УДК 004.94

DOI: 10.15827/0236-235X.133.209-214

Дата подачи статьи: 22.07.20

2021. Т. 34. № 1. С. 209–214

Система геовизуализации показателей территорий для поддержки решений в ситуационных центрах социально-экономического анализа

А.В. Медведев¹, д.ф.-м.н., профессор, alexm_62@mail.ru

Е.Ю. Рашн¹, магистр, alexm_62@mail.ru

И.А. Шушарин¹, магистр, igor_shusharin@mail.ru

¹ Кемеровский институт (филиал) Российского экономического университета
им. Г.В. Плеханова, г. Кемерово, 650992, Россия

Одной из ключевых составляющих поддержки принятия управленческих решений в сфере анализа, планирования и прогнозирования территориального социально-экономического развития является предоставление экспертам в режиме оперативного взаимодействия возможности геовизуализации территориальных характеристик социально-экономических объектов.

В статье описана разработанная авторами в виде desktop-приложения геовизуальная система отображения социально-экономической информации, позволяющая осуществлять эффективную поддержку принятия решений при анализе социально-экономического развития территорий. Охарактеризованы аналитические возможности указанной системы, представлены ее интерфейс и меню. Приведены скриншоты работы геовизуальной системы при ее использовании в рамках действующего информационно-аналитического центра учреждения высшего образования, иллюстрирующие некоторые из описанных возможностей.

Аналитическая обработка координат и характеристик объектов в предложенной геовизуальной системе, в частности, заключается в их автоматизированном ранжировании, кластеризации, представлении объектов в различных цветовых диапазонах, в построении столбчатых диаграмм и графиков во времени в зависимости от значений актуальных социально-экономических характеристик объектов, хранимых в удобном для пользователя формате. Информация об объектах и их характеристиках автоматически считывается из Excel-файла, каждый лист которого соответствует моменту времени ее фиксации (наблюдения, записи) в выбранных пользователем временных единицах. Формой хранения информации в системе является куб с осями «список объектов», «список социально-экономических характеристик объектов», «моменты фиксации данных», что позволяет использовать возможности OLAP-анализа при сортировке, ранжировании, фильтрации имеющейся информации об объектах.

Перечисленные возможности геовизуальной системы могут эффективно использоваться в условиях оперативной поддержки принятия решений в ситуационных центрах и ситуационных комнатах при социально-экономическом анализе функционирования предприятий и территорий.

Ключевые слова: геовизуализация, социально-экономический анализ территорий, автоматизированная поддержка принятия решений, цифровой двойник.

Эффективное управление экономической, политической, социальной, военной и другими сферами человеческой деятельности, а также современное развитие информационных технологий делают актуальными разработку и совершенствование организационных механизмов принятия соответствующих управленческих решений. К таким механизмам сегодня относятся ситуационные центры и ситуационные комнаты [1–4], позволяющие ускорить принятие решений благодаря возможностям очного (семинар) или заочного (вебинар) взаимодействия экспертов в реальном времени. В статье описывается разработанная авторами

в виде desktop-приложения *автоматизированная информационная система* (АИС) геовизуализации социально-экономических показателей, ориентированная на анализ состояния и развития территорий в ее социально-экономических аспектах.

Описание разработанной системы

Геовизуальная система (ГВС) – это АИС визуализации на картах различных социально-экономических показателей рассматриваемых объектов (территорий, зданий, сооружений, дорог, улиц, составляющих имущественных ком-

плексов и пр.), позволяющая заносить абсолютные географические координаты границ и отдельных точек объектов, а также обрабатывать социально-экономические и другие характеристики объектов, описывающие их расположение, состояние, изменение во времени и/или пространстве. Аналитическая обработка координат и характеристик объектов, в частности, заключается в их автоматизированном ранжировании, кластеризации, представлении в различных цветовых диапазонах, в построении гистограмм и графиков во времени в зависимости от значений актуальных социально-экономических характеристик объектов, хранимых в Excel-формате. Информация об объектах и их характеристиках автоматически считывается из Excel-файла, каждый лист которого соответствует моменту времени ее фиксации (наблюдения, записи) в выбранных пользователем временных единицах. Формой хранения информации в системе является куб с осями «список объектов», «список социально-экономических характеристик объектов», «моменты фиксации данных», что позволяет использовать возможности OLAP-анализа при сортировке, ранжировании, фильтрации имеющейся в БД информации об объектах.

Перечисленные возможности ГВС могут эффективно использоваться в условиях оперативной поддержки принятия экспертных решений в ситуационных центрах и ситуационных комнатах при социально-экономическом анализе функционирования предприятий и территорий [5–8].

