

МГТУ имени Н.Э.Баумана
Факультет «Информатика и системы управления»
Кафедра «Конструирование и технология производства электронно-вычислительных средств»

Применение ГИС-технологий для проектирования топологий сетей передачи данных

Цель работы:

создание клиент-серверного приложения для трассировки волоконно-оптического кабеля с применением пространственной картографической информации

Решаемые задачи:

- создание кроссплатформенного «клиент-серверного» приложения;
- выбор среды передачи данных;
- выбор типа волоконно-оптического кабеля;
- выбор формата пространственной информации;
- анализ существующих мат. методов решения задачи поиска оптимального маршрута;

студент: Степанов П.В.; руководитель: Власов А.И.

Основные термины и сокращения

ГИС - геоинформационная система, обеспечивающая сбор, хранение, обработку, доступ, отображение пространственно-координированных данных. ГИС предназначены для решения научных и прикладных задач в различных областях;

Кабель - электротехническое изделие, состоящее из скрученных изолированных проводников, заключенных в общую герметичную оболочку;

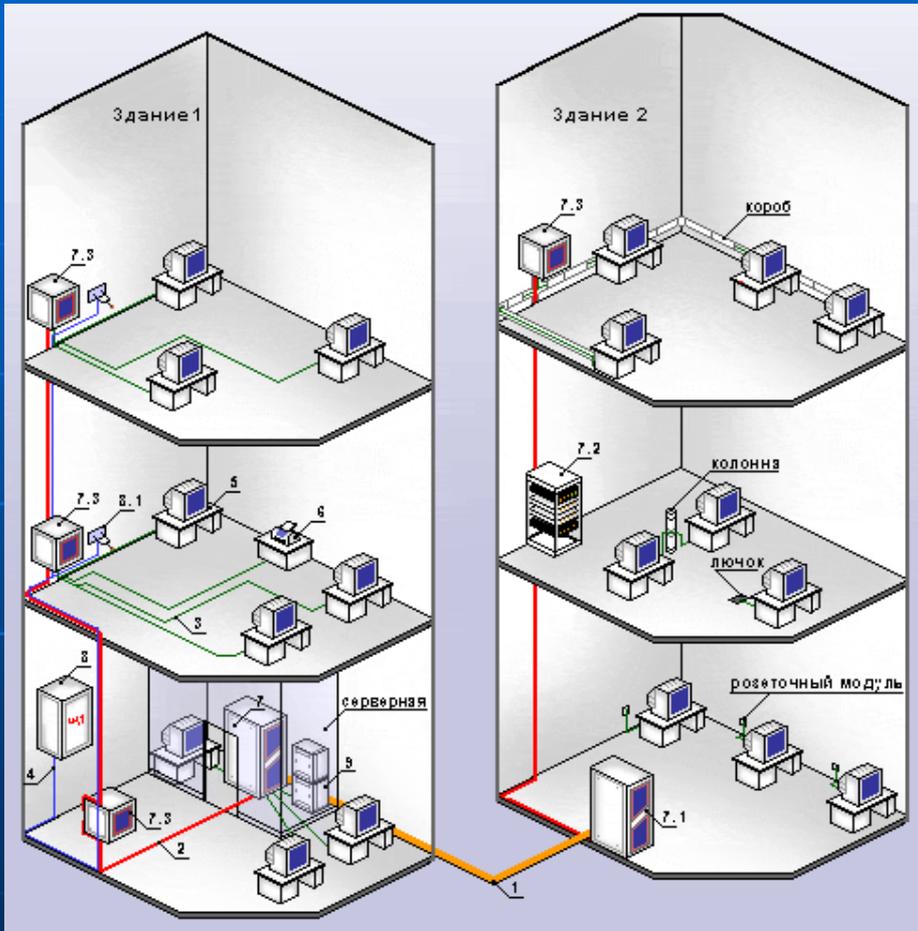
Оптическое волокно – среда передачи, используемая в современных наземных сетях связи. Позволяет передавать огромное количество информации;

ВОК - волоконно-оптический кабель;

Map- сервер - сервер для обработки пространственной картографической информации;

СКС - структурированная кабельная система; набор связанных между собой подсистем, обеспечивающих доступ пользователей к внутренним и внешним ресурсам по кабелям.

