

## Практикум 4. Разработка тематических карт в ArcGIS 9.3.1

**Цель:** создать тематическую карту и выполнить ее компоновку, используя функциональность пакета ArcGIS (на примере данных по территории Африки и о структуре производства электроэнергетики США).

**Задачи:** 1. Исследовать способы символизации (придания объектам стилей в зависимости от их атрибутов) в программе ArcGIS 9.3.1.

2. Рассмотреть технику подписывания объектов, создание аннотаций.

3. Исследовать работу в режиме *Layout View*, создать компоновку карты.

4. Рассмотреть работу одного-двух инструментов ArcToolbox.

**Исходные данные:** shape-файлы *Cities.shp*, *Rivers.shp*, *Countries.shp*, *Wildlife.shp* из набора «Africa», shape-файл *States.shp*, слой *Cities.lyr* из набора «usa», электронная таблица *Energy.xls*.

### Работа пользователя в программном интерфейсе

**Тематическое картографирование** в большинстве ГИС – это способ визуализации пространственных данных, основанный на присвоении элементарным составляющим геоинформационной модели (точкам, линиям, полигонам, ячейкам растра) определенных стилей изображения, которые зависят от значений непространственных характеристик, хранимых в атрибутивных базах данных.

В самом простом случае стили включают в себя следующие составляющие:

- цвета точек, линий, полигонов;
- растяжка цветовой раскраски для ячеек растровых моделей данных;
- размер точечного объекта;
- стиль точечного объекта (кружочек, квадратик, другой значок);
- стиль линии (сплошная, пунктирная, точками и т.д.);
- толщина линии;
- стиль полигона (с заливкой, штриховкой или прозрачный);
- толщина и стиль внешней границы полигона и др.

ArcMap предоставляет следующие способы символизации (*symbolology*):

1. **Features, Single Symbol** – *Гис-объекты, один символ*. Способ используется для визуализации только векторных слоев. Все объекты слоя в соответствии с этим способом имеют одинаковый стиль визуализации.

2. **Categories** – *Категории*. В соответствии с этим способом, все объекты слоя, имеющие идентичные значения по одному из атрибутов (способ *Category - unique values*) или одновременно по нескольким атрибутам (способ *Category -*

*Unique values, many fields*), будут визуализированы одинаковым стилем. Способ применяется преимущественно для качественных атрибутов (рангов и категорий).

3. **Quantities- Количества.** В данном случае размер символа, толщина линии или же интенсивность раскраски векторных объектов или ячеек раstra пропорциональна значению атрибута, по которому они визуализированы. Пример - чем больше плотность населения административной единицы, тем интенсивнее штриховка. Способ используется для интервалов значений - одинаковой градацией размера, толщины и интенсивности цвета изображены объекты, попадающие в заданный диапазон значений атрибута.

4. **Charts – Графики** – визуализация количественных соотношений атрибутов при помощи круговых и столбчатых диаграмм, иллюстрирующих характеристики объекта сразу по нескольким атрибутам, раскрывая, таким образом, его структуру.

5. **Multiple attributes - Quantity by category.** В данном случае присутствует только способ. В данном способе одинаковым стилем визуализированы объекты одновременно одной категории и попадающие в заданный интервал числовых значений.

Исследуем возможности *ArcGIS* на примере некоторых из способов символизации.

### **Single symbol**

Нажмите кнопку  *Добавить данные (Add data)* на панели инструментов, перейдите в набор данных «Africa», выделите *shape-файл Countries* и нажмите клавишу *Добавить (Add)*. В окне карты у Вас откроется знакомые очертания африканских государств.

При каждом новом открытии заливка для контуров государств *shape-файла*, будет выглядеть по-разному. Сейчас, на Вашей карте Африка может выглядеть в синеватых или бежевых тонах, но это вовсе не значит, что в следующий раз для этого *shape-файла* на Вашей карте визуализация будет аналогичной. При каждом повторном открытии полигонального *shape-файла* его стиль может отличаться.

**Задание 1** – «раскрасить» Африку **бежевым** цветом используя способ *Single symbol*.

Для этого:

1. Нажмите правой кнопкой мыши на слое *Countries* в таблице содержания.
2. В контекстном меню слоя выберите команду *Свойства (Properties)*.

3. В окне свойств (рис. 4.1) перейдите на вкладку *Символизация* (*Symbology*).

4. Выберите способ символизации *Single symbol*, в групп-боксе *Symbol* нажмите на кнопку выбора стиля цвет.

5. В появившемся диалоговом окне *Выбор стиля* (*Symbol selector*) раскройте палетку цветов и выберите цвет *Sahara Sand*.

