

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОТБОРА ОБЩЕГЕОГРАФИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ПРИ СОЗДАНИИ МУЛЬТИМАСШТАБНЫХ КАРТ

Сергей Анатольевич Крылов

Московский государственный университет геодезии и картографии, 105064, Россия, г. Москва, Гороховский пер., 4, кандидат технических наук, доцент кафедры картографии, тел. (499)404-12-20 доб. 3242, e-mail: krylov@cartlab.ru

Рассмотрены особенности и проблемы создания мультимасштабных карт, распространенными примерами которых являются картографические веб-сервисы и ГИС-проекты, где содержание и отображение объектов меняется в зависимости от масштаба. Основным недостатком мультимасштабных карт является несогласованный и некорректный отбор объектов, что особенно проявляется на картах средних и мелких масштабов. Для обеспечения правильного отображения общегеографических элементов на разных масштабных уровнях предлагается технология автоматизированного отбора, основанная на расчете количественных показателей, формировании таблиц отбора и учете взаимосвязанных объектов в интерактивном режиме. Для реализации предложенных методов отбора в ГИС MapInfo разработаны программные модули. Предлагаемая технология позволит создавать общегеографические основы мультимасштабной карты в любом требуемом масштабе. При этом обеспечивается обоснованный и согласованный отбор объектов.

Ключевые слова: мультимасштабная карта, общегеографические объекты, картографическая генерализация

AUTOMATING SELECTION OF GENERAL GEOGRAPHIC FEATURES FOR MULTI-SCALE MAPING

Sergey A. Krylov

Moscow State University of Geodesy and Cartography, 105064, Russia, Moscow, Gorokhovskiy Pereulok, 4, Associate Professor, Department of cartography, phone: (499)404-12-20 ext. 3242, e-mail: krylov@cartlab.ru

The features and problems of creating multi-scale maps are considered, common examples of which are cartographic web services and GIS projects, where the content and display of objects varies depending on the scale. The main disadvantage of multi-scale maps is the inconsistent and incorrect selection of objects, which is especially evident on maps of medium and small scales. To ensure the correct display of general geographic elements at different scale levels, the automated selection technology is proposed, based on the calculation of quantitative indicators, the formation of selection tables and the accounting of interrelated objects in the interactive mode. To implement the proposed selection methods in the MapInfo GIS, software modules have been developed. The proposed technology will allow you to create a general geographic basis for a multi-scale map at any required scale. At the same time, a reasonable and consistent selection of objects is provided.

Keywords: multiscale map, general geographic features, map generalization

Введение

Мультимасштабное картографирование является одним из приоритетных направлений картографической отрасли, так как на сегодняшний день активно внедряются атласные информационные системы и применяются геопортальные решения при визуализации пространственных данных [1–7]. Самыми распространенными примерами мультимасштабных карт служат картографические веб-сервисы и ГИС-проекты, в которых содержание и отображение объектов меняется в зависимости от масштаба. Следует отметить, что существуют общие проблемы мультимасштабных карт, связанные с несогласованным и некорректным отбором объектов, что особенно проявляется на картах средних и мелких масштабов. Так, отбор объектов в разных масштабах происходит путем послойного отключения объектов (или отключения классов объектов); при изменении масштаба карт зачастую не обеспечивается согласованность между собой элементов общегеографического содержания; при проектировании и отборе элементов общегеографической основы не выполняется районирование территории по густоте картографируемых объектов. Также на отбор общегеографических объектов влияют следующие особенности их представления на исходном картографическом материале:

- разделение единого объекта на отдельные части в зависимости от смены характеристики. Сюда можно отнести деление единого водотока на пересыхающие и постоянные реки, деление одной дороги на несколько объектов при смене покрытия;

- разделение единого объекта на отдельные части объектами, находящимися на другом слое. Например, реки могут быть разделены водохранилищами и озерами, а дороги – улицами в населенных пунктах.

Стоит упомянуть и о проблеме разного масштаба отображения на одном и том же уровне детализации интерактивной карты в зависимости от широты картографируемой территории. Связано это с тем, что картографические веб-сервисы используют нормальную равноугольную цилиндрическую проекцию Меркатора (на отечественных геопорталах применяется проекция Меркатора на эллипсоиде (EPSG:3395), на зарубежных – проекция Меркатора на сфере (EPSG:3857)). В этом случае главный масштаб точно соответствует своему уровню детализации только на экваторе и вблизи него, а в северном и южном направлении от экватора происходит рост частного масштаба. Например, на 60° широте 9 уровень детализации соответствует 10 уровню на экваторе.

Вопросам создания и оформления мультимасштабных карт посвящено значительное количество статей, из которых можно выделить работы [8–17]. Работа [16], посвящена созданию и поддержанию в актуальном состоянии мультимасштабной электронной топографической карты на основе технологий КБ «Панорама». Исходными данными для ее создания служат цифровые топографические карты, создаваемые по технологии автоматизированной генерализации топографических карт [17].

