

УДК 528.9

ФОРМАЛИЗОВАННОЕ ОПИСАНИЕ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СРЕДЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЦЕССА СОЗДАНИЯ КАРТ НЕПОДГОТОВЛЕННЫМИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМИ

Алтын Бактвиевна Женибекова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, аспирант кафедры картографии и геоинформатики, тел. (383)361-06-35, e-mail: altyn.zhenibekova@mail.ru

В статье отмечена проблема между распространением инструментальных геоинформационных систем (ГИС) в экономике и обществе и их освоении и применении неподготовленными пользователями при создании цифровых карт при решении геопространственных задач. Рассмотрен вопрос возможности обеспечения автоматизированного создания карт неподготовленными пользователями в среде ГИС, не сталкиваясь со специфическими вопросами картографии. Изучение данного вопроса заключалось в формализованном описании картографических процессов в среде ГИС. К таким картографическим процессам относятся: проектирование карты, сбор геоданных, картографическое отображение и геопространственный анализ. Формализация картографических процессов заключается в их описании в виде функций типовых инструментальных ГИС. На основе изучения данного вопроса сделан вывод, что для возможности обеспечения автоматизированного создания карт в среде ГИС требуется разработать алгоритм проектирования и использования карт в среде ГИС, а также предоставить неподготовленным пользователям доступ к геоданным и сформулировать типовые запросы по отображению геоданных.

Ключевые слова: автоматизация картографических процессов, ГИС, формализация картографических процессов, автоматизированное создание карты, алгоритм создания карты, типовые запросы, проектирование карты в ГИС, использование карты в ГИС, геопространственный анализ, геоданные.

Введение

Глобальные процессы информатизации общества послужили причинами того, что на сегодняшний день цифровые карты приобрели повседневный характер в использовании [1–9]. Явление активного распространения мобильных геоинформационных приложений свидетельствует о готовности общества к самостоятельному геопространственному анализу и созданию собственных цифровых карт [10–12]. В настоящее время инструментальные геоинформационные системы находят широкое применение в отраслях экономики и жизнедеятельности общества, что диктует необходимость вовлечения широких слоев пользователей геоинформации, в том числе не имеющих специальной подготовки, в область картографии и ГИС.

Однако существует противоречие между явлением активного распространения инструментальных ГИС среди неподготовленных пользователей и их готовностью к самостоятельному геопространственному анализу и созданию собственных цифровых карт [13]. Процесс создания карты в среде ГИС может затянуться на длительный срок из-за специфических вопросов картографии. Поэтому в настоящее время актуальна формализация картографических процессов

в типовых инструментальных ГИС для автоматизированного создания карт неподготовленными пользователями [14].

Обоснование возможности обеспечения автоматизированного создания карты неподготовленными пользователями при формализованном описании картографических процессов в среде ГИС

При обосновании возможности обеспечения автоматизированного создания карты неподготовленными пользователями в среде ГИС необходимо учитывать следующие факторы [15, 16]:

– в качестве источников координированных векторных геоданных для создания карт, а также для геопространственного анализа используются доступные базы геоданных;

– в качестве типовых запросов пользователей по автоматизированному созданию тематических карт используются доступные тематические показатели.

С учетом этих факторов представляется целесообразным принять возможность обеспечения автоматизированного создания цифровой карты неподготовленными пользователями – наличие доступных координированных геоданных и тематических показателей.

Для обеспечения автоматизированного создания карт неподготовленными пользователями в среде ГИС необходима разработка алгоритма, реализация которого в виде программы позволяет пользователям не сталкиваться со специфическими вопросами картографии. Прежде чем приступить к разработке алгоритма, необходимо выполнить формализованное описание картографических процессов в среде ГИС [17]:

- процесс проектирования карты;
- процесс сбора геоданных;
- процесс картографического отображения;
- процесс использования карты.

Основываясь на сущности цифровых карт, предлагается процесс проектирования карты построить следующим образом [18]:

$$P = \{(M), (Z), (Sb)\}, \quad (1)$$

где P – процесс проектирования карты в инструментальных ГИС неподготовленными пользователями; M – проектирование математической основы карты; Z – проектирование знаковой системы карты; Sb – процесс сбора геоданных.