Возможности системы:

- 1) работа с БД формата Json, GeoJson;
- 2) создание новых БД с объектами и заполнение их с использованием отраженной на картах информации;
- 3) модифицирование информации Excel-файлов о характеристиках объектов;
- 4) редактирование (изменение, вставка, удаление) объектов из базы;
- 5) подсчет количества объектов в заданных пользователем диапазонах числовых и нечисловых значений с отражением его в легенде, а также отображение характеристик объектов (полные или выделенные пользователем) при наведении и нажатии курсора на них;
- 6) представление объектов в зависимости от диапазонов принимаемых числовых и качественных значений в задаваемой пользователем цветовой палитре;
- 7) построение столбчатых диаграмм значений и графиков во времени;

8) фильтрация и отображение отфильтрованных объектов по заданным условиям, в том числе при сложных запросах;

9) использование полупрозрачного вида карт;

10) выделение отдельных объектов и отражение соответствующих данных на общей карте;

11) изменение стиля отображаемых карт: стандартный стиль, вид со спутника, Dark, Roadie, Retro, Navigation;

12) работа с картой в режиме «просмотр улицы».

Меню ГВС включает следующие вкладки: «Файл» – для обращения к БД в форматах Json, GeoJson и Excel; «Правка» – для выделения, отображения и скрытия объектов; «Палитра» – для закрашивания объектов в зависимости от выбранного пользователем диапазона характеризующих их значений; «Геокодинг» – для поиска, отображения и добавления объектов в базу; «Режим рисования» – для ручной отрисовки объектов и добавления их в базу; «Настройки» – для решения различных задач работы с картами и визуализации объектов на них; «Оптимизация отрисовки» – для оптимизации загрузки объектов на карту при уменьшенном масштабе; «Полная информация» – для отображения на карте подробных сведений о выбранном объекте (если данная функция отключена, отображается только активный показатель, выбранный в панели таблицы); «Показать легенду» – для отображения внизу панели легенды, содержащей также результаты подсчетов количества объектов, попадающих в заданные пользователем диапазоны значений рассматриваемых показателей объектов; «Транспортный трафик» – показывает загруженность транспортного потока; «Прозрачный цвет» – делает полупрозрачными объекты на карте, чтобы видеть информацию, расположенную на разных слоях карты; «Фильтр» – предоставляет возможности фильтрации объектов по легенде слоев (при включении данная функция работает с объектами различных категорий как выборка-пересечение); «Стандартный стиль» – отражает различные виды карт: вид со спутника, Dark, Roadie, Retro, Navigation; «Справка» – справка об авторах и другая информация о программе.

ГВС содержит несколько функциональных модулей. Модуль работы с БД (меню «Файл») отвечает за подключения БД форматов Json и Excel, за преобразование форматов GeoJson и Excel с объектами в формат Json, а также за сохранение БД. Модуль работы с картой (меню

«Правка») предназначен для отрисовки, отображения/скрытия полигонов и для взаимодействия с Google-картами. Модуль «Палитра» работы с диапазонами значений (меню «Диапазон») отвечает за отображение цветовой гаммы полигонов в задаваемых пользователем диапазонах значений показателей. Модуль «Геокодинг» (меню «Геокодинг») осуществляет поиск объектов на карте, их отображение и добавление в БД. Модуль «Режим рисования» (меню «Режим рисования») предназначен для отрисовки или выделения объекта на карте и его добавления в БД. Модуль работы с таблицами отвечает за работу с табличной частью десктоп-приложения; модуль фильтрации объектов (меню «Легенда слоев») – за фильтрацию объектов на карте по заданным условиям; модуль работы с графиками – за построение графиков и диаграмм; модуль формирования отчетов – за формирование скриншотов графиков, диаграмм и карт. Модуль настройки карты (меню «Настройка») отвечает за следующие настройки карты: оптимизация отрисовки объектов по количеству точек и таблиц по параметру отражения подробности информации, отображение легенды с автоматическим подсчетом количества объектов в запросе и транс-

портного трафика (встроенная возможность GoogleMaps), настройка прозрачности полигона, смена стилей карты.

Структурная схема взаимодействия модулей ГВС показана на рисунке 1.

Пример использования системы

На рисунке 2 представлен интерфейс ГВС, содержащий, в частности, панель таблиц, карту, панели легенд (слоев и количества объектов, полученных при фильтрации по сложным запросам). Рассмотрим некоторые возможности ГВС на примере исследования уровня безработицы в странах мира в 2018 году по статистическим данным ООН [9].

На рисунке (см. <http://www.swsys.ru/uploaded/image/2021-1/2021-1-dop/8.jpg>) отображены таблица соответствующих данных [9] значений уровня безработицы, заданная пользователем цветовая палитра и количество соответствующих ей объектов, возможности автоматизированной фильтрации объектов. При наведении курсора на объект (страну) отображается отмеченный в таблице активный показатель либо вся информация об объекте, содержащаяся в Excel-файле.