Методы и материалы

В настоящее время на кафедре картографии МИИГАиК ведутся исследования по разработке системы камерального геоинформационного картографирования, решающей задачи по автоматизации процессов формирования, преобразования и использования картографической базы данных. Одним из важных и приоритетных назначений разрабатываемой системы является обеспечение общегеографического, тематического и атласного картографирования цифровыми картографическими основами в любом требуемом масштабе и проекции. Технология создания цифровых картографических основ общегеографических карт представлена в работе [18]. Главной особенностью данной технологии является использование математического аппарата, позволяющего определить общее количество населенных пунктов, суммы длин рек и дорог, отображаемых на картах заданного масштаба. Данные значения служат «порогами» отбора и применяются при формировании таблицы отбора общегеографических объектов. В таблицах отбора объекты представлены по значимости на основании установленных правил ранжирования, при этом отдельные части единого объекта должны находиться вместе [19, 20]. Применительно к мультимасштабному картографированию процесс автоматизированного отбора картографических объектов примет следующий вид. «Пороги» отбора вычисляются для каждого масштабного уровня, в таблице создаются поля для вычисления длины объекта (реки и дороги) в масштабе карты и для занесения статуса отбора (объекты, рекомендованные к показу; объекты, рекомендованные к удалению). Таким образом реализуется количественный отбор объектов. Качественный отбор предусматривает для каждого масштаба поиск и учет взаимосвязанных объектов, попадающих в разные части таблицы (выше или ниже «порога» отбора). При этом поиск ошибок топологических взаимосвязей объектов должен проходить в автоматическом режиме, а учет и их исправление – в интерактивном. Приведем следующие варианты поиска населенных пунктов и дорог при определении топологических ошибок:

- поиск населенных пунктов, автоматически рекомендованных к удалению, вдоль отобранных магистральных и главных автомобильных дорог;
- поиск населенных пунктов, автоматически рекомендованных к удалению, находящихся на пересечении отобранных к показу автомобильных дорог;
- поиск населенных пунктов, автоматически рекомендованных к удалению, и находящихся в конечной точке, отобранной к показу автомобильной дороги (поиск «висячих» дорог);
- поиск выбранных к удалению дорог, в тех случаях, когда к отобранному населенному пункту не подходит одна дорога.

Как видно, в первых трех случаях поиск происходит по таблице населенный пунктов, в четвертом – по таблице путей сообщения.

Информация о результатах интерактивного отбора (объекты, выбранные к показу; объекты, выбранные к удалению) заносится в зависимости от масштаб-

ного уровня в соответствующие поля статуса. В результате должно быть четыре сочетания статусов отбора, проставленных в автоматическом и интерактивном режимах.

Обсуждение и результаты

Результаты исследования были апробированы при создании мультимасштабных карт на субъекты РФ в масштабном диапазоне от 1:100 000 до 1:8 000 000. При этом в качестве исходного картографического материала использованы как единые электронные картографические основы (ЕЭКО) масштабов 1:100 000, 1:200 000, 1:1 000 000 и 1:2 500 000, так и данные OpenStreetMap.

Для реализации предложенных методов отбора в ГИС MapInfo на языке MapBasic разработаны следующие программные модули:

1) Программный модуль по формированию таблиц отбора производных цифровых картографических основ мультимасштабной карты. Выполнение программы происходит в автоматическом режиме, основано на установке параметров ранжирования объектов и использовании информации о создаваемой картографической основе, хранящейся в специально подготовленной таблице. В таблице для каждой основы задается масштаб; названия поля для занесения статуса отбора; название поля, в которое будет заноситься длины рек/дорог в см в масштабе карты; название поля, в которое будет заноситься площадь объектов гидрографии (рек, озер, водохранилищ) в мм² в масштабе карты; теоретические значения «порогов отбора» – количество населённых пунктов и суммарная длина рек и дорог для заданного масштаба; цензы отбора линейных (в мм) и площадных объектов (в мм²). Количество записей в таблице зависит от количества создаваемых картографических основ.

2) Модуль по автоматическому определению и интерактивному исправлению ошибок топологических взаимосвязей объектов (рек и площадной гидрографии, населенных пунктов и дорог). Для работы программы необходимо выбрать соответствующие таблицы и выделить интересующие для обработки взаимосвязи. Результат поиска топологических ошибок возможно отобразить в таблице или на карте. Для исправления ошибок предусмотрен интерактивный режим, где последовательно можно посмотреть каждую спорную ситуацию и принять решение либо о показе объекта, либо об удалении объекта с основы. При этом в диалоге отображаются по каждому масштабу сводная таблица как по количеству найденных ошибок по каждой взаимосвязи объектов, так и по количеству исправлений.

К достоинствам предложенного решения по автоматизации процесса отбора общегеографических объектов для мультимасштабных карт можно отнести возможность создавать цифровые картографические основы для каждого масштабного уровня, причем масштабы могут быть любыми, установленными в процессе проектирования мультимасштабной карты. При этом обеспечивается обоснованный и согласованный отбор объектов.

