

К вопросу об отображении электрических сетей в разных масштабах картографирования

Аннотация

Среди географических сетей особое место занимают электрические сети, которые имеют ряд особенностей пространственно-временного развития и, как следствие, отличные от других сетей закономерности пространственной конфигурации. При картографировании электрических сетей из-за этого возникает проблема генерализации. На разных уровнях детализации необходимо сохранить общие черты конфигурации электрической сети, для чего на данный момент нет ни разработанных принципов, ни инструментов автоматизации. Данная работа посвящена формулировке ключевых принципов картографической генерализации при разных уровнях детализации.

Ключевые слова: географические сети, картографическая генерализация, пространственная конфигурация

Введение

Сети — одна из основных моделей данных, отображение которой на карте и представление в базе данных может сильно различаться. Это прежде всего связано с линейной локализацией объекта, которая одновременно требует соблюдения топологических особенностей во всех масштабах отображения и упрощения очертаний в соответствии с назначением карты и ее графической точностью. Многие работы посвящены особенностям генерализации сетей, которые находят комплексное отражение на топографических картах. таковыми являются гидрографическая сеть и сеть автодорог. данные объекты, кроме логики собственной пространственной структуры [1], требуют согласованности с другими элементами содержания: рельефом, растительностью, населенными пунктами и т.д.

С момента начала бурного развития электросетевого хозяйства в начале XX века среди специалистов стали очень востребованы схемы электросетей. В отличие от карт, схемы не имеют математической основы, сильно упрощены и максимально абстрактны. Тем не менее, по прошествии времени неоднократно предпринимались попытки представить схемы сети географически правдоподобными, что во многих случаях гораздо удобнее и нагляднее, чем, например, использование однолинейных схем.

Сеть линий электропередач имеет существенное отличие от прочих транспортных сетей, например, автомобильных и железных дорог. При её отображении важно показать маршрут каждой цепи – от того, какие пункты связывает линии, зависит вся логика системы. Вместе с тем линии электропередач, как правило, следуют в общих коридорах по две, три или больше цепей. При уменьшении масштаба неизбежно возникает наложение параллельно идущих линий, что приводит к необходимости искусственного сдвига. Если линий в коридоре много, что часто случается возле крупных электростанций или электрических подстанций, возникают ситуации графического конфликта.

Отображение электрических сетей на картах

В данной работе мы обозначим ключевые принципы отображения конфигурации электрических сетей. Конечно, следует помнить о том, что универсального алгоритма не существует. Из классических приёмов картографической генерализации [2] при изображении электрических сетей мы используем отбор, упрощение, сдвиг и утрирование.

Отбор имеет смысл только на иерархическом уровне – все линии электропередач принадлежат стандартному классу напряжения, поэтому по мере уменьшения масштаба мы будем отказываться от более низких классов напряжения. Отбор отдельных линейных объектов не несёт в себе глубокого

смысла, а скорее наоборот – ведёт к ошибкам в отображении и интерпретации карты.

Упрощение подразумевает то, что линия будет состоять из меньшего количества узлов, чем при отображении в масштабе 1:1. Это один из наиболее часто применяемых алгоритмов генерализации с высокой степенью автоматизации [3], однако в случае электрических сетей оставшиеся узлы линии должны максимально отражать реальную конфигурацию линии.

Сдвиг – как ранее уже было отмечено – это наиболее востребованный приём генерализации для электрических сетей. В зависимости от масштаба и назначения карты толщина линий может быть разной, поэтому необходимо исходить из этого при задании параметра сдвига. Вместе с тем, в некоторых случаях может потребоваться различное отображение двухцепных и одноцепных линий (с разным параметром сдвига).

Утрирование отображения линий электропередач тесно связано с задачей сохранения геометрического подобия. Могут быть ситуации, когда определённые участки сетей невозможно отобразить в геометрически подобном виде без искусственного раздвигания соседних объектов и преувеличения особенностей геометрии линий. Такая задача часто возникает при показе различного рода пересечений линий электропередач.