Пример структуры СКС



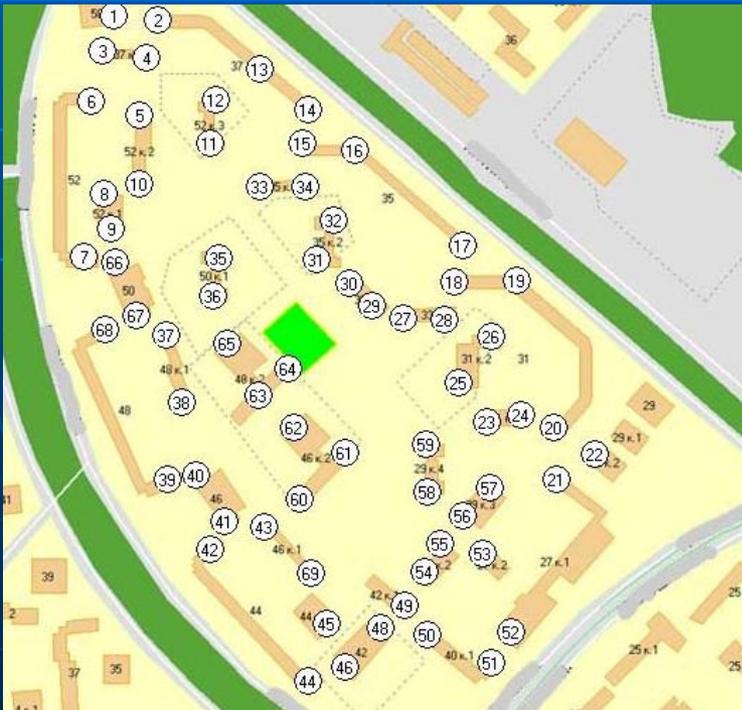
Обозначения:

1. Магистральный кабель на территории
2. Магистральный кабель в пределах здания
3. Горизонтальный кабель
4. Кабель электропитания
5. Рабочее место
6. Офисное оборудование
7. Напольный коммутационный шкаф (основной)
- 7.1 Напольный коммутационный шкаф
- 7.2 Открытая монтажная стойка
- 7.3 Настенный коммутационный шкаф
8. Электрический шкаф
- 8.1 Электрический щит

Постановка задачи

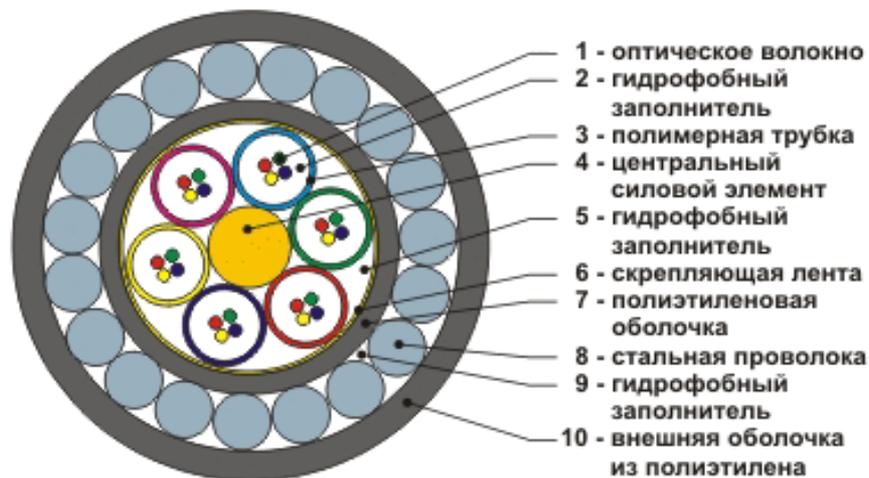
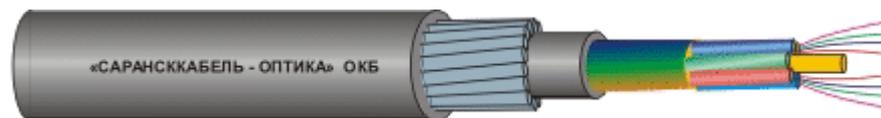
Исходные данные:

- 1) Карта местности в масштабе
- 2) Карта возможных маршрутов прокладки ВОК
- 3) Точки ввода и вывода ВОК в здания
- 4) Помеченные на карте местности здания для создания магистральной сети
- 5) Марка волоконно-оптического кабеля



Конструкция волоконно-оптического кабеля и его маркировка

Конструкция



Область применения

Кабель предназначен для прокладки ручным или механизированным способом в грунтах всех категорий, кроме подверженных мерзлотным деформациям, в кабельной канализации, в трубах, блоках, коллекторах, в воде при пересечении рек и болот.