Заключение

Предложенные методы и программные решения по автоматизации процесса отбора общегеографических объектов обеспечат оперативность создания интерактивных мультимасштабных карт, повысят их качество, будут способствовать удовлетворению возрастающего спроса потребителей на картографическую продукцию, размещенную в сети Интернет посредством геопортальных технологий. При этом интерактивные мультимасштабные карты могут быть использованы не только самостоятельно в виде отдельных продуктов, но и быть составной частью атласных информационных систем, интерактивных электронных атласов и web-атласов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Загребин, Г. И., Дворников А.В. Геопортал как средство хранения и поиска геопро странственной информации в образовательной и научно-технической деятельности // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2016. XII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 18–22 апреля 2016 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2016. Т. 1. – № 1. – С. 175-178.
2. Концепция географического атласа для учителей как многофункциональной информационной системы / В. П. Савиных, Ю. Л. Бугаевский, В. В. Братков [и др.] // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2017. – № 4. – С. 4-13.
3. Лисицкий Д. В., Кацко С. Ю. Изменение роли картографических изображений в процессе формирования единого электронного геопространства // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 2-1. – С. 58-62.
4. Лисицкий, Д. В., Дышлюк С. С. Многоцелевой картографический ресурс - новое направление в картографии // Геодезия и картография. – 2015. – № 11. – С. 16-19.
5. Оценка направлений и тенденций развития современной картографии / Д. В. Лисицкий, Е. В. Комиссарова, А. А. Колесников, М. Н. Шарыпова // Геодезия и картография. – 2015. – № 11. – С. 59-64.
6. Логинов Д. С. Опыт создания и использования интерактивных картографических геопорталов в геофизике // Геоинформационное картографирование в регионах России : материалы X Всероссийской научно-практической конференции, Воронеж, 14–16 ноября 2018 года / Воронежский государственный университет. – Воронеж: ООО "Издательство "Научная книга", 2018. – С. 92-98.
7. Яблоков В.М., Тикунов В.С. Атласные информационные системы для устойчивого развития территорий // ИнтерКарто/ИнтерГИС. 2016. Т. 22. № 1. С. 13-33.
8. Воронина М. В., Зайченко С. А., Зыкова Е. Ф. Развитие базовой подложки в мультимасштабном картографировании // ИнтерКарто. ИнтерГИС. – 2013. – Т. 19. – С. 19-22.
9. Лурье И. К., Самсонов Т. Е. Структура и содержание базы пространственных данных для мультимасштабного картографирования // Геодезия и картография. – 2010. – № 11. – С. 17-23.
10. Подольский А. С., Самсонов Т. Е. Анализ и разработка приемов оформления мультимасштабных общегеографических карт // Материалы Международной конференции «ИнтерКарто. ИнтерГИС». – 2012. – Т.18. – С.71-81.
11. Самсонов Т. Е., Юрова Н. Д. Применение картограмм и картодиаграмм на мультимасштабных социально-экономических картах // Геодезия и картография. – 2014. – № 11. – С. 30-38.
12. Титов С. С., Вдовин А. И. О методике создания растровых мультимасштабных ГИС для широкого круга пользователей на основе цифровых топографических карт (ЦТК) //

ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск : СГГА, 2011. Т. 1. – № 2. – С. 94-99.

13. Учаев Д. В., Учаев Д. В. Разработка онтологии семантического содержания мультимасштабных электронных топографических карт. Часть 1. теоретические предпосылки и методологические аспекты // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2017. – № 1. – С. 53-61.

14. Учаев Д. В., Учаев Д. В. Разработка онтологии семантического содержания мультимасштабных электронных топографических карт. Часть 2. технология реинжиниринга и правила именования понятий и атрибутов // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2018. – Т. 62. – № 1. – С. 70-80.

15. J. Boodala, O. Dikshit, N. Balasubramanian Deriving Multiple Representation Database: A Model Generalisation Approach // Proceedings of the International Cartographic Association, 2, 2019. 29th International Cartographic Conference (ICC 2019), 15–20 July 2019, Tokyo, Japan. – 8 pp.

16. Демиденко А.Г., Королев А.А., Кириченко А.С. Применение технологии КБ «Панорама» для построения единого геоинформационного пространства региона // Геопрофи. - 2021. – №2. – С. 12-19.

17. Демиденко А.Г. Кириченко А.С. Кружков А.Е. Технология автоматизированной генерализации для создания мультимасштабных карт // Геопрофи. -2019. – №6. – С. 16-19.

18. Крылов С.А., Дворников А.В., Загребин Г.И. Разработка методики преобразования содержания картографической базы данных. // Приложение к журналу Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. Сборник статей по итогам научно-технической конференции. – 2013. – № 6. – С. 57-59

19. Крылов С.А., Плотников И.В. Формирование и редактирование таблиц отбора картографических объектов при создании общегеографических основ масштаба мельче 1:200 000 // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015. XI Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 13–25 апреля 2015 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2015. Т. 1. – № 2. – С. 33-36

20. Крылов, С. А., Дубровина С. В., Плотников И. В. Создание цифровых картографических основ автонавигационных карт // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2014. – № 4. – С. 46-51.

© С. А. Крылов, 2021