Из сущности процесса проектирования математической основы при традиционном картографировании понятно, что на выбор математической основы влияет ряд факторов [19]. В рамках темы исследования был выбран фактор, характеризующий объект картографирования, а именно субъекты Российской Федерации. Используя рекомендуемые картографические проекции для субъек-

тов Российской Федерации, представим операцию автоматического выбора проекции неподготовленным пользователем следующим образом:

$$Kp = f(Te), \quad (2)$$

где Kp – картографическая проекция; Te – объект картографирования.

Так как

$$Te = \{t_1, t_2, \dots t_n\}, \quad (3)$$

где Te – объект картографирования, $t_1, t_2, \dots t_n$ – субъекты Российской Федерации, то

$$Kp = f(t_1, t_2, \dots t_n), \quad (4)$$

где Kp – картографическая проекция, $t_1, t_2, \dots t_n$ – субъекты Российской Федерации.

То есть автоматический выбор картографической проекции будет зависеть от выбора пользователем субъекта Российской Федерации.

Использование координированных геоданных об административно-территориальных единицах при автоматическом выборе картографической проекции неподготовленными пользователями обеспечит автоматический выбор местной системы координат при условии наличия данных у пользователя. То есть

$$Ck = f(t_1, t_2, \dots t_n), \quad (5)$$

где Ck – определение системы координат, $t_1, t_2, \dots t_n$ – координированные геоданные субъектов Российской Федерации.

Таким образом, математическую основу цифровой карты при автоматизированном проектировании неподготовленными пользователями в среде ГИС можно описать следующим образом:

$$M = f(t_1, t_2, \dots t_n), \text{ или } M = f(Te), \quad (6)$$

где M – математическая основа карты; $t_1, t_2, \dots t_n$ – координированные геоданные субъектов Российской Федерации; Te – объект картографирования.

Формализация процесса проектирования знаковой системы носит сугубо индивидуальный характер ввиду разнообразия явлений окружающего геопространства [20]. По этой причине предлагается для каждого содержания карты сформулировать запросы пользователей об объектах и явлениях на основе доступных тематических показателей. Таким образом, проектирование знаковой системы может выглядеть следующим образом:

$$Z = f(Te, Tp), \quad (7)$$

где Z – проектирование знаковой системы карты; Te – выбор категории объекта картографирования, Tr – выбор доступных тематических показателей в базах геоданных.

Для определения в значительной мере элементов содержания карты необходимо предоставить пользователям выбор темы карты. Для этого необходимо разработать понятную типизацию тем карт [14]. Поскольку выбор темы карты разрабатывается для широкого круга пользователей, предлагаются следующие названия тем карт, а именно: «Экономика», «Социум», «Природа». Названия тем совпадают с терминологией, общепринятой в России для совокупного наименования основных сфер жизнедеятельности человеческого общества. Благодаря этому, у неподготовленных пользователей ГИС не возникнет затруднений с четким отнесением поставленной перед ним задачи к выбору той или иной темы карты. Выбор темы карты можно представить следующим образом:

$$T = \{Ek, Sz, Na\}, \quad (8)$$

где T – тема карты; Ek – экономика; Sz – социум; Na – природа.

На основании формул (1), (3), (6), (7), (8) можно выполнить формализацию процесса сбора геоданных. Формализация процесса сбора геоданных выглядит следующим образом:

$$Sb = f(t_1, t_2, \dots t_n, Ek, Sz, Na), \quad (9)$$

где Sb – процесс сбора геоданных; $t_1, t_2, \dots t_n$ – координатные данные субъектов Российской Федерации; Ek – тема карта «Экономика»; Sz – тема карта «Социум»; Na – тема карты «Природа».

Соответственно, процесс проектирования карты можно представить:

$$P = f(t_1, t_2, \dots t_n, Ek, Sz, Na, Tp), \quad (10)$$

где P – процесс проектирования карт в инструментальных ГИС неподготовленными пользователями; $t_1, t_2, \dots t_n$ – выбор субъектов Российской Федерации; Ek – выбор темы карты «Экономика»; Sz – выбор темы карты «Социум»; Na – выбор темы карты «Природа»; Tr – выбор тематических показателей в базах статистических данных.

Исходя из формул (3), (8):

$$P = f(Te, T, Tr). \quad (11)$$

Формализованное описание процесса использования карты в среде ГИС осуществлялось путем формулировок типовых запросов пользователей по геопространственному анализу на основе типовых геопространственных задач и представлено следующим образом:

$$G_A = f(T_G, Z_A), \quad (12)$$

где G_A – использование карт в среде ГИС; T_G – тип геопространственной задачи; Z_A – типовые запросы пользователей по геопространственному анализу.