Маркировка по ГОСТ 18690-82

ОКБ-М6Т-10-0,22-24

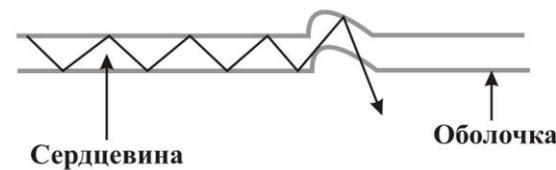
- Количество оптических волокон в кабеле
- Предельное затухание на рабочей длине волны
- Тип оптического волокна
- Тип центрального силового элемента
- Количество элементов в повиве сердечника
- Тип защитного покрова
- Оптический кабель

Ограничения накладываемые на волоконно-оптический кабель

Макроизгибы и микроизгибы кабеля



Производитель кабеля должен указать в спецификации минимальный радиус изгиба. Когда кабель намотан на катушку, то он, сгибается по радиусу катушки. Если он укладывается, в частности, в зданиях, то он может сгибаться на углах. Укладчик не должен уменьшать радиус изгиба меньше минимального допустимого при любой необходимости обхода углов. Обычно предполагается, что типичный радиус изгиба ВОК должен быть между 10 и 30 см в зависимости от числа волокон в кабеле. Сгибая ВОК сильнее, чем это допускается ограничениями на радиус изгиба, можно повредить кабель, даже порвать волокна в кабеле.



Основная причина возникновения этих потерь кроется в процессе производства кабеля. Она связана с искривлением оси, которые неизбежно происходят в процессе производства, когда волокно сдавливается недостаточно гладкими внешними покрытиями.

Математическая постановка задачи трассировки

$$c_{ij} = \sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^m S_{kl} q_{kl} \rightarrow \min (1)$$

при ограничениях:

$$0 \leq q_{kl} \leq 1,$$

$$\sum_{l=1}^m (q_{1l} - q_{l1}) = 1, \quad (k = 1), \quad (1.1)$$

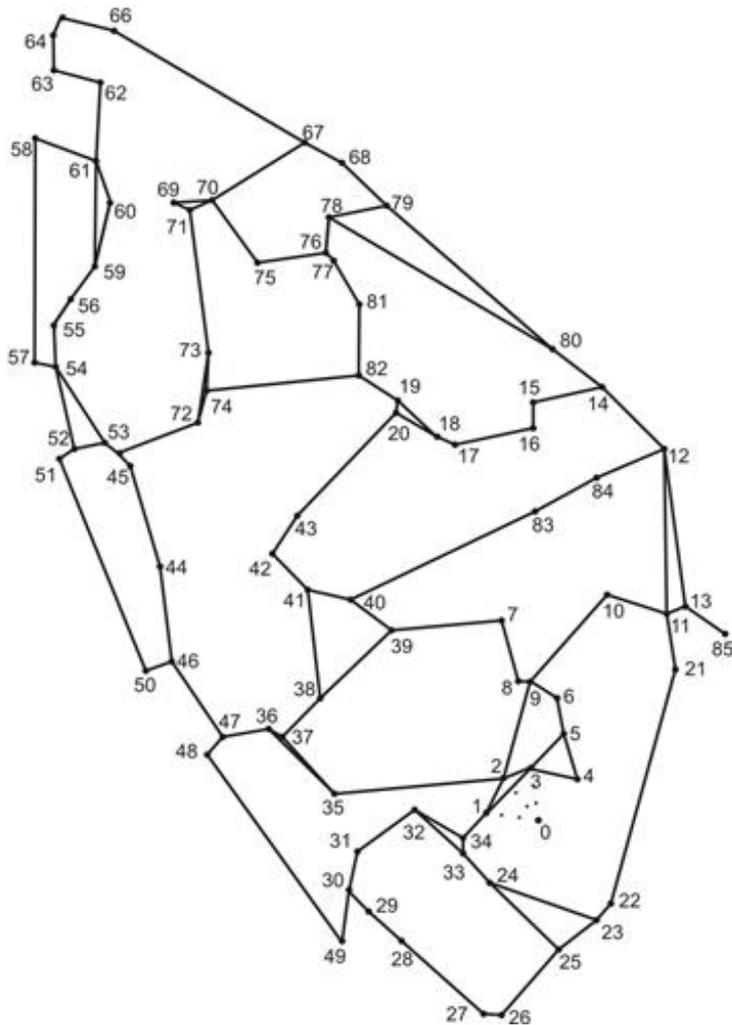
$$\sum_{l=1}^m (q_{ml} - q_{lm}) = -1, \quad (k = m), \quad (1.2)$$