Исходя из обозначенного набора применяемых приёмов генерализации сформулируем основные принципы отображения электрических сетей на картах разного масштаба:

- 1) Соблюдение порядка следования в общем коридоре – цепи должны показываться именно в том порядке, в котором они следуют на местности (рисунок 1);

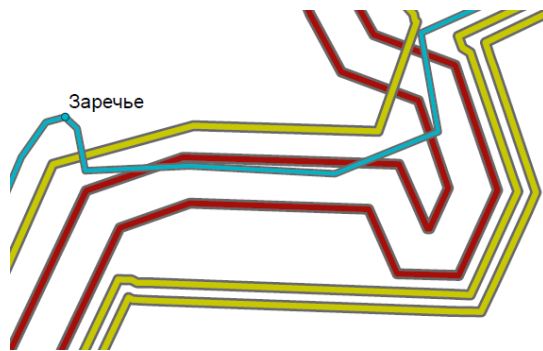


Рисунок 1 – Сложный случай следования в общем коридоре нескольких ЛЭП разного класса напряжения

2) Сохранение конфигурации разрезов линий – зачастую новые подстанции подключаются к существующим сетям путем врезки в уже существующие линии, что выражается в параллельном следовании вновь образованных участков линий до новой подстанции (рисунок 2);

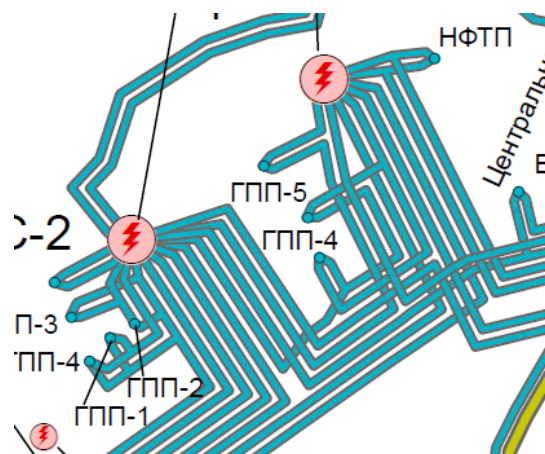


Рисунок 2 – Сложный случай наложения нескольких разрезов на электростанции при параллельном следовании линий

3) Сохранение порядка отпайки – если подстанция подключена путём отпайки (ответвления) от нескольких цепей, то необходимо показать их взаимное расположение (рисунок 3);



Рисунок 3 – Двухцепные линии с большим количеством отпаек на промежуточные пункты

К сожалению, все перечисленные принципы на текущий момент могут быть реализованы лишь вручную. Даже в передовом геоинформационном программном обеспечении, например, ArcGIS нет таких инструментов, которые позволили бы максимально сохранить конфигурацию сети в разных масштабах. В ГИС-пакете есть возможность параллельного копирования геометрии, а также использования представлений (Representations), однако необходимо помнить о том, что это помогает лишь локально, но не позволяет решить задачу для всей карты.

Выводы

Задача грамотной картографической визуализации географических сетей известна довольно давно. Электрические сети имеют свои особенности пространственной конфигурации, которые необходимо корректно показывать на картах. Приведённые в данной работе принципы следует использовать при составлении карт электросетевой инфраструктуры для повышения наглядности. Вместе с тем, на данный момент назрела необходимость разработки алгоритмов автоматизированной картографической генерализации электрических сетей.

Благодарности

Исследование выполнено при поддержке Совета по грантам Президента Российской Федерации, грант № МК-5343.2021.1.5.

Список литературы

- 1) Каргашин П.Е., Новаковский Б.А., Прасолова А.И., Карпачевский А.М. Изучение пространственной конфигурации электросетей по космическим снимкам // Геодезия и картография. — 2016. — № 3. — С. 50–55.
- 2) Берлянт А.М. Картография. – Москва: КДУ, 2005.
- 3) Douglas D.H., Peucker T.K. Algorithms for the reduction of the number of points required to represent a digitized line or its caricature // The Canadian Cartographer. 1973. — 10(2). — pp. 112–122.