



О.И.Христодуло, В.Е.Гвоздев, Д.В.Блинова, А.А.Набиева

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ СОЧЕТАНИЙ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО И МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ (на примере пожарной безопасности Республики Башкортостан)

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Введение

Анализ текущего и оценка прогнозного состояния территориальной системы является важной частью информационного обеспечения управления состоянием территориальных систем.

Территориальная система (ТС) представляет собой открытую динамическую многокомпонентную систему, ограниченную в пространстве административными границами, обладающую диалектическим единством компонентов (природных, технических, социальных, экономических и т.п.), территориальной разнородностью природной среды, особенностью техногенного воздействия, экономическим потенциалом, политических устройств, уровнем и особенностями жизни населения. Состояние ТС изменяется под влиянием природных процессов, деятельностью людей, проживающих на исследуемой территории, в результате воздействия внешних факторов (таких, например, как поступление загрязняющих веществ из других регионов). В зависимости от целей управления состояние ТС характеризуется разными наборами признаков.

Применение геоинформационного моделирования в разных областях, связанных с разноаспектным анализом территориальных особенностей характеристик состояния ТС создает основу выработки обоснованных управленческих решений [1]. Основу комплексной обработки данных составляет разноаспектный анализ различных тематических слоев, построенных на основе данных получаемых из различных источников [2].

Комплексный анализ дает представление о тенденции изменения показателя состояния, к числу которых относятся характеристики пожарной безопасности на территории республики и отдельных муниципальных образованиях [3].

В настоящей работе рассматриваются подходы к комплексному анализу состояния техногенной безопасности территориальных систем по совокупности разнотипных признаков на основе системного сочетания методов геоинформационного и аппарата статистических индексов [4].

Комплексный анализ состояния ТС на основе статистических индексов

Комплексный анализ состояния ТС на основе статистических индексов обеспечивает информационную поддержку управления состоянием ТС, во-первых, в случае недостаточной изученности механизмов протекающих в ТС, во-вторых, использование статистических индексов позволяет получить ком-



плексную оценку состояния за счет преобразования исходных данных в безразмерную форму.

Рассмотрим в качестве примера комплексного анализа состояния ТС задачу анализа территориальных особенностей пожарной безопасности на территории Республики Башкортостан.

Первым шагом анализа является обеспечение сопоставимости различных характеристик состояния пожарной безопасности, а также построение на их основе радарных диаграмм [5].

Рассмотрим содержание процедуры комплексного анализа техногенной безопасности на основе сочетаний геоинформационного и математического моделирования на примере состояния пожарной безопасности Республики Башкортостан.

Данные официальной отчетности о состоянии пожарной безопасности географических объектов по Республике Башкортостан группируются по трем классам: «город», «район» и «город и район». Для удобства содержательного анализа наименование географических объектов упорядочиваются в алфавитном порядке. Алгоритм построения радарных диаграмм по каждому из классов имеет вид:

шаг 1: Признаки предварительно преобразовываются к сопоставимому виду, например, «число погибших (пострадавших) на один пожар». В массиве географических объектов, отнесенных к одному классу, находятся наибольшее и наименьшее значение анализируемого признака.

$$\begin{aligned} \Pi_{max}^{(k),(j)} &= \max_l \{ \Pi_l^{(k),(j)} \}, \\ \Pi_{min}^{(k),(j)} &= \min_l \{ \Pi_l^{(k),(j)} \}, \end{aligned}$$

где $\Pi_{max}^{(k),(j)}$ – максимальное значение j -го признака, соотнесенного с географическими объектами, принадлежащими k -му классу.

$\Pi_{min}^{(k),(j)}$ – минимальное значение j -го признака, соотнесенного с географическими объектами, принадлежащими k -му классу.

l – идентификатор географического объекта, соотнесенного в k -м классом ($l=1; M_k$).

M_k – число географических объектов, соотнесенных с k -м классом.

Преобразуем значение j -го признака, соотнесенное с l -м объектом в k -ом классе к виду статистического индекса по правилу:

$$I_l^{(k),(j)} = \frac{\Pi_l^{(k),(j)} - \Pi_{min}^{(k),(j)}}{\Pi_{max}^{(k),(j)} - \Pi_{min}^{(k),(j)}}$$

На основе статистического индекса $I_l^{(k),(j)} \in [0, 1]$ формируем балльную оценку:

$$R_l^{(k),(j)} = I_l^{(k),(j)} \times 10,$$

где $R_l^{(k),(j)} \in [0; 10]$.

В качестве примера приведем радарную диаграмму, соответствующую



совокупности показателей пожарной безопасности для географических объектов, относящихся к классу «город» (Рисунок 1).

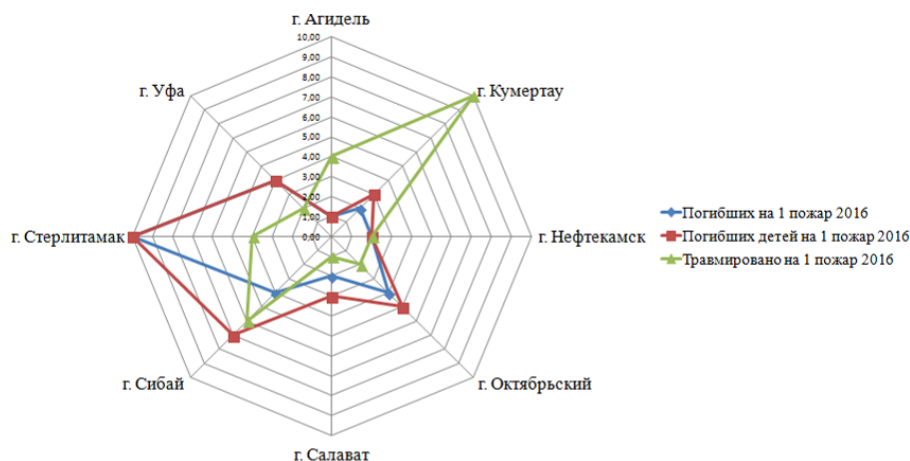


Рисунок 1 – Радарная диаграмма для группы «город»

Используя полученные диаграммы можно построить картографические модели [6]. Пример модели для географических объектов, относящихся к классу «город» по данным 2016 года, представлены на рисунке 2.