$$\sum_{l=1}^m (q_{kl} - q_{lk}) = 0, \quad (k \neq 1; k \neq m), \quad (1.3)$$

$$q_{kl} = \begin{cases} 1, & \text{если ребро графа принадлежит кратчайшему пути,} \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

где m – количество конечных пользователей,
 S_{kl} – расстояние между k -м и l -м конечным пользователем.

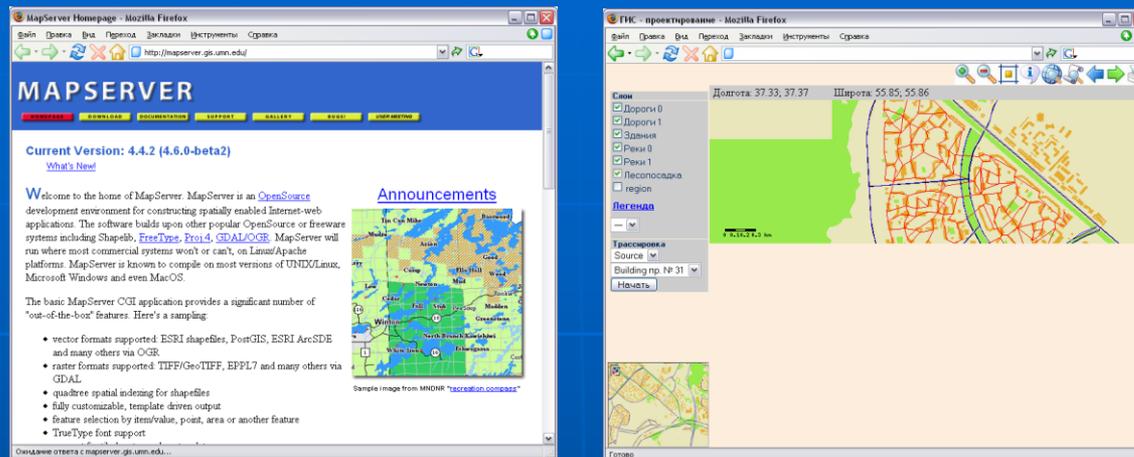
Граф возможных трасс прокладки ВОК



Задача сводится к поиску кратчайшего пути на графе, которая решается с помощью алгоритма Э. Дейкстры.

Алгоритм основан на приписывании вершинам временных пометок, причём пометка вершины даёт верхнюю границу длины пути от s к этой вершине. Эти пометки (их величины) постепенно уменьшаются с помощью некоторой итерационной процедуры, и на каждом шаге итерации точно одна из временных пометок становится постоянной (т.е. эта пометка уже не является верхней границей, а даёт точную длину кратчайшего пути от s к рассматриваемой вершине).

ГИС-составляющая программного комплекса



В качестве ГИС-составляющей системы выбрано программное обеспечение MapServer, которое представляет собой открытую и свободно распространяемую среду разработки Internet/Intranet-приложений для работы с электронными картами широко распространенного векторного формата ESRI ArcView. На текущий момент среда разработки MapServer поддерживает технологию MapScript, благодаря которой возможен доступ к функциям MapServer из различных скриптовых языков программирования. Mapserver разработан University of Minnesota (UMN) при поддержке NASA, США.

