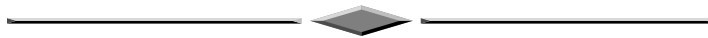


КАРТОГРАФИЯ И ГЕОИНФОРМАТИКА



УДК 528.9

DOI: 10.33764/2411-1759-2020-25-2-140-150

ГЕОКОГНИТИВНЫЕ КАРТЫ И ТЕХНОЛОГИИ – НОВЫЙ ЭТАП В КАРТОГРАФИИ

Евгений Сергеевич Антонов

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, ул. Плахотного, 10, 630108, Новосибирск, Россия, аспирант кафедры картографии и геоинформатики, e-mail: nvvku2007@mail.ru

В статье рассмотрены возможности применения геокогнитивного подхода в картографии и связанные с этим изменения роли и функций карт в новых условиях. Карта рассматривается как образно-знаковая геоинформационная модель действительности для быстрого и адекватного восприятия информации. Современное общество предъявляет ко всем технологиям и технологическим продуктам, в том числе и картам, новые требования. Чтобы принять правильное решение, пользователь должен получать только достоверную информацию из огромного массива данных. В современном мире идет стремительное развитие новых технологий, в том числе информационных. Такие технологии позволяют находить новые формы представления геопространственной информации. Необходимы новые продукты и технологии, которые будут ориентированы на различных пользователей, адаптированы к когнитивным особенностям восприятия человеком информации и будут способствовать быстрому и верному принятию решений.

Сделан вывод о том, что нужны новые карты, содержание которых дополнено геопространственными знаниями, а также способствует формированию новых знаний. Карта, основанная на знаниях, дает возможность не только анализировать, структурировать и представлять в удобной форме любую актуальную информацию, но и преобразовывать, совершенствовать и применять на практике полученный интеллектуальный продукт. Такими картами являются геокогнитивные карты.

Ключевые слова: карты пространственных знаний, знания, образное мышление, гео-визуализация, геоданные, ГИС, картография, когнитивное геоизображение, геопространственные знания.

Введение

В классических учебниках картография трактовалась как наука о пространственном расположении и взаимосвязи объектов и явлений, а также о создании и использовании карт.

В современной литературе науку картографию рассматривают как науку о взаимном размещении предметов и явлений природного или социально-

экономического характера, а также их моделировании и изображении графическими средствами.

Карта является средством познания мира, передачи информации, а также особым языковым средством. Это означает, что карта имеет разносторонние и свойства, и функции. О карте можно говорить как об инструменте образного представления информации (визуализации). Появление и развитие новых технологий позволило современной картографии расширить ее понятие (геоизображение, геоинформационные системы) [1].

В эпоху информатизации появились новые требования ко многим наукам, в том числе и к картографии. Изменились пользователи картографической информации, появились новые задачи в обществе, развитие техники и технологий раскрыло новые технические возможности автоматизированного создания карт [2–4].

В результате, в картографии произошли изменения, касающиеся карт, а именно изменились их свойства, функции, роль и место в жизни общества:

- в картографию вошли современные методы, такие как цифровой, геоинформационный, мультимедийный, анимационный, трехмерный, навигационный, метод мобильной картографии, виртуальная и дополненная реальность [5];

- изменилась функция карты в процессах исследования и познания пространства, ранее карта считалась источником информации, а теперь карта служит неким интерфейсом для постановки задачи и оценки результатов исследования; источником информации теперь служит пространственная геоинформационная модель, а само исследование непосредственно осуществляется в среде геоинформатики [5];

- меняется классический картографический метод исследования в направлении осуществления познания посредством использования накопленных картографических знаний, реализованных в виде алгоритмов и программ в составе геоинформационных и экспертных систем (систем искусственного интеллекта) [5, 6].

Результаты исследования и их обсуждение

В настоящее время развитие новых информационных технологий, в том числе геоинформационных технологий, позволяет по-новому представлять геопространственную информацию. Но технологии не могут полностью заменить человеческий мозг, поэтому необходимо найти такие решения, которые представляли бы не только информацию, но и знания [7].

Геоинформационные технологии позволяют представлять одну и ту же информацию по-разному, и в данном случае восприятие той или иной информации зависит от способности пользователя воспринимать геовизуальную информацию.

