

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

Воронежский государственный технический университет

Кафедра теплогазоснабжения и нефтегазового дела

ВЫБОР ТРАССЫ ТРУБОПРОВОДОВ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

*к практическим занятиям и самостоятельной работе
для студентов направления 08.04.01 «Строительство»
(программа магистерской подготовки «Теплогазоснабжение населенных
мест и предприятий»)*

Воронеж 2023

УДК 621.644(07)
ББК 39.7я7

Составитель канд. физ.-мат. наук Б. М. Кумицкий

Выбор трассы трубопроводов: методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе для студентов магистратуры направления подготовки 08.04.01 «Строительство» (программа магистерской подготовки «Теплогасоснабжение населенных мест и предприятий») / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост. Б. М. Кумицкий. – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2023. – 19 с.

В методических указаниях изложены краткий теоретический материал рассматриваемой темы, задания и примеры выполнения работ в соответствии с программой учебной дисциплины и списком рекомендуемой литературы для выполнения практических заданий по дисциплине «Выбор трассы трубопроводов».

Предназначены для магистрантов направления подготовки 08.04.01 «Строительство».

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле МУ_ВТТ_ПР_СР.pdf.

Ил. 14. Библиогр.: 6 назв.

УДК 621.644(07)
ББК 39.7я7

Рецензент – М. Н. Жерлыкина, канд. техн. наук, доц., доцент кафедры жилищно-коммунального хозяйства ВГТУ

*Издается по решению редакционно-издательского совета
Воронежского государственного технического университета*

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	4
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 1. Сущности, объекты и атрибуты геоинформационной системы.....	5
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 2. Векторные геоинформационные системы.....	10
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 3. Геоинформационная система ArcView.....	12
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	18

ВВЕДЕНИЕ

Практические занятия по дисциплине «Выбор трассы трубопроводов» является важным этапом учебного процесса, в котором используются знания, полученные в период обучения.

В настоящем методическом указании изложен краткий теоретический материал для выполнения практических заданий в соответствии с программой дисциплины, который соответствует требованиям Государственного образовательного стандарта к минимальному уровню подготовки выпускников данной специальности.

Целью практических занятий является закрепление теоретических знаний, полученные обучающимися на лекционных и практических занятиях.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 1

Сущности, объекты и атрибуты геоинформационной системы

Современные геоинформационные системы представляют пространственное распределение сущностей в виде объектов: точек, линий, ломаных, путей, площадей, поверхностей. Атрибуты содержат пространственную и непространственную информацию о сущностях и связаны с пространственными объектами ГИС.

Атрибут (attribute) - свойство, качественный или количественный признак, характеризующий пространственный объект (но не связанный с его местоуказанием) и ассоциированный с его уникальным номером, или идентификатором; наборы значений атрибутов (attribute value) обычно представляются в форме таблиц средствами реляционных средств СУБД (систем управления базами данных); классу атрибута (attribute class) при этом соответствует имя колонки, или столбца (column) или поля таблицы (field). Для упорядочения, хранения и манипулирования атрибутивными данными (attribute data) используются средства систем управления базами данных, как правило, реляционного типа.

Данные в ГИС обычно разделяются на пространственную и непространственную составляющие. Различие между этими данными не является четким в силу наличия тесной взаимосвязи между ними. По степени сложности пространственные объекты подразделяются на элементарные (простые), составные и сложные.

Элементарный объект имеет структурированное описание семантических и графических атрибутов, а также фактов и характера его взаимодействия с другими объектами.

Составной объект, образованный группой других объектов с определенным (направленным) порядком их следования при образовании определяемого объекта имеет структурированное описание.

Сложный объект образуется группой других объектов (элементарных, составных, сложных), порядок следования которых при образовании определяемого объекта не фиксирован.