Рис. 1. Схема взаимодействия модулей ГВС

Fig. 1. GVS modules interaction diagram

Аналитически обработанная информация по уровню безработицы в странах Балканского полуострова за 2005 год представлена на рисунке (см. <http://www.swsys.ru/uploaded/image/2021-1/2021-1-dop/3.jpg>). Выделенные на карте объекты автоматически отображаются в таблице. С помощью контекстного меню таблицы строится гистограмма, которая автоматически обновляется при выборе информации конкретного года. Полученная информация может быть сохранена пользователем в табличном и графическом форматах.

Для примера графики уровня безработицы в странах Балканского полуострова за период с 2005 по 2018 гг. отображены на рисунке (см. <http://www.swsys.ru/uploaded/image/2021-1/2021-1-dop/4.jpg>) [9]. В ГВС имеется возможность строить графики для любых выделенных объектов. При наведении на узлы (точки) графиков автоматически отображаются год, имя объекта и значение показателя.

Закключение

С использованием представленного инструментария аналитик имеет возможность оперативно увидеть общую картину, характери-

зующую выбранные объекты по выбранным показателям, оценить тенденции изменений изучаемого показателя во времени и использовать любую из перечисленных возможностей данного desktop-приложения. Описанная ГВС разработана и апробирована в ситуационном центре регионального социально-экономического развития Кемеровского института Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова. Проведена оценка экономической эффективности бизнес-проектов мезоуровня (отраслевых, территориальных, экологических), инвестиционно-производственных

проектов реструктуризации предприятий среднего бизнеса, бизнес-проектов микроуровня.

Отметим, что решаемые в проектах задачи могут быть перенесены на различные уровни масштабирования карт – от отдельных точечных объектов, зданий, дорог, земельных участков до крупных территориальных образований. Описанные возможности ГВС эффективно используются при организации экспертно-аналитической работы в условиях необходимости принимать оперативные управленческие решения различного характера (инвестиционного, производственного, маркетингового, логистического и пр.) и могут быть положены в основу такого понятия, как социально-экономический цифровой двойник территории [10], разработка которого позволит решить важную задачу экономии затрат при планировании и прогнозировании развития территорий с учетом как имеющихся, так и перспективных задач управления, путем замены реального объекта (социально-экономической территории) его цифровым двойником, без рисков нарушения функционирования территории при проведении реальных социально-экономических экспериментов на ней.

Литература

1. Райков А.Н. Ситуационная комната для поддержки корпоративных решений // Открытые системы. СУБД. 1999. № 7-8. С. 56–66.
2. Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Сушко Е.Д. Инструменты оценки управленческих решений в системе распределенных ситуационных центров // Инновационные технологии управления социально-экономическим развитием регионов России: матер. X Всерос. науч.-практич. конф. с междунар. уч. 2018. С. 50–58.
3. Бульонков М.А., Воронов Ю.П., Ершов С.Ю., Капкайкина О.А., Малов В.Ю., Мелентьев Б.В., Микоян А.П. и др. Ситуационная комната как элемент организации экспертного сообщества: задачи планирования и прогнозирования. Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2018. 260 с.
4. Медведев А.В. Ситуационные центры социально-экономического развития как инструмент оперативного анализа и поддержки принятия управленческих решений // Социогуманитарный вестник. 2018. № 1. С. 93–98.
5. Хасаев Г.Р., Цыбатов В.А. Технология прогнозирования регионального развития: опыт разработки и использования // Проблемы прогнозирования. 2002. № 3. С. 64–82.
6. Гурман В.И., Матвеев Г.А., Трушкова Е.А. Социо-эколого-экономическая модель региона в параллельных вычислениях // Управление большими системами: сб. тр. 2011. № 32. С. 109–130.
7. Павлов Ю.В., Королева Е.Н. Пространственные взаимодействия: оценка на основе глобального и локального индексов Морана // Пространственная экономика. 2014. № 3. С. 95–110.
8. Суспицын С.А. Методы и модели координации долгосрочных решений в системе «национальная экономика–регионы». Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2017. 296 с.
9. UNdata. URL: <http://data.un.org/> (дата обращения: 15.07.2020).
10. Медведев А.В. Цифровые двойники территорий для поддержки принятия решений в сфере регионального социально-экономического развития // Современные наукоемкие технологии. 2020. Т. 1. № 6. С. 61–66. DOI: 10.17513/snt.38072.