Результатом визуализации можно считать зрительно воспринимаемую конструкцию, передающую сущность объекта познания [7]. К числу объектов

визуализации информации относятся: визуализация знаний и визуализация данных [7]. Под визуализацией знаний можно понимать набор графических элементов и связей между ними. Такой набор графических элементов используется для передачи знаний от эксперта к пользователю [7]. Под визуализацией данных принято понимать представление данных в виде, который обеспечивает наиболее эффективную работу человека по их изучению.

Мыслить образно человеку помогают различные формы представлений знаний в каком-либо компактном виде.

Представление геоданных в визуальной форме имеет ряд проблем – с одной стороны, огромное количество информации, а с другой – человек, который нуждается в ней, с целью получения знания для принятия решения. Именно здесь необходимо правильное представление информации, которая окажет то или иное влияние на пользователя.

Изображения геопространственных данных в визуальной форме: на карте, картосхеме и т. д. – это и есть геовизуализация, т. е. правильное представление информации. Информация на карте не должна перегружать пользователя графическими элементами, которые не актуальны для решаемого класса задач. Для представления синтезированного геоизображения с целью снижения перегрузки пользователя необходимо проводить формализацию полученных результатов [8–10].

Существует много определений визуализации геоданных, или геовизуализации. В данном исследовании под геовизуализацией мы предлагаем понимать возможность отображения большого объема пространственно-временных и других данных в виде единого компактного геоизображения. Важно, чтобы это изображение было понятно конечному пользователю, удовлетворяло его информационную потребность и не требовало больших усилий для восприятия геовизуальной информации.

Использование результатов исследований в когнитивной науке может значительно улучшить визуальное отображение больших объемов пространственных данных, например, в ГИС. При построении геоизображения в ГИС необходимо учитывать когнитивные особенности восприятия визуальной информации пользователем и свойства отображения пространственных данных. Поэтому требуется создать адаптивные средства когнитивной геовизуализации больших объемов пространственной информации [11].

Существует метод оценки качества когнитивной геовизуализации [11]. В основу данного метода положены расчет и оценка двух формальных критериев:

- 1) критерий информативности геоизображения;
- 2) критерий когнитивной загрузки геовизуализации.

Для оценки качества геоинформации, формируемой при создании геоизображения, возможно применить следующие показатели [11]:

- а) применимость геоинформации для принятия решений:

– воспринимаемость – данный показатель способствует пользователю воспринимать геоинформацию и понимать объективную реальность;

– семантическая содержательность – показатель, способствующий геоинформации передавать определенные смысловые значения о параметрах и связях в окружающем пространстве;

– целевая определенность – показатель, который обеспечивает применимость геоинформации для достижения конкретных целей, которые пользователю понятны и приемлемы для него;

– ситуационная определенность – показатель, который определяет применимость геоинформации в известных ситуациях, которые пользователю понятны и им анализируемы;

– надежность – показатель, который отражает корректность геоинформации при условии неопределенности в исходных данных (в определенных пользователем границах) ее параметров.

б) достаточность геоинформации для принятия решений:

– полнота – показатель, дающий информацию о соответствии объема геоинформации, требуемого для принятия решений или для решения отдельных задач;

– достоверность – показатель, обеспечивающий способность геоинформации корректно и адекватно отражать объективную реальность;

– актуальность – показатель, отражающий соответствие геоинформации на текущий момент времени;

– точность – показатель, обеспечивающий соответствие метрической точности реальному состоянию объекта или процесса;