Выбор сущностей, которые будут отображены в модели точечными объектами, зависит от масштаба карты, изученности территории и т.д. Например, на мелкомасштабных картах населенные пункты представлены точками, а на крупномасштабных – площадными объектами. В общем, условия, при которых сущность отображается точечным объектом, могут быть выражены следующими положениями:

- пространственное расположение сущности важно;
- метрические размеры сущности не важны;
- размер объекта не выражается в масштабе модели.

Точечные объекты – самый простой тип пространственных объектов. Координаты каждой точки могут быть представлены парой дополнительных

столбцов базы данных. В этом случае каждая строка – точка, вся информация о точке заключена в строке, столбцы, не содержащие ординат, - атрибуты. Точки не зависят друг от друга (рис.1).

ID	Владелец	H, мм.	X	Y
1	Сидоров	44	1,4	1,2
2	Петрова	112	3,3	0,4
3	Иванова	83	2,1	1,9
4	Федоров	67	3,3	3,1

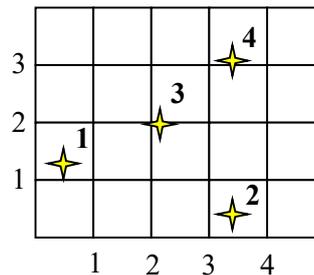


Рис. 1. Точечные объекты

Линейными объектами представляются сущности, «не имеющие ширины, а лишь протяженность». Линейные данные часто называют сетями.

Примеры сущностей, представляемых сетями: сети инфраструктуры, транспортные сети (автодороги и железные дороги), линии электропередачи, газопроводы и т.д. Естественные сети: речная сеть.

Объекты линейной сети состоят из узлов – мест, где линия заканчивается, прерывается, и дуг, соединяющих узлы.

Узел (node, junction) - начальная точка (beginning point, start node) или конечная точка (ending point, end node) дуги в векторно-топологическом представлении (линейно-узловой модели) пространственных объектов типа линии или полигона. Узлы содержат атрибуты, устанавливающие топологическую связь со всеми замыкающимися в нем дугами; узлы, образованные пересечением двух и только двух дуг или замыканием на себя одной дуги, носят название псевдоузлов (pseudo node).

Дуга (arc, link). Последовательность сегментов, имеющая начало и конец в узлах; элемент (примитив) векторно-топологических (линейно-узловых) представлений линейных и полигональных пространственных объектов. Кривая описывается относительно множества точек некоторыми аналитическими функциями (рис. 2).

0-d	Точка		1-d	Строка	
0-d	Узел		1-d	Дуга	
1-d	Отрезок		1-d	Направленная Дуга	
1-d	Сегмент		1-d	Цепочка	

Рис. 2. Элементы линейной сети

Валентность узла – число дуг, связанных с узлом. Окончание линии имеет

валентность 1, узлы с валентностью 4 часто встречаются в дорожных сетях, а с валентностью 3 – в сети рек.

Разновидностью сети является дерево, имеющее только один путь между парами узлов. Большинство речных сетей являются деревьями.

Примеры атрибутов дуг:

- направление и объем трафика, время движения по дуге;
- диаметр трубы, направление движения газа;
- напряжение линии электропередачи, высота столбов.

Примеры атрибутов узлов:

- названия пересекающихся в узле улиц;
- количество трансформаторов на подстанции.

Некоторые атрибуты связаны с частями дуг: например, часть железнодорожной ветки (представленной дугой) может проходить внутри тоннеля.

Границы контуров могут представлять различные природные феномены, такие, как озера, леса, крупные населенные пункты.

Некоторые сущности не могут быть точно представлены в виде дискретных точек, линий или областей. Некоторые сущности непрерывно изменяются в пространстве. Поэтому есть объекты, которые наилучшим образом представляются в ГИС непрерывными поверхностями.

Примеры непрерывных поверхностей: рельеф, температура, давление, плотность населения.

Характеристиками поверхностей являются критические точки:

- пики и углубления – самые высокие и низкие точки;
- линии хребтов и низин – линии изменения знака угла наклона поверхности;
- проходы – место схождения двух хребтов или низин;
- дефекты – резкие изменения значения (например, утесы);
- фронты - резкие изменения угла наклона поверхности.