Концептуальная модель взаимодействия «клиент-сервер»

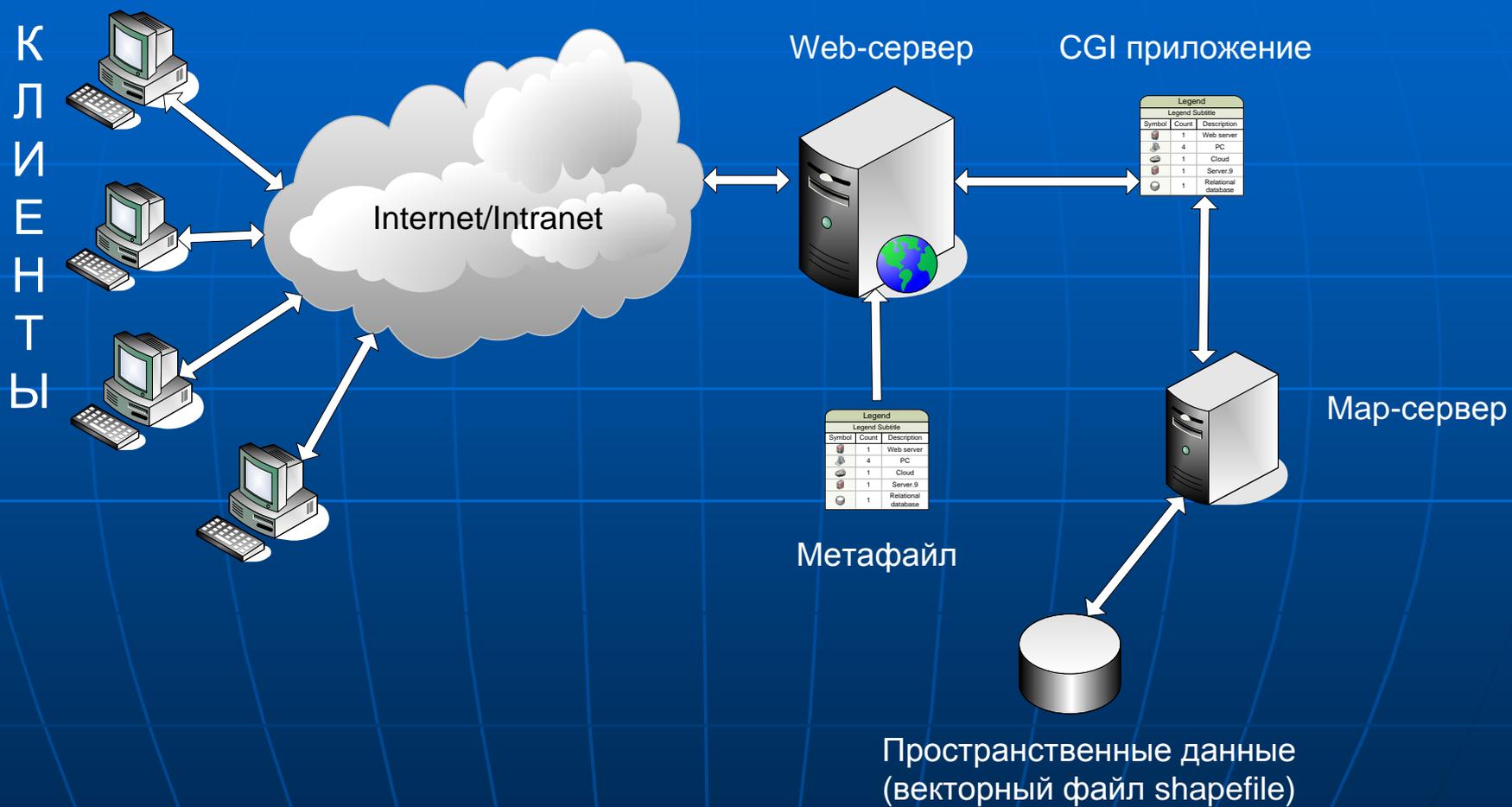
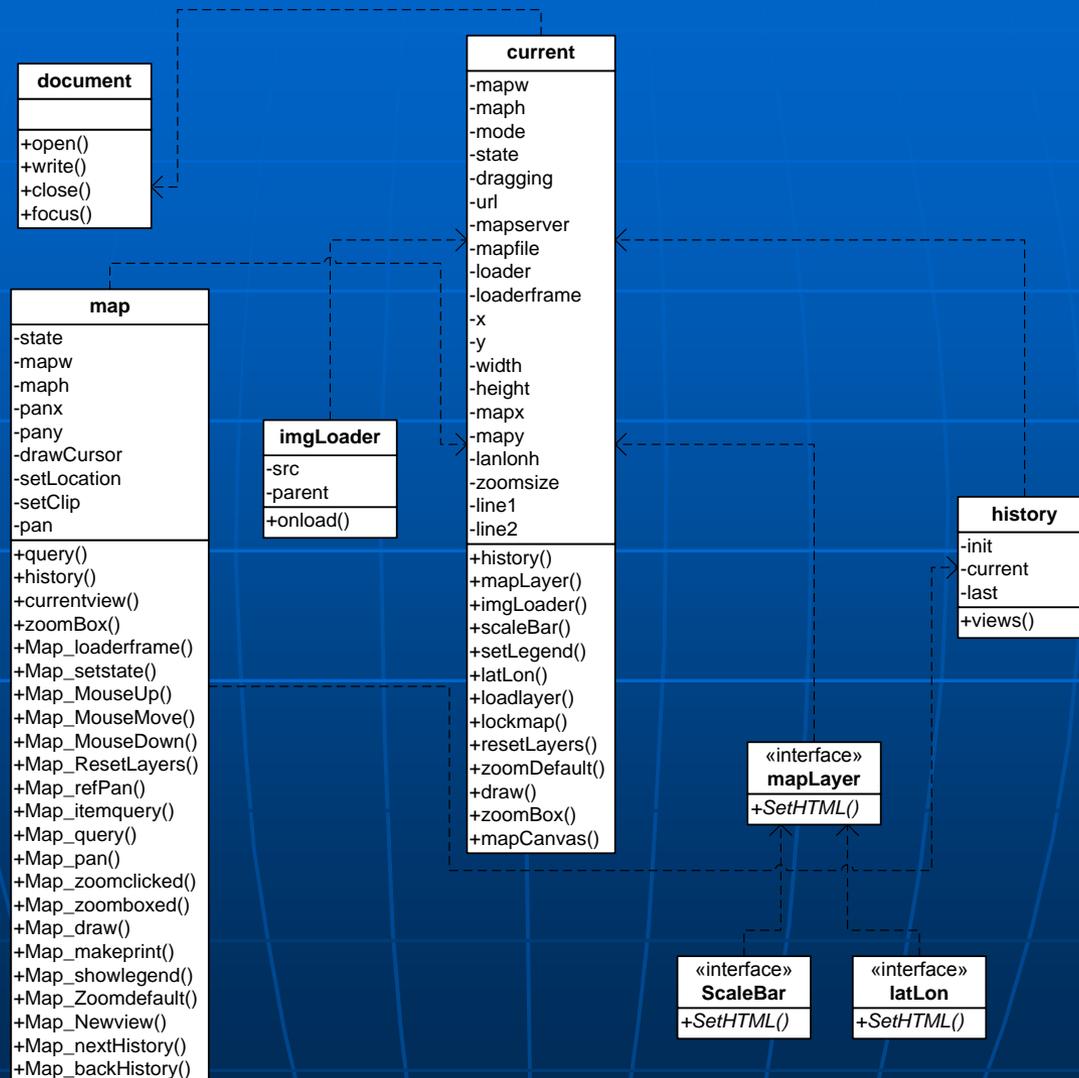
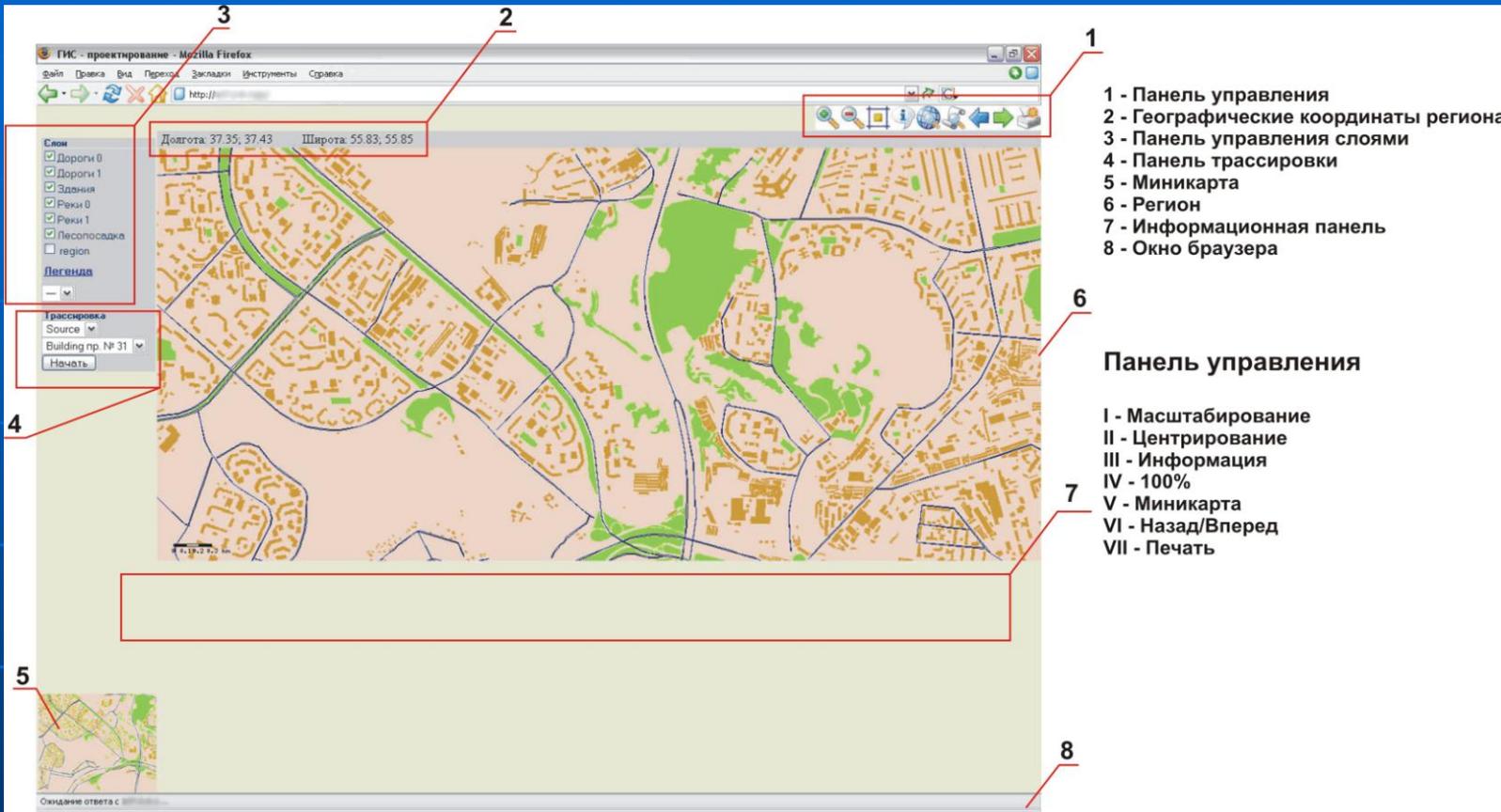


Диаграмма классов главного модуля



Общий вид клиентской части программного комплекса с элементами управ



- 1 - Панель управления
- 2 - Географические координаты региона
- 3 - Панель управления слоями
- 4 - Панель трассировки
- 5 - Миникарта
- 6 - Регион
- 7 - Информационная панель
- 8 - Окно браузера

Панель управления

- I - Масштабирование
- II - Центрирование
- III - Информация
- IV - 100%
- V - Миникарта
- VI - Назад/Вперед
- VII - Печать

Панель управления



Выводы

- 1) Разработана математическая модель трассировки волоконно-оптического кабеля, которая представлена в виде задачи поиска кратчайшего пути на графе. Для ее решения применяется эффективный алгоритм.
- 2) Алгоритм решения этой задачи реализован в виде программного комплекса, с использованием геоинформационных технологий. Проведенные расчеты, для реальной сети, показывают, что применение программного комплекса позволяет увеличить количество просматриваемых вариантов проектных решений, и как следствие, за счет этого улучшается качество проектирования волоконно-оптических линий связи и снижается ее стоимость на стадии проектирования.