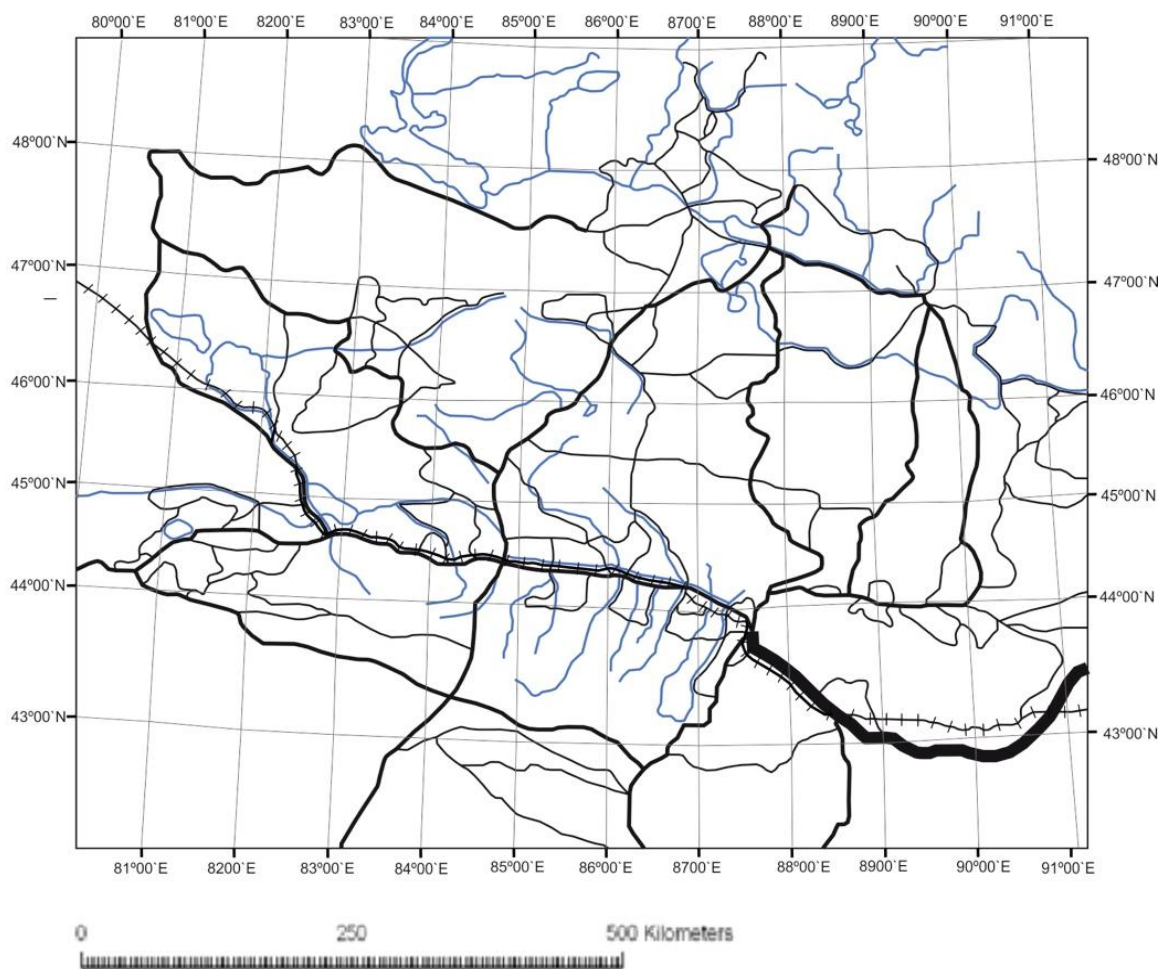
– согласованность – показатель способности геоинформации по заданным критериям соответствовать и не противоречить другой, не нарушая целостной картины мира [11].

Критерий когнитивной загрузки изображения позволяет оценить качество геовизуализации с учетом особенностей пользовательского представления. Анализ данного показателя дает возможность понять, как с точки зрения пользователя удачно была создана геовизуализация.

Для того чтобы геоизображение имело практическую ценность, оно должно отображать не просто объекты какой-либо предметной области, а конкретную ситуацию. Для обеспечения адаптации геоизображений к когнитивным особенностям пользователей необходимо использовать методики и алгоритмы формального представления знаний об особенностях восприятия визуальной информации различными пользователями [12–18].

Существующие карты составлены на основе геопространственной информации и ориентированы на понятийное мышление, а как показывает ряд исследований, при подготовке управленческих решений требуется образное мышление.

В экстремальных условиях и при ограничении времени на принятие решений более эффективно образное мышление, основанное на знаниях, но на традиционных картах геопространственные знания практически не отображаются (рис. 1).