В программном обеспечении современных геоинформационных систем нет стандартных методов представления поверхностей, поэтому поверхности представляются в виде точек, линий и областей.

Представление поверхностей в виде точек называется цифровой моделью местности и основано на выборке через регулярные интервалы значений с исследуемой поверхности. В результате получается матрица значений, называемая также растром, сеткой, решеткой. Многие цифровые модели местности создаются именно в таком виде и могут быть просто конвертированы в растровое изображение для визуализации.

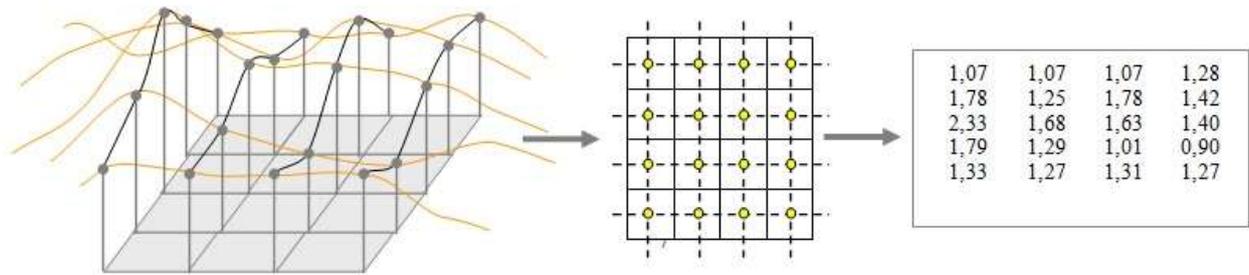


Рис. 3. Представление поверхностей регулярной сетью точек

Представление поверхностей в виде линейных объектов идентично тому, что мы видим на топографических картах и основано на использовании линейных объектов. Линии соединяют выборочные точки, имеющие одинаковые значения атрибута.

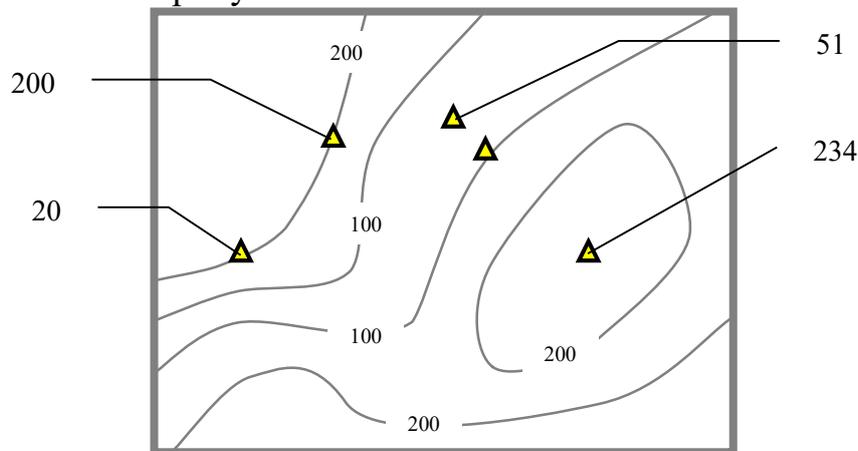


Рис. 4. Представление поверхностей изолиниями

Поверхности могут быть представлены площадными объектами, чаще всего треугольниками, так как эта фигура всегда выпуклая и лежит в одной плоскости. Представление поверхности набором треугольников называется триангуляцией. Выборочные точки являются вершинами треугольников; треугольники полностью покрывают исследуемую территорию. Выборочные точки чаще всего располагаются в пиках и впадинах, вдоль линий хребтов и низин. Результатом являются узлы, соединенные дугами, и треугольники.