Software & Systems
DOI: 10.15827/0236-235X.133.209-214

Received 22.07.20
2021, vol. 34, no. 1, pp. 209–214

Geovisualization system of territorial indicators for decision support in situational centers of socio-economic analysis

A.V. Medvedev¹, *Ph.D. (Physics and Mathematics), Professor, alexm_62@mail.ru*
E.Yu. Rapp¹, *Master of Science, alexm_62@mail.ru*
I.A. Shusharin¹, *Master of Science, igor_shusharin@mail.ru*

¹ *Kemerovo Institute (branch) of Plekhanov Russian University of Economics, Kemerovo, 650992, Russian Federation*

Abstract. One of the critical components of supporting management decision-making in the analysis area, planning and forecasting of territorial social, and economic development is to provide experts the possibility of geovisualization of territorial characteristics of social and economic objects in the operational interaction mode.

The paper describes a geovisual system for displaying socio-economic information developed by the authors in the desktop application form, which allows for effective decision-making support in analyzing the socio-economic development of territories. The paper specifies the analytical potential of this system, presents its interface and menu. The authors provide screenshots of the geovisual system operation when it is used in accordance with the current information and analytical center of a higher education institution, illustrating some described possibilities.

Analytical processing of coordinates and object characteristic in the proposed geovisual system, in particular, consists in their automated ranking, clustering, representation of objects in different color ranges, in the construction of bar charts and graphs over time, depending on the values of the actual socio-economic characteristics of objects stored in a user-friendly format. Object information and its characteristics are automatically read from an Excel file, each sheet of which corresponds to the time of its fixation (observation, recording) in

time units selected by the user. The form of information store in the system is a cube with the axes "list of objects", "list of socio-economic characteristics of objects", "moments of data fixation", which allows using the capabilities of OLAP analysis when sorting, ranking, filtering available information about objects.

The listed capabilities of the geovisual system are effective when used in the first line support conditions for decision making in situational centers and situational rooms in the socio-economic analysis of the functioning of enterprises and territories.

Keywords: geovisualization, socio-economic analysis of territories, automated decision support, digital twin.

References

1. Raykov A.N. Situation room to support enterprise solutions. *Open Systems. DBMS*, 1999, no. 7-8, pp. 56–66 (in Russ.).
2. Makarov V.L., Bakhtizin A.R., Sushko E.D. Tools for estimating government decisions in a system of distributed situation centers. *Proc. X All-Rus. Sci. Conf.: Innovative Technol. for Managing the Socio-Economic Development of Rus. Regions*, 2018, pp. 50–58 (in Russ.).
3. Bulonkov M.A., Voronov Yu.P., Ershov Yu.S., Kapkaykina O.A., Malov V.Yu., Melentev B.V., Miko-yan A.P. *Situation Room as an Element of Expert Community Organization: Planning and Forecasting Tasks*. Novosibirsk, 2018, 260 p. (in Russ.).
4. Medvedev A.V. Situational centers of socio-economic development as a tool for operational analysis and support for making management decisions. *Sociogumanitarnyj Vestn.*, 2018, no. 1, pp. 93–98 (in Russ.).
5. Khasaev G.R., Tsybatov V.A. Technology forecasting of regional development: experience in develop-ment and use. *Studies on Russian Economic Development*, 2002, no. 3, pp. 64–82 (in Russ.).
6. Gurman V.I., Matveev G.A., Trushkova E.A. Socio-ecological-economic region model in parallel com-puting. *Large-Scale Systems Control*, 2011, no. 32, pp. 109–130 (in Russ.).
7. Pavlov Yu.V., Koroleva E.N. Spatial interactions: evaluation with the help of global and local Moran's index. *Spatial Economics*, 2014, no. 3, pp. 95–110 (in Russ.).
8. Suspitsyn S.A. *Methods and Models of Coordination of Long-Term Decisions in the System "National Economy–Regions"*. Novosibirsk, 2017, 296 p. (in Russ.).
9. UNdata. Available at: <http://data.un.org/> (accessed July 15, 2020).
10. Medvedev A.V. Digital twins of territories to support decision-making in the field of regional socio-economic development. *Modern High Technologies*, 2020, vol. 1, no. 6, pp. 61–66 (in Russ.). DOI: 10.17513/snt.38072.

Для цитирования

Медведев А.В., Рапп Е.Ю., Шушарин И.А. Система геовизуализации показателей территорий для поддержки решений в ситуационных центрах социально-экономического анализа // Программные продукты и системы. 2021. Т. 34. № 1. С. 209–214. DOI: 10.15827/0236-235X.133.209-214.

For citation

Medvedev A.V., Rapp E.Yu., Shusharin I.A. Geovisualization system of territorial indicators for deci-sion support in situational centers of socio-economic analysis. *Software & Systems*, 2021, vol. 34, no. 1, pp. 209–214 (in Russ.). DOI: 10.15827/0236-235X.133.209-214.