оболочки ГИС можно перейти к программному обеспечению управления техническими средствами системы видеонаблюдения, подключиться к базе пространственной базе данных инженерных сетей, базам данных подразделений вуза.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенная формализация процесса обработки разнородной информации при организации безопасности вуза с использованием систем видеонаблюдения, позволяет вести учет материальных ценностей, решить задачи расчета зон видимости для различных объектов, камер видеонаблюдения.

Реализация предложенного метода, проектирование информационной модели, геоинформационной системы вуза позволит повысить точность и достоверность информации об объектах университета, позволит сократить временные издержки принятия решений при управлении вузом за счет повышения оперативности и качества предоставления пространственной, атрибутивной, мультимедийной информации руководству университета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Гохман В. В.** Общегородские ГИС // ArcReview. «Муниципальные ГИС». 2008. № 3 (46).
2. Информационный портал центрального административного округа г. Москва // Общественная безопасность [Электронный ресурс] (<http://cao.mos.ru/document/2007/10/18/d5755/>)
3. **Гузаиров М. Б.** Технические средства защиты: Учеб. пособие. Уфа: УГАТУ, 2005.
4. Development of automated subsystem of USATU civil engineering services using GIS-technologies / М. В. Guzairov [et al] // Proc. of the 8th Intern. Workshop on Computer Science and Information Technologies (CSIT'2006). 2006. Vol. 1. P. 262–265.
5. Разработка html-клиента системы доступа удаленных пользователей ГИС УГАТУ / М. Б. Гузаиров [и др.] // Межвузовск. науч. сб. «Геоинформационные технологии в проектировании и создании корпоративных информационных систем». Уфа: УГАТУ, 2007. С. 54–60.
6. **Гузаиров М. Б., Павлов С. В., Даминов А. Р.** Информационно-справочная подсистема социально-культурных объектов УГАТУ // Межвузовск. науч. сб. «Геоинформационные технологии в проектировании и создании корпоративных информационных систем». Уфа: УГАТУ, 2008. С. 14–22.
7. Применение ГИС при проектировании систем видеонаблюдения / М. Б. Гузаиров [и др.] // Мат. 3-й всероссийск. Конф. «Геоинформационные технологии в муниципальном управлении». Уфа, 2009.
8. **Даминов А. Р.** Применение ГИС-технологий при управлении городами // Организация территорий: статика, динамика, управление: Мат. V Все-

российск. науч.-практ. конф. Уфа: изд. БГПУ, 2008. С. 81–84

9. **Даминов А. Р.** Применение ГИС в сфере обеспечения общественной безопасности городов и территорий // Актуальные проблемы в науке и технике: Сб. тр. IV всероссийск. зимн. шк.-семинара аспирантов и молодых ученых. Уфа: Диалог, 2009. Т. 1. С. 181–186.

ОБ АВТОРАХ



Гузаиров Мурат Бакеевич, ректор, проф. каф. выч. техн. и заш. инф. Дипл. инж.-электромех. (УАИ, 1973). Д-р техн. наук по упр. в соц. и экон. системах. Иссл. в обл. сист. анализа, упр. в соц. и экон. системах.



Даминов Аскар Ренатович, асп. той же каф. Дипл. инж. по инф. системам и техн. (УГАТУ, 2006). Иссл. в обл. обработки разнородной информации на основе ГИС.