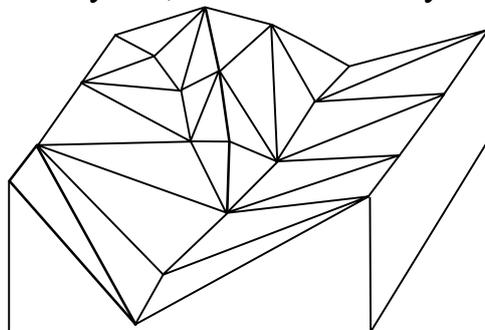


Рис. 5. Представление поверхностей триангуляционной сетью

При использовании непрерывных данных мы часто хотим знать значения атрибута вне точек, линий или вершин треугольника, представляющих поверхность. Эти значения вычисляются путем интерполяции по ближайшим точкам, в которых величина атрибута известна.

Поверхности обычно обладают одним атрибутом, но иногда могут иметь несколько (например, многозональные космические снимки). Каждая ячейка имеет одно значение на всей описываемой ею площади.

Контрольные вопросы

1. Как в геоинформационных системах связаны пространственные и атрибутивные данные?
2. Предложите алгоритм триангуляции поверхности по выборочным значениям.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 2

Векторные геоинформационные системы

Векторная модель данных основана на векторах (в противоположность покрывающим все пространство растровым структурам). Фундаментальным примитивом является точка. Объекты создаются путем соединения точек прямыми линиями. Некоторые системы позволяют соединять точки дугами окружностей. Площадные объекты определяются как набор линий. Термин полигон является синонимом «площадного объекта» в силу использования прямых линий для соединения точек.

Векторные базы данных создаются для различных целей: векторная модель доминирует в транспортных задачах, коммуникациях, управлении и т.д. Для управления ресурсами используются как векторные, так и растровые ГИС. В векторной базе данных объекты собираются в единое целое посредством топологии.

Топология – раздел математики, позволяющий описывать связанность и отделимость точек или линий, определяющих взаимосвязи объектов в ГИС.

Топологические отношения являются одним из наиболее полезных видов отношений, поддерживаемых пространственными базами данных. Топологическая структура данных определяет, где и как точки и линии соединяются в узлах на карте. Порядок соединения определяет форму дуги или полигона.

Объекты и атрибуты позволяет описывать условия, существующие на карте или в реальности. Векторные объекты, используемые для описания пространственного изменения явления должны подчиняться некоторым простым правилам:

- два площадных объекта не должны перекрываться;
- каждая точка изучаемого пространства должна находиться внутри только одного площадного объекта (или на границе).

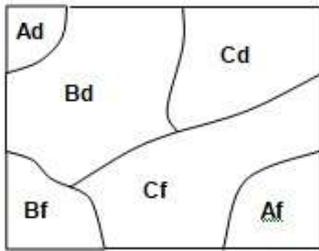
Если создаются или редактируются точки объектов слоя, топология должна быть построена заново. Построение топологии включает в себя вычисление и кодирование взаимосвязей между точками, линиями и площадными объектами.

Хранящиеся в пространственной базе данных объекты могут быть отображены на дисплее компьютера по их точкам и дугам. Атрибуты и типы объектов показываются с использованием цветов, стилей линий и шаблонов заливки.

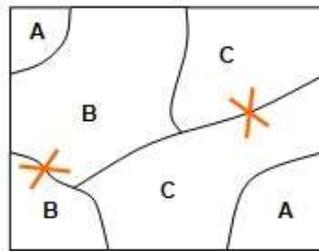
Часто бывает необходимо выбрать по какому-то признаку и отобразить часть информации, хранящейся в пространственной базе данных. Например, вывести на дисплей слой промышленного использования земель на топографической основе.