Условные обозначения




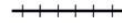


-  Автомагистрали, категория IA, 4 полосы
-  Скоростные дороги, категория IB, 4 полосы
-  Дороги обычного типа, категория IV, 2 полосы
-  Железные дороги
-  Реки
-  Озера

Рис. 1. Карта транспортной сети

Для решения задач в области геоинформатики, наук о Земле, искусственного интеллекта целесообразней использовать геопространственные знания. Также геопространственные знания применяются при создании и организации

инфраструктур пространственных данных [12]. Поэтому возникла потребность в создании нового вида карт, содержание которых дополнено геопространственными знаниями, соответствующими предметной области подготовки пространственных управленческих решений. При этом необходимы специальные преобразования геопространственных знаний, позволяющие представлять их в геовизуальной форме, удобной для анализа. Такие карты было бы полезно использовать практически во всех отраслях знаний и сферах деятельности человека.

Содержание таких карт формируется на основе базы знаний. База знаний – важный компонент интеллектуальной системы. Наиболее известный класс таких систем – экспертные системы. Содержание информации в такой базе должно иметь глубинную и явную структуру, включать максимально конкретное описание объектов с помощью числовых, строковых, логических или каких-либо других значений, структура представляется в виде семантической сети, применение которой для получения искомой оценки предусматривает логические операции, позволяющие выделять свойства изучаемого объекта [13–18].

В основе систем баз знаний лежат принципы работы человеческого интеллекта, следовательно, когнитивного мышления [19–22].

Карта, основанная на знаниях, дает возможность не только анализировать, структурировать и представлять в удобной форме любую актуальную информацию, но и преобразовывать, совершенствовать и применять на практике полученный интеллектуальный продукт. Такими картами являются геокогнитивные карты, которые являются не только визуальной формой представления знаний, но и аналитической, логичной репрезентацией информации, направленной на производство нового знания.

Приведем пример геокогнитивной карты «Транспортная сеть и внедорожная проходимость района» (рис. 2).

Использование различных условных знаков, а также цветовое оформление свойств местности позволило показать на карте связанность различных категорий отображаемых дорог и связь их со свойствами местности. Обобщение изображения дорог производится для выделения их значимости. Данный процесс основан на знаниях из определенной области: из сельского хозяйства, транспорта, военного дела, экологии, чрезвычайных ситуаций и др. Поэтому важность одной и той же дороги может быть разной. Выделение важных дорог достигается путем увеличения размеров условных знаков, исключения мелких деталей, расположенных вблизи дорог. Все фрагменты дорожной сети, связанные на местности, образуют сеть на карте.

На представленной карте к понятию сущности для примера можно отнести местность (район), экземпляром будет являться район «С», участки № 1, 2, 3, а также дороги, автомагистрали, скоростные дороги, дороги обычного типа.

К характеристикам местности, отражающим знания о проходимости для разных видов транспорта, можно отнести следующие: проходимый участок местности, труднопроходимый и непроходимый.

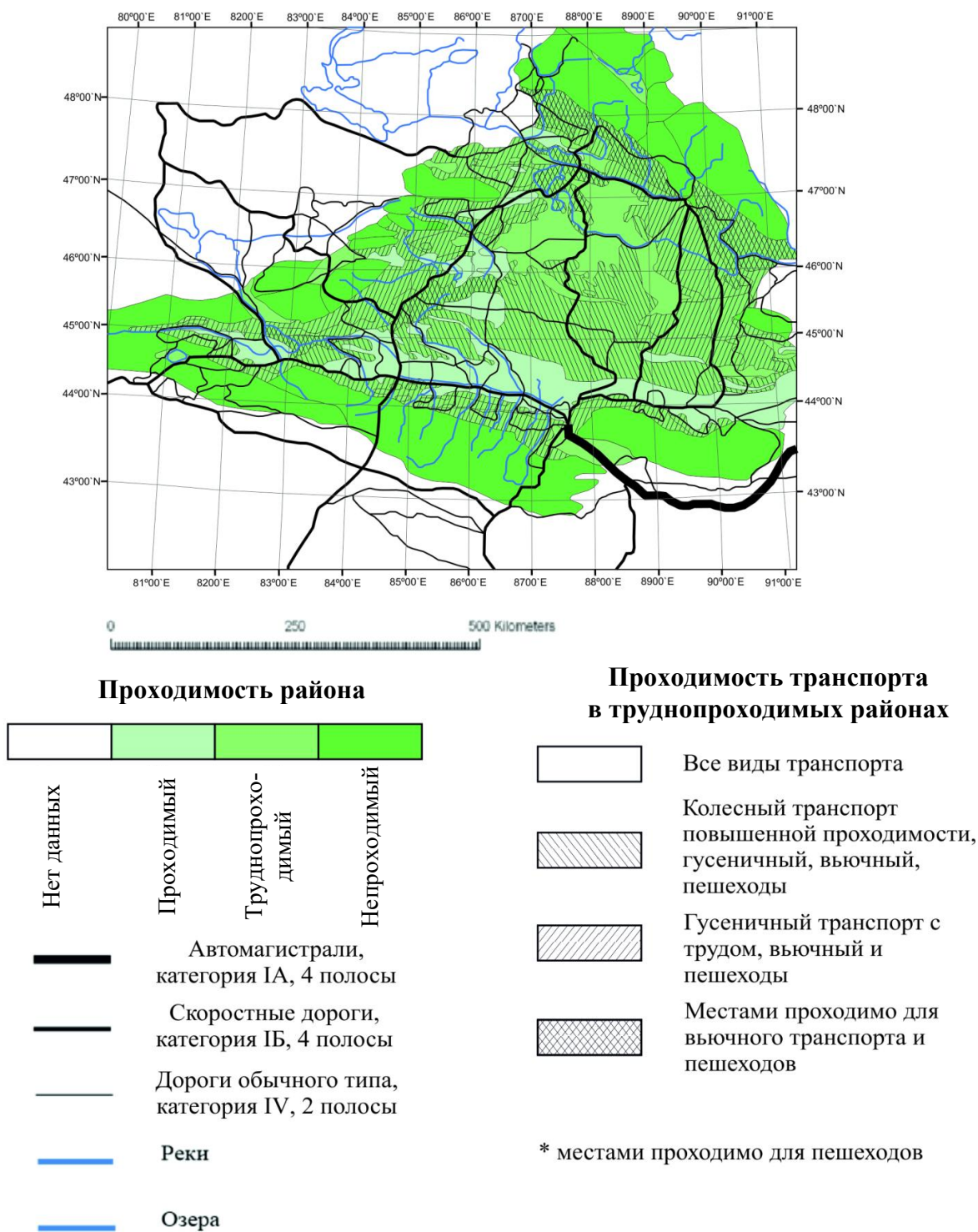


Рис. 2. Геокогнитивная карта «Транспортная сеть и внедорожная проходимость района»

К характеристикам дорог можно отнести их показатели: категория IA, категория IB и категория IV. Значением характеристик участков местности будет являться проходимость транспорта вне дорог в данном районе, а именно: 1) все виды транспорта; 2) колесный транспорт повышенной проходимости, гусенич-

ный, вьючный, пешеходы; 3) гусеничный транспорт с трудом, вьючный и пешеходы; 4) местами проходимо для вьючного транспорта и пешеходов. Значением характеристик дорог будет количество полос движения, которые имеет данная дорога. Также представлен вывод связей данного объекта с другими объектами сети, в частности с дорогами и реками (см. рис. 2).

Выводы

Рассмотренная структура и содержание геокогнитивных карт являются минимально необходимыми для решения большинства практических задач и, в случае необходимости, легко могут быть дополнены необходимыми данными. Представленное таким способом геоизображение обеспечивает повышение надежности принимаемых управленческих решений путем исключения из маршрута непроходимых и труднопроходимых участков местности, снижение времени на разработку маршрута, правильную оценку времени, необходимого для прохождения маршрута, а также оптимизацию маршрута по заданным параметрам и критериям. Одной из особенностей предлагаемой карты является представление в едином комплексе информации и знаний об объекте, а также его взаимодействие с другими объектами. Также, по нашему мнению, на геокогнитивных картах необходимо отображать только те знания об объекте, которые актуальны для решаемого класса задач.

Таким образом, при картографическом моделировании можно представлять информацию в новом виде, а точнее в виде геокогнитивных карт. Примером геокогнитивных карт могут служить карта транспортной сети и внедорожной проходимости района.

Благодарности

Автор выражает признательность коллективу кафедры картографии и геоинформатики Сибирского государственного университета геосистем и технологий, а также научному руководителю – проректору по учебной и воспитательной работе С. С. Янкелевич за помощь в организации работы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Комиссарова Т. С., Морозова О. Н. Визуализация географического пространства картографическим методом // Вестник СПбГУ. – Сер. 7. Геология. География. – 2015. – № 3. – С. 144–152.
2. Ибаньес Р. Мечта об идеальной карте. Мир математики: в 40 т. Т. 26: Картография и математики / Пер. с исп. – М. : Де Агостини, 2014. – 176 с.
3. Castells M. The Information Age: Economy, Society and Culture. Vol. I: The Rise of the Network Society. – Wiley-Blackwell, 2010.
4. Берлянт А. М. Картографический метод исследований. – М., 1978.
5. Лисицкий Д. В., Дышлок С. С. Многоцелевой картографический ресурс – новое направление в картографии // Геодезия и картография. – 2015. – № 11. – С. 16–19.
6. Лисицкий Д. В. Картография в эпоху информатизации: новые задачи и возможности // География и природные ресурсы. – 2016. – № 4. – С. 22–29.

7. Шишаев М. Г., Ломов П. А. Технология интеллектуализированного динамического картографирования в задачах управления комплексной безопасностью территорий // Применение космических технологий для развития арктических регионов : сборник тезисов докладов Всероссийской конференции с международным участием. – Архангельск : ИПЦ САФУ, 2013. – С. 274–276.
8. Гинис Л. А. Построение многослойных когнитивных карт // Известия ТРТУ. – 2004. – № 4. – С. 212–218.
9. Басовский Л. Е. Прогнозирование и планирование в условиях рынка. – М. : ИНФРА-М, 1999. – 260 с.
10. Визуальное мышление в аналитике: проблемы, возможные подходы и способы овладения / В. А. Михеев А. Е., Шевырев, Н. Г. Шаламонова, М. А. Федотова // Материалы Первой всероссийской конференции «Аналитика развития и безопасности страны: реалии и перспективы». – М. : Агентство печати «Столица», 2014.
11. Вицентий А. В. Применение адаптивной геовизуализации в геосоциальных медиа // Интернет-журнал «Науковедение». – 2016. – Т. 8, № 4. – С. 1–15.
12. Геопространственной дискурс опережающего и прорывного мышления / А. П. Карпик, Д. В. Лисицкий, К. С. Байков, А. Г. Осипов, В. Н. Савиных // Вестник СГУГиТ. – 2017. – Т. 22, № 4. – С. 53–68.
13. Process for Keeping Pace with Evolving Web Mapping Technologies / R. E. Roth, R. G. Donohue, C. M. Sack, T. R. Wallace, T. M. Buckingham // A Cartographic Perspectives. – 2014. – No. 78. Doi: 10.14714.CP78.1273.
14. Medyńska-Gulij B. Cartographic sign as a core of multimedia map prepared by noncartographers in free map service // Geodesy and cartography. – 2014. – Vol. 63, No 1. – P. 55–64. Doi: 10.2478/geocart-2014-0004.
15. Crampton J. W., Krygier J. An introduction to critical cartography // ACME: Intern. EJourn.Critical Geographies. – 2006. – № 4 (1). – P. 11–33.
16. Ledermann F., Gartner G. Mapmap.js: A Data-Driven Web Mapping API for Thematic Cartography // 27th International Cartographic Conference ICC2015 (August 23–28). – Rio de Janeiro / Brazil Maps Connecting the World, 2015.
17. Cybercartography: Vol. 5, Theory and Practice / D. R. Fraser Taylor, Tracey Lauriault (Eds.). – 1st ed. – Elsevier Science Publ., 2006. – 594 p.
18. Maiellaro N., Varasano A. One-Page Multimedia Interactive Map // ISPRS Int. J. GeoInf. – 2017. – Vol. 6 (2). – P. 34.
19. Malinvernia E. S., Tassetiaa A. N. GIS-based smart cartography using 3D modeling // International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, ISPRS 8th 3D GeoInfo Conference & WG II/2 Workshop (27–29 November 2013). – Istanbul, Turkey, 2013. – Vol. XL-2/W2.
20. Рыжаков В. В., Рыжаков М. В., Рыжаков К. В. Отражение поведения сложных объектов на основе представлений нечетких множеств // Оборонный комплекс – научно-техническому прогрессу России. – 2002. – № 2. – С. 28.
21. Рыжаков В. В., Рыжаков М. В., Рыжаков К. В. Отражение точности идентификации нечетких множеств в представлениях ситуаций // Измерительная техника. – 2004. – № 10. – С. 20–23.
22. Бершадская Е. Г., Филиппова Н. А. Базы данных: теория, разработка и использование : учеб. пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Информатика и вычислительная техника». – Пенза : Минобрнауки России, Пензенская гос. технологическая академия, 2012. – 107 с.

Получено 26.02.2020

© Е. С. Антонов, 2020

GEOCOGNITIVE CARDS AND TECHNOLOGIES – A NEW PHASE IN CARTOGRAPHY

Evgenii S. Antonov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D. Student, Department of Cartography and Geoinformatics, e-mail: nvvku2007@mail.ru

The article considers the possibilities of applying the geocognitive approach in cartography and the associated changes in the role and functions of maps in new conditions. The role of the map is considered as a figurative and symbolic geoinformation model of reality for rapid and adequate perception of information. Modern society imposes new requirements on all technologies and technological products, including maps. To make the right decision, the user must get only reliable information from a huge array of data. In the modern world, there is a rapid development of new technologies, including information. Such technologies allow to find new forms of representation of geospatial information. We need new products and technologies that are targeted at different users, adapted to the cognitive features of human perception of information, and will contribute to rapid and correct decision-making.

It is concluded that new maps are needed, the content of which is supplemented with geospatial knowledge, and also contributes to the formation of new knowledge. The knowledge-based map makes it possible not only to analyze, structure and present any relevant information in a convenient form, but also to transform, improve and put into practice the resulting intellectual product. These cards are geocognitive cards.

Key words: spatial knowledge maps, knowledge, imaginative thinking, geovisualization, geodata, GIS, cartography, cognitive geo-image, geospatial knowledge.

REFERENCES

1. Komissarova, T. S., & Morozova, O. N. (2015). Visualization of geographical space by the cartographic method. *Vestnik SPbGU. Ser. 7. Geologiya. Geografiya [Bulletin of St. Petersburg State University. Ser. 7. Geology. Geography]*, 3, 144–152 [in Russian].
2. Ibáñez, R. (2014). *Mechta ob ideal'noy karte. Mir matematiki: T. 26, Kartografiya i matematiki [The dream of a perfect map. World of mathematics: T. 26, Cartography and mathematics]*. Moscow: De Agostini Publ., 176 p. [in Russian].
3. Castells, M. (2010). *The Information Age: Economy, Society and Culture: Vol. I, The Rise of the Network Society*. Wiley-Blackwell.
4. Berlyant A. M. (1978). *Kartograficheskiy metod issledovaniy [Cartographic research method]*. Moscow [in Russian].
5. Lisitsky, D. V., & Dyshlyuk, S. S. (2015). Multipurpose cartographic resource – a new direction in cartography. *Geodeziya i kartografiya [Geodesy and Cartography]*, 11, 16–19 [in Russian].
6. Lisitsky, D. V. (2016). Cartography in the era of informatization: new challenges and opportunities. *Geografiya i prirodnye resursy [Geography and Natural Resources]*, 4, 22–29 [in Russian].
7. Shishaev, M. G., & Lomov, P. A. (2013). Intelligent dynamic mapping technology for integrated territorial security management. In *Sbornik tezisev dokladov Vserossiyskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem: Primenenie kosmicheskikh tekhnologiy dlya razvitiya arkticheskikh regionov [Collection of Abstracts of the All-Russian Conference with International Participation: Space Technology for the Development of the Arctic Regions]* (pp. 274–276). Arkhangelsk: CPI NArFU Publ. [in Russian].

8. Ginis L. A. (2004). Construction of multilayer cognitive maps. *Izvestiya TRTU [News of TRTU]*, 4, 212–218 [in Russian].
9. Basovsky, L. E. (1999). *Prognozirovaniye i planirovaniye v usloviyakh rynka [Forecasting and planning in market conditions]*. Moscow: INFRA-M Publ., 260 p. [in Russian].
10. Mikheev, V. A., Shevyrev, A. E., Shalamonova, N. G., & Fedotova, M. A. (2014). Visual thinking in analytics: problems, possible approaches and ways of mastering. In *Sbornik materialov Pervoy vserossiyskoy konferentsii: Analitika razvitiya i bezopasnosti strany: realii i perspektivy. – M. : Agentstvo pechati [Proceedings of the First All-Russian Conference: Analytics of the Development and Security of the Country: Realities and Prospects]*. Moscow: Press Agency "Stolitsa".
11. Vicentiy, A. V. (2016). Application of adaptive geovisualization in geosocial media. *Internet zhurnal "Naukovedenie" [Online Journal "Naukovedenie"]*, 8(4), 1–15 [in Russian].
12. Karpik, A. P., Lisitsky, D. V., Baykov, K. S., Osipov, A. G., & Savinykh, V. N. (2017). Geospatial Discourse of Advanced and Breakthrough Thinking. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 22(4), 53–68 [in Russian].
13. Roth, R. E., Donohue, R. G., Sack, C. M., Wallace, T. R., & Buckingham, T. M. (2014). Process for Keeping Pace with Evolving Web Mapping Technologies. *A Cartographic Perspectives*, 78. Doi: 10.14714.CP78.1273.
14. Medyńska-Gulij, B. (2014). Cartographic sign as a core of multimedia map prepared by noncartographers in free map service. *Geodeziya i kartografiya [Geodesy and Cartography]*, 63(1), 55–64. Doi: 10.2478/geocart-2014-0004.
15. Crampton, J. W., & Krygier, J. (2006). An introduction to critical cartography. *ACME: Intern. EJournal. Critical Geographies*, 4(1), 11–33.
16. Ledermann, F., & Gartner, G. (2015). Mapmap.js: A Data-Driven Web Mapping API for Thematic Cartography. *27th International Cartographic Conference ICC2015 (August 23–28)*. Rio de Janeiro / Brazil Maps Connecting the World.
17. D. R. Fraser Taylor, & Tracey Lauriault (Eds.). (2006). *Cybercartography: Vol. 5, Theory and Practice* (1st ed). Elsevier Science Publ., 594 p.
18. Maiellaro, N., & Varasano, A. (2017). One-Page Multimedia Interactive Map. *ISPRS Int. J. GeoInf.*, 6(2), P. 34.
19. Malinvernia, E. S., & Tassetiaa, A. N. (2013). GIS-based smart cartography using 3D modeling. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, ISPRS 8th 3D GeoInfo Conference & WG II/2 Workshop (27–29 November 2013): Vol. XL-2/W2*. Istanbul, Turkey.
20. Ryzhakov, V. V., Ryzhakov, M. V., & Ryzhakov, K. V. (2002). Reflection of the behavior of complex objects based on representations of fuzzy sets. *Oboronnyy kompleks – nauchno-tehnicheskomu progressu Rossii [Defense Complex – to the Scientific and Technological Progress of Russia]*, 2, P. 28 [in Russian].
21. Ryzhakov, V. V., Ryzhakov, M. V., & Ryzhakov K. V. (2004). Reflection of the accuracy of identification of fuzzy sets in representations of situations. *Izmeritel'naya tekhnika [Measuring Technique]*, 10, 20–23 [in Russian].
22. Bershadskaya, E. G., & Filippova, N. A. (2012). *Bazy dannykh: teoriya, razrabotka i ispol'zovanie [Databases: theory, development and use]*. Penza: Ministry of Education and Science of Russia, Penza State Academy of Technology, 107 p. [in Russian].

Received 26.02.2020

© E. S. Antonov, 2020