Таким образом, на основе формул (11), (12) формализованное описание процесса создания карт в среде ГИС для неподготовленных пользователей выглядит так:

$$K_I = f(P, G_A), \quad (13)$$

где K_I – создание карт в среде ГИС; P – проектирование карты; G_A – использование карт в среде ГИС.

На основе формулы (13) можно сделать вывод, что для возможности обеспечения автоматизированного процесса создания карт неподготовленными пользователями требуется разработка алгоритма процесса проектирования карт и процесса их использования в среде ГИС. На рис. 1 приведен алгоритм автоматизированного проектирования карт неподготовленными пользователями в среде ГИС.



Рис. 1. Алгоритм автоматизированного процесса проектирования цифровых карт неподготовленными пользователями

На рис. 2 приведен алгоритм автоматизированного использования карт в среде ГИС неподготовленными пользователями.

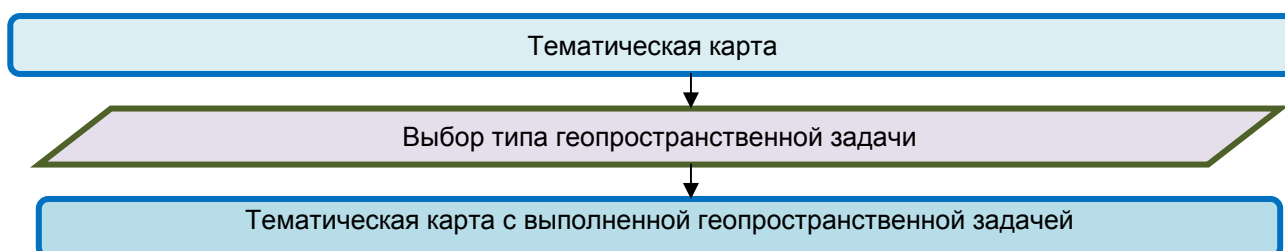


Рис. 2. Алгоритм автоматизированного использования карт в среде ГИС неподготовленными пользователями

Как видно из рис. 1, 2, автоматизированное создание карт неподготовленными пользователями в среде ГИС может осуществляться как при проектировании карты, так и при использовании созданной карты.

Заключение

В основе автоматизированного создания карт неподготовленными пользователями в среде ГИС лежит формализованное описание картографических процессов. Согласно формализованному описанию процесс проектирования карты содержит остальные процессы по созданию цифровых карт (сбор геоданных, проектирование математической основы, проектирование знаковой системы карты). Также, согласно формализованному описанию, автоматизированное создание карты может осуществляться путем использования карты в среде ГИС [15, 16].

Для возможности обеспечения автоматизированного процесса создания карт неподготовленными пользователями необходимо наличие координированных векторных геоданных и тематических показателей на картографируемый объект [17, 18]. Следовательно, данное условие необходимо учитывать при разработке алгоритма автоматизированного процесса создания карт. Поэтому при проектировании карты в качестве объекта картографирования предлагается использовать единицы административно-территориального деления Российской Федерации и тему карты. Благодаря этому можно обеспечить автоматический сбор геоданных по административно-территориальным единицам. Также при использовании карт предлагается решать геопространственные задачи на основе доступных векторных геоданных об объектах, благодаря чему можно обеспечить дальнейшую типизацию геопространственных задач при использовании цифровых карт [19].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лисицкий Д. В. Перспективы развития картографии: от системы «Цифровая Земля» к системе виртуальной реальности // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 2 (22). – С. 8–16.
2. Кацко С. Ю. ГИС для непрофессиональных пользователей как один из современных инструментов работы с геоинформацией // ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск : СГГА, 2011. Т. 1, ч. 1. – С. 234–238.
3. Лисицкий Д. В. Назначение и особенности цифрового картографического изображения в геоинформационном картографировании // ГЕО-Сибирь-2005. Науч. конгр. : сб. материалов в 7 т. (Новосибирск, 25–29 апреля 2005 г.). – Новосибирск : СГГА, 2005, Т. 4. – С. 28–31.
4. Лисицкий Д. В. Изменение сущности и функций картографических изображений на современном этапе развития общества // Геодезия и картография. – 2008. – № 2/1. – С. 28–30.
5. Кацко С. Ю. Эволюция сущности и роли картографических изображений // ГЕО-Сибирь-2008. IV Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 5 т. (Новосибирск, 22–24 апреля 2008 г.). – Новосибирск : СГГА, 2008. Т. 1, ч. 2. – С. 203–207.
6. Кацко С. Ю. Возможности информационно-аналитических ГИС в работе непрофессиональных пользователей с пространственной информацией // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 1 (14). – С. 76–80.