Некоторые ГИС используют для выборки язык запросов sql. Эта операция часто применяется в работе с площадными объектами. Объекты собираются

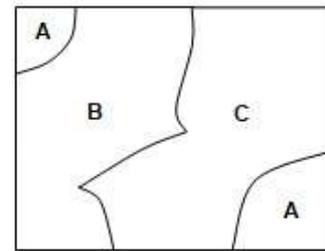
вместе на основе атрибутов. Например, карта почв содержит площадные объекты, имеющие атрибуты «тип почвы» (**a, b, c**) и «потенциал роста» (**d и f**).



Классифицировать объекты по одному или нескольким признакам.



Удалить границы между объектами одного типа.



Собрать из дуг полигонов одного типа новые, более крупные полигоны.

Рис. 6. Переклассификация объектов

Контрольные вопросы

1. Для чего применяется переклассификация объектов?
2. Что такое «топологические отношения»?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 3

Геоинформационная система ArcView

Геоинформационная система ArcView разработана в Институте исследования систем окружающей среды (ESRI, США) и предназначена для сбора, хранения, обработки и визуализации пространственно привязанной информации.

ГИС ArcView имеет модульное строение (рис. 7) - то есть имеет ядро, к которому могут подключаться различные функциональные модули.

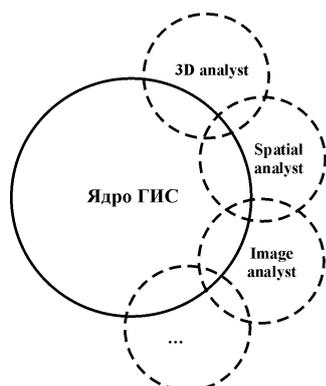


Рис. 7. Модульное строение универсальной ГИС ArcView

Ядро универсальной ГИС ArcView содержит следующие компоненты:

- система управления пространственными данными;
- система управления базами данных;
- система построения диаграмм и графиков;
- система подготовки макетов карт к печати;
- язык программирования Avenue.

Система управления пространственными данными позволяет создавать, редактировать, визуализировать и представлять в различных картографических проекциях пространственные данные, выполнять пространственные запросы. ArcView может работать с несколькими наборами географических данных в интерактивных картах, называемых «Видами».

Система управления базами данных позволяет создавать и редактировать атрибутивные данные, устанавливать реляционные отношения между различными таблицами, связываться с внешними базами данных, а так же выполнять различные запросы по атрибутивным данным.

Система построения диаграмм и графиков позволяет проводить построение различных диаграмм и графиков по атрибутивным данным.

Система подготовки макетов карт к печати позволяет проводить сборку картографической, атрибутивной и графической информации на один лист и выводить полученный макет на печать.

Встроенный язык программирования Avenue высокого уровня позволяет пользователю создать свой собственный интерфейс, программно представлять имеющиеся наборы данных, разрабатывать собственные алгоритмы обработки пространственной и атрибутивной информации.

В ArcView вы работаете с видами, таблицами, компоновками, диаграммами и скриптами, сохраненными в проекте. Одновременно в ArcView можно работать только с одним проектом.

Когда вы создаете новый проект или открываете уже существующий,

окно проекта появляется в окне ArcView. Здесь находятся списки всех компонент проекта, и это позволяет управлять ими. Дважды щелкнув на имени компоненты, вы откроете ее. Заголовок окна проекта показывает вам имя проекта.

Когда вы открываете одну из компонент проекта, она отображается в собственном окне. В ArcView можно открыть любое количество окон, но одновременно только одно из них будет активным. Активное окно - то окно, с которым вы работаете сейчас.

Все окна, в данный момент открытые внутри окна ArcView, заносятся в список внизу меню Окно в панели меню ArcView. Первое окно в этом списке - окно проекта.

Чтобы сделать окно активным, просто щелкните внутри него или на его заголовок, или выберите его из ниспадающего списка Окна вверху окна ArcView. Когда окно откроется, оно автоматически становится активным. Если часть окна закрыта другими, сделайте его активным и оно окажется сверху.

Когда вы выполняете действия в ArcView, они обычно выполняются над активным окном. Пользовательский интерфейс ArcView изменяется в зависимости от типа активного окна.

Панель меню. Эта панель в верхней части окна ArcView содержит ниспадающие меню ArcView (рис. 8). Для выбора пункта из ниспадающего меню можно использовать мышку или соответствующий набор клавиш клавиатуры. Содержание панели меню изменяется в зависимости от типа активного окна.



Рис. 8. Панель инструментов

Панель, расположенная под панелью меню в окне ArcView, содержит кнопки, дающие быстрый доступ к различным элементам управления. Щелкните на кнопку для их выбора. Содержание панели кнопок изменяется в зависимости от типа активного окна.

Панель инструментов. Эта панель расположена под панелью кнопок в окне Arc View и содержит различные инструменты, с которыми можно работать (рис. 8). Если вы работаете в окне проекта или со скриптом, панель инструментов отсутствует. Вам нужно щелкнуть на инструменте, чтобы выбрать его. Инструмент активен, пока вы не выберете другой. Содержание панели инструментов изменяется в зависимости от типа активного окна.

Для того чтобы добавить новый Вид к проекту необходимо выбрать иконку «ВИДЫ» и нажать на кнопку «Новый», или два раза щелкнуть левой

кнопкой мыши на иконке «ВИДЫ». После проделанного откроется окно нового вида, которое обычно называется «View1» (рис. 9).

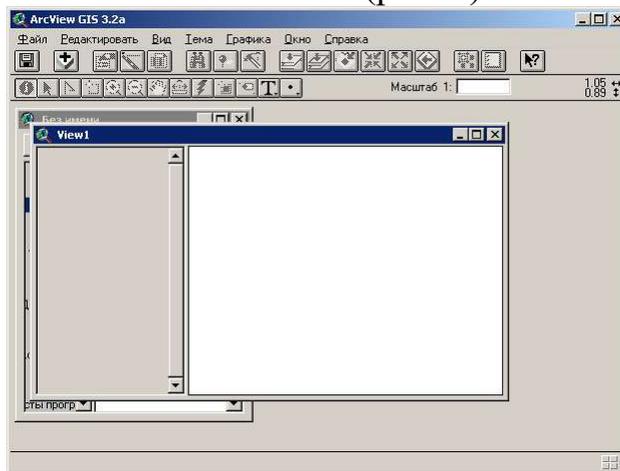


Рис. 9. Пустое окно Вида в проекте

Тема - это набор пространственных объектов в Виде. Тема отображает такие исходные пространственные данные как:

- пространственные данные, такие как покрытие ARC/INFO;
- шейп-файл Arc View;
- чертежи CAD, такие как чертежи AutoCAD, (если модуль CAD Reader загружен в Arc View);
- данные изображений, такие как спутниковые снимки;
- растровые изображения;
- таблицы, содержащие XY координаты объектов.

Тема указывает на географические данные, которые она представляет. Она не содержит сами данные.

Таблица Содержания показывает:

1. Имя каждой темы в виде;

Темам можно давать любое имя. По умолчанию, тема называется по имени источника данных, который ее представляет, типа «Нурр.shp» или «River.shp». Можете дать темам более длинные и содержательные имена в диалоге «Тема→Свойства...»

2. Легенду для каждой темы;

Легенда темы показывает символы и цвета, используемые для рисования темы. Тема может быть нарисована с использованием одного символа, или может использоваться целый ассортимент различных символов и цветов, чтобы классифицировать объекты в теме.

3. Включена или Отключена тема;

Каждая тема имеет слева флажок, который указывает, рисуется ли тема в настоящее время в виде. Вы управляете тем, какие темы должны рисоваться в вашем виде, просто щелкая по этим флажкам.

4. Порядок прорисовки тем;

Тема сверху Таблицы Содержания рисуется поверх тех, которые ниже ее.

Следовательно, темы, которые формируют задний план вида, расположены внизу списка. Можете перетаскивать темы вверх или вниз в Таблице Содержания, чтобы изменить порядок, в котором они рисуются.