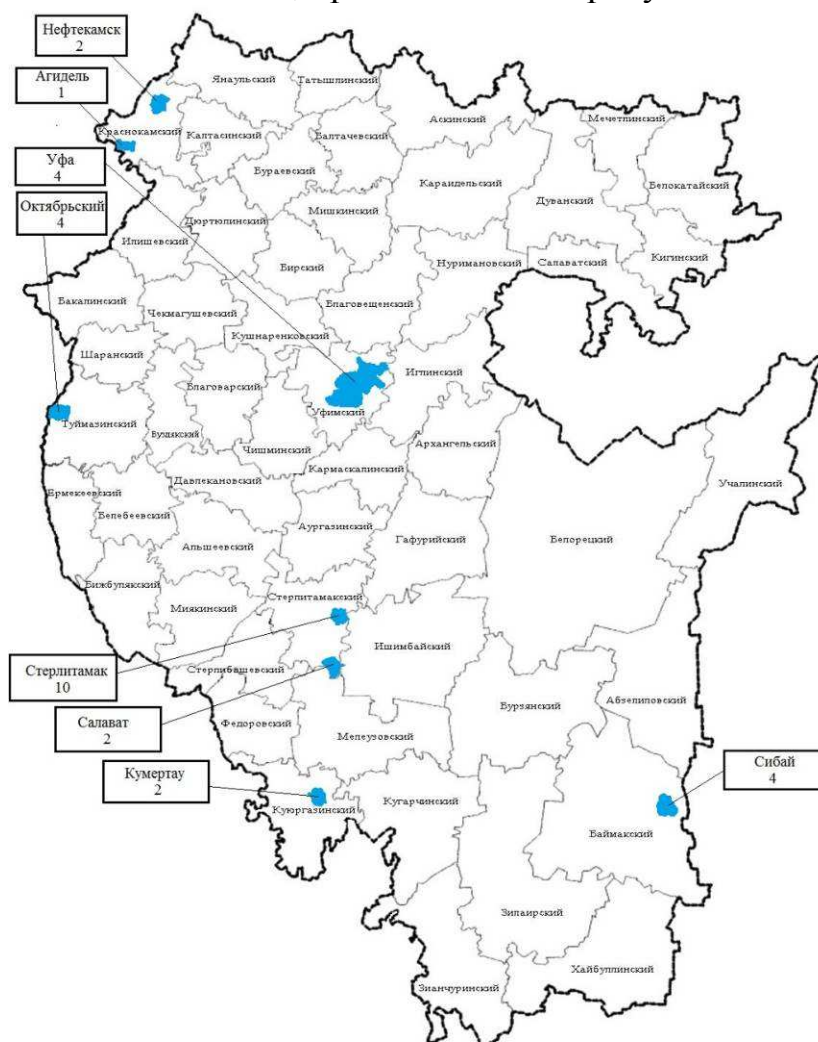


Рисунок 2 – Территориальные особенности состояния пожарной безопасности на территории Республики Башкортостан (число погибших на 1 пожар)



Заключение

Использование системного сочетания аппарата статистических индексов создает основу для комплексного разноаспектного анализа ТС по совокупности разнотипных признаков. Использование технологий геоинформационного моделирования позволяет изучить пространственные характеристики ТС. Системное сочетание аппарата статистических индексов и технологий геоинформационного моделирования основа для информационной поддержки управления техногенной безопасностью на уровне субъектов Российской Федерации.

Благодарности. Работа поддержана грантом 15-08-01758 «Методологические и методические основы анализа техногенной безопасности в условиях неопределенности состояния объектов управления».

Литература

1. Khristodulo O., Gvozdev V., Blinova D. Information Support of Technogenic Safety Management on the Basis of Mathematical Modeling and GIS Technologies //2nd International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM), Челябинск, 2016. pp. 1-4.
2. Семенов (Блинова), Д.В. Комплексный анализ состояния территориальных систем на основе статистических индексов [Текст] / Д.В. Семенов (Блинова) // Актуальные проблемы в науке и технике: Сб. тр. 4-й всерос. зимн. шк.-сем. асп. и мол. Ученых. – Уфа, 2009. – С. 458-468
3. Статистическое исследование территориальных систем [Текст]: монография / В.Е. Гвоздев, М.Б. Гузаиров, Б. Г. Ильясов, А.Е. Колоденкова. - Москва: Машиностроение, 2008. – 187 с.
4. Палий И.А Прикладная статистика [Текст]: учебное пособие / Омск: Издательство СибАДИ, 2003. – 79с.
5. Андерсон Бьерн Анализ основной причины. Упрощенные инструменты и методы [Текст] / Андерсон Бьерн, Том Фагерхоуд. - Милуоки, Висконсин: ASQ Quality Press, 1999. – 156 с.
6. Khristodulo O., Davletbakova Z., Gvozdev V. Spatial Information Processing for Decision-making Support of Siting Sources of Technogenic Hazards Using Computer Technologies //2nd International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM), Челябинск, 2016. pp. 1-5.