7. Лисицкий Д. В. Изменение роли картографических изображений в процессе формирования единого электронного геопространства // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 2/1. – С. 58–62.

8. Кацко С. Ю. От освоения пространства к формированию единого геоинформационного пространства // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск : СГГА, 2012. Т. 2. – С. 99–104.

9. Кацко С. Ю. Неогеография и картография // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск : СГГА, 2013. Т. 2. – С. 102–106.

10. Лисицкий Д. В. Концепция создания и функционирования геоинформационного пространства // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Пленарное заседание : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск : СГГА, 2013. Т. 2. – С. 72–75.

11. Дышлюк С. С. Использование ГИС-технологий в процессе территориального планирования // ГЕО-Сибирь-2010. VI Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2010 г.). – Новосибирск : СГГА, 2010. Т. 1, ч. 2. – С. 168–170.

12. Гук А. П. Формирование картографических изображений в среде ГИС // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 2/1. – С. 62–66.

13. Васмут А. С., Бугаевский Л. М., Портнов А. М. Автоматизация и математические методы в картосоставлении : учеб. пособие. – М. : Недра, 1991. – 391 с.

14. Васмут А. С. Моделирование в картографии с применением ЭВМ : научное издание. – М. : Недра, 1983. – 200 с.

15. Andrienko N., Andrienko G. Detection, Tracking, and Visualization of Spatial Event Clusters for Real Time Monitoring // IEEE/ACM Data Science and Advanced Analytics (DSAA). – 2013. – P. 1–10.

16. Visual Task Solution Strategies in Tree Diagrams. IEEE Pacific Visualization 2013 // Proceedings, IEEE Computer Society Press. – P. 169–176 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ieeexplore.ieee.org/document/6596142/?arnumber=6596142>.

17. Formalizing Cartographic Knowledge: Scientific Report for the Specialist Meeting 24–27 October, 1993. – Buffalo, New York.

18. Formalization of cartographic edition rules to automate topographic maps quality control [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://icaci.org/files/documents/ICC_proceedings/ICC2013/_extendedAbstract/392_proceeding.pdf.

19. Automated Cartography [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.slideserve.com/kenyon/automated-cartography-python-scripting-project>.

Получено 20.10.2016

© А. В. Женибекова, 2016

THE FORMALIZED DESCRIPTION OF CARTOGRAPHICAL PROCESSES IN THE ENVIRONMENT OF GIS FOR AUTOMATED PROCESS OF CREATION OF CARDS BY UNPREPARED USERS

Altyn B. Zhenibekova

Siberian state University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotonogo St., Ph. D. student, Department of Cartography and Geoinformatics, tel. (383)361-06-35, e-mail: altyn.zhenibekova@mail.ru

In article the problem between distribution of instrumental GIS in economy and society and their mastering and application by unprepared users during creation of digital cards in case of the decision of geospatial tasks is marked. The question of a possibility of support of automated creation of cards by unprepared users in the environment of GIS is considered, without facing specific questions of cartography. The study of the matter consisted in the formalized description of cartographical processes in the environment of GIS. Treat such cartographical processes: design of a card, collection of geodata, cartographical display and geospatial analysis. Formalization of cartographical processes consists in their description in the form of functions of standard instrumental GIS. On the basis of a study of the matter the conclusion is drawn that in the environment of GIS it is required to develop an algorithm of design and use of cards in the environment of GIS for a possibility of support of automated creation of cards, and also to provide to unprepared users access to geodata and to formulate standard requests on display of geodata.

Key words: automation of cartographical processes, GIS, formalization of cartographical processes, automated creation of a card, an algorithm of creation of a card, standard requests, design of a card in GIS, use of a card in GIS, the geospatial analysis, geodata.

REFERENCES

1. Lisitskiy, D. V. (2013). Perspectives of development of cartography: from the Digital Earth system to system of the virtual reality. *Vestnik SGGa [Vestnik SSGA]*, 2(22), 8–16 [in Russian].
2. Katsko, S. Yu. (2011). GIS for eventual users as one of the modern instruments of operation with geoinformation. In *Sbornik materialov Interekspo GEO-Sibir'-2011: T. 1, ch. 1 [Proceedings of Interexpo GEO-Siberia-2011: Vol. 1, Part 1]* (pp. 234–238). Novosibirsk: SSGA [in Russian].
3. Lisitskiy, D. V. (2005). Assignment and features of the digital cartographical image in geoinformation mapping. In *Sbornik materialov Interekspo GEO-Sibir'-2005: T. 4. [Proceedings of Interexpo GEO-Siberia-2005: Vol. 4.]* (pp. 28–31). Novosibirsk: SSGA [in Russian].
4. Lisitskiy, D. V. (2008). Change of an entity and functions of cartographical images at the present stage of development of society. *Geodeziya i kartografiya [Geodesy and Cartography]*, 2/1, 28–30 [in Russian].
5. Katsko, S. Yu. (2008). Evolution of an entity and role of cartographical images. In *Sbornik materialov Interekspo GEO-Sibir'-2008: T. 1. [Proceedings of Interekspo GEO-Sibir'-2008: Vol 1.]* (pp. 203–207). Novosibirsk: SSGA [in Russian].
6. Katsko, S. Yu. (2011). Possibilities of information and analytical GIS in operation of eventual users with spatial information. *Vestnik SSGA [Vestnik SSGA]*, 1(14), 76–80 [in Russian].
7. Lisitskiy, D. V. (2012). Change of a role of cartographical images in the course of formation of uniform electronic geospace. *Izvestiya vuzov. Geodeziya i aerofotos"emka [Izvestiya Vuzov. Geodesy and Aerophotography]*, 2/1, 58–62 [in Russian].
8. Katsko, S. Yu. (2012) From mastering of space to formation of uniform geoinformation space. In *Sbornik materialov Interekspo GEO-Sibir'-2012: Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii: T. 2. Geodeziya, geoinformatika, kartografiya, marksheyderiya [Proceedings of Interekspo GEO-Sibir'-2012: International Scientific Conference: Vol. 2. Geodesy, Cartography, Geoinformatics, and Mine Surveying]* (pp. 99–104). Novosibirsk: SSGA [in Russian].
9. Katsko, S. Yu. (2013). Neogeography and cartography. In *Sbornik materialov Interekspo GEO-Sibir'-2013: Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii: T. 2. Geodeziya, geoinformatika, kartografiya, marksheyderiya [Proceedings of Interekspo GEO-Sibir'-2013: Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii: Vol 2. Geodesy, Cartography, Geoinformatics, and Mine Surveying]* (pp. 102–106). Novosibirsk: SSGA [in Russian].
10. Lisitskiy, D. V. (2013). Concept of creation and functioning of geoinformation space. In *Sbornik materialov Interekspo GEO-Sibir'-2013: Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii: T. 2.*

Plenarnoe zasedanie [Proceedings of Interekspo GEO-Sibir'-2013: Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii: Vol. 2. Plenary session] (pp. 72–75). Novosibirsk: SSGA [in Russian].

11. Dyshlyuk, S. S. (2010). Use of GIS-technologies in the course of territorial planning. In *Sbornik materialov Interekspo GEO-Sibir'-2010: T. 1, ch. 2. [Proceedings of Interekspo GEO-Sibir'-2010: Vol. 1, Part 2.]* (pp. 168–170). Novosibirsk: SSGA [in Russian].

12. Guk, A. P. (2012). Formation of cartographical images in the environment of GIS. *Izvestiya vuzov. Geodeziya i aerofotos"emka [Izvestiya Vuzov. Geodesy and Aerophotography]*, 2/1, 62–66 [in Russian].

13. Vasmut, A. S., Bugaevskiy, L. M., & Portnov, A. M. (1991). *Avtomatizatsiya i matematicheskie metody v kartosostavlenii: uchebnoe posobie [Automation and mathematical methods in a kartosostavleniye]*. Moscow: Nedra [in Russian].

14. Vasmut A. S. (1983). *Modelirovanie v kartografii s primeneniem EVM [Simulation in cartography using a computer]*. Moscow: Nedra [in Russian].

Received 20.10.2016

© A. B. Zhenibekova, 2016