5. Какие темы активны;

Когда тема активна, она рельефно выделена в Таблице Содержания. Просто щелкните имя темы или легенду, чтобы сделать ее активной. Чтобы сделать активными более чем одну тему, удерживайте нажатой клавишу SHIFT, и щелкайте по темам. Большинство операций при работе в виде можно выполнять над активной темой (темами).

6. Какая тема может редактироваться;

Штриховая линия вокруг окошка темы указывает на то, что в настоящее время редактируются объекты в теме. Только темы, основанные на шейп-файлах, могут быть редактируемыми. Для того чтобы начать редактировать объекты темы необходимо:

1. сделать тему активной;
2. в меню «Тема» выбрать пункт «Начать редактирование».

После того, как редактирование темы завершено необходимо сохранить изменения («Тема → Сохранить изменения») и отключить «редактируемость» темы «Тема → Прекратить редактирование».

В Arc View, для наглядного отображения пространственной информации по атрибутивным данным могут быть использованы следующие типы легенд:

1. отдельный символ;
2. цветовая шкала;
3. масштабируемый символ;
4. уникальное значение;
5. локализационная диаграмма.

При этом получаемые тематические карты могут нести различную смысловую информацию. Для изменения легенды тематической карты необходимо два раза щелкнуть на названии или легенде интересующей темы, или выбрать меню «Тема→

Редактировать легенду...», или воспользоваться кнопкой . В открывшемся диалоговом окне (рис. 10), в выпадающем списке «Тип легенды» выбрать интересующий тип легенды будущей тематической карты, установить требуемые параметры и «Применить» произведенные изменения.

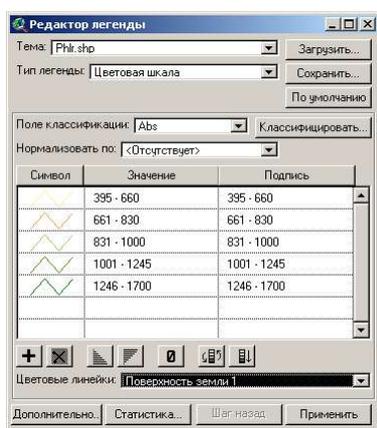


Рис. 10. Вид окна редактора легенды

Рассмотрим типы тематических карт подробнее.

Все объекты темы изображаются одним цветом и символом. Это очень полезно, когда необходимо только показать расположение объектов в теме (рис. 11).

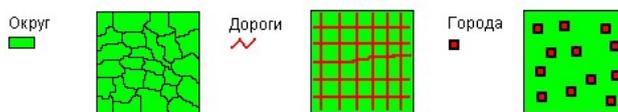


Рис. 11. Тематические карты с легендой «отдельный символ» для полигональных, линейных и точечных объектов

Объекты изображаются одним типом символа, но цвета представляют изменение значений атрибутивных данных (рис. 12).



Рис. 12. Тематические карты с легендой «цветовая шкала» для полигональных, линейных и точечных объектов

Карты с типом легенды Цветовая шкала отображают объекты темы, используя цвет. Обычно такие карты строят по числовым данным с прогрессией или диапазоном значений, подобно температуре. Объекты представляются цветовой шкалой. Цветовая шкала имеет начальный и конечный цвет, в диапазоне которых размещаются все соответствующие спектру цвета. Например, цветовая шкала от желтого до красного идет через оранжевый.

Существует более 30 готовых цветовых шкал. Шкала, которую Вы выбрали, будет применяться каждый раз при повторной классификации значений по полю классификации. Arc View повторно классифицирует эти значения каждый раз после изменения значений или числа классов.

Готовые цветовые шкалы основываются на 13 цветах. Так, для специализированных цветовых шкал, таких как рельеф или температура, можно получить наилучшие результаты, используя 13 цветов.

Масштабируемый символ. Объекты изображаются одним цветом и символом, представляющими изменение значений. Это наилучший способ изображения данных условным значком, передающим изменение размера или величины. Градуированный символ используется только для точечных и линейных данных (рис. 13).

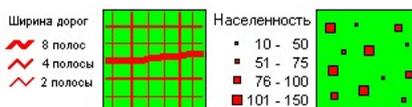


Рис. 13. Тематические карты с легендой «масштабируемый символ» для линейных и точечных объектов

Карты с типом легенды «Масштабируемый символ» отображают объекты темы, используя различный размер символов. Обычно такие карты используют при отображении числовых данных для точечных и линейных объектов. Хотя

цвет является мощным инструментом при дифференциации объектов, точечные и линейные объекты редко бывают достаточно крупными, чтобы эффективно отображаться цветом.

Когда назначается минимальный и максимальный размер в Редакторе легенды для Градуированных символов, ArcView просматривает, сколько имеется классов, и делит диапазон размера символов на число классов для определения размера интервала между классами. Так, для классификации по методу равных интервалов получается прямое соответствие между размером символа и значением представляющего его класса. При использовании других методов классификации может потребоваться вручную выравнять размеры некоторых символов в классах для более корректного представления диапазонов.

Уникальное значение. Каждое уникальное значение в теме представляется уникальным символом. Это наиболее эффективный метод изображения содержательных (качественных) данных (рис. 14).



Рис. 14. Тематические карты с легендой «Уникальное значение» для полигональных, линейных и точечных объектов

Карты с типом легенды «Уникальное значение» отображают значения данных таким образом, что символ, изображающий одно значение, более или менее отличается от символов, изображающих другие значения. Чтобы упростить задачу дифференциации данных, в Arc View имеется несколько инструментальных средств:

Заранее созданные схемы цветов. Каждая схема составлена из набора цветов с гармоничными переходами между ними и одинаковой интенсивностью цвета.

Случайные цвета . Эта кнопка имеет четыре отличных способа генерировать произвольные цвета. По существу цветовой спектр разделен числом уникальных значений, которые вы задаете. Затем произвольно назначаются насыщенность и значение каждого цвета, которые произвольно же приписываются вашей легенде. Каждый раз, когда вы нажимаете кнопку Случайные цвета, Arc View последовательно использует другой метод определения значения и насыщенности цвета.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коновалова Н.В., Капралов Е.Г. Введение в ГИС / Петрозаводск: Изд-во Петрозаводского Госуниверситета, 2005.
2. Кошкарев А.В. Толковый мини-словарь основных терминов по геоинформатике (с английскими эквивалентами)/ М.: ГИС обозрение, 1994.
3. Кошкарев А.В., Тикунов В.С. Геоинформатика / под ред. Д.В. Лисицкого. М.: Картгеоцентр-Геоиздат, 2005.
4. Кузнецов С.Н. Использование геоинформационных технологий при прокладке трубопроводов: метод. указания к выполнению курсового проекта для студ. направления 21.03.01 «Нефтегазовое дело», профиль «Проектирование, строительство и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ» и для студентов направления 08.03.01 «Строительство», профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция»/ Воронежский ГАСУ; сост.: С.Н. Кузнецов, Г.А.Кузнецова. - Воронеж, 2015. - 16 с.
5. Тикунов В.С. Моделирование в картографии: Учебник/ М.: Изд-во МГУ, 2003.
6. Цикритзис Д., Лоховски Ф. Модели данных / М.: Финансы и статистика, 1985.

ВЫБОР ТРАССЫ ТРУБОПРОВОДОВ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

*к практическим занятиям и самостоятельной работе для студентов
направления 08.04.01 «Строительство» (программа магистерской подготовки
«Теплогазоснабжение населенных мест и предприятий»)*

Составитель

Кумицкий Борис Михайлович

Издается в авторской редакции

Подписано к изданию 10.11.2023.

Уч.-изд. л. 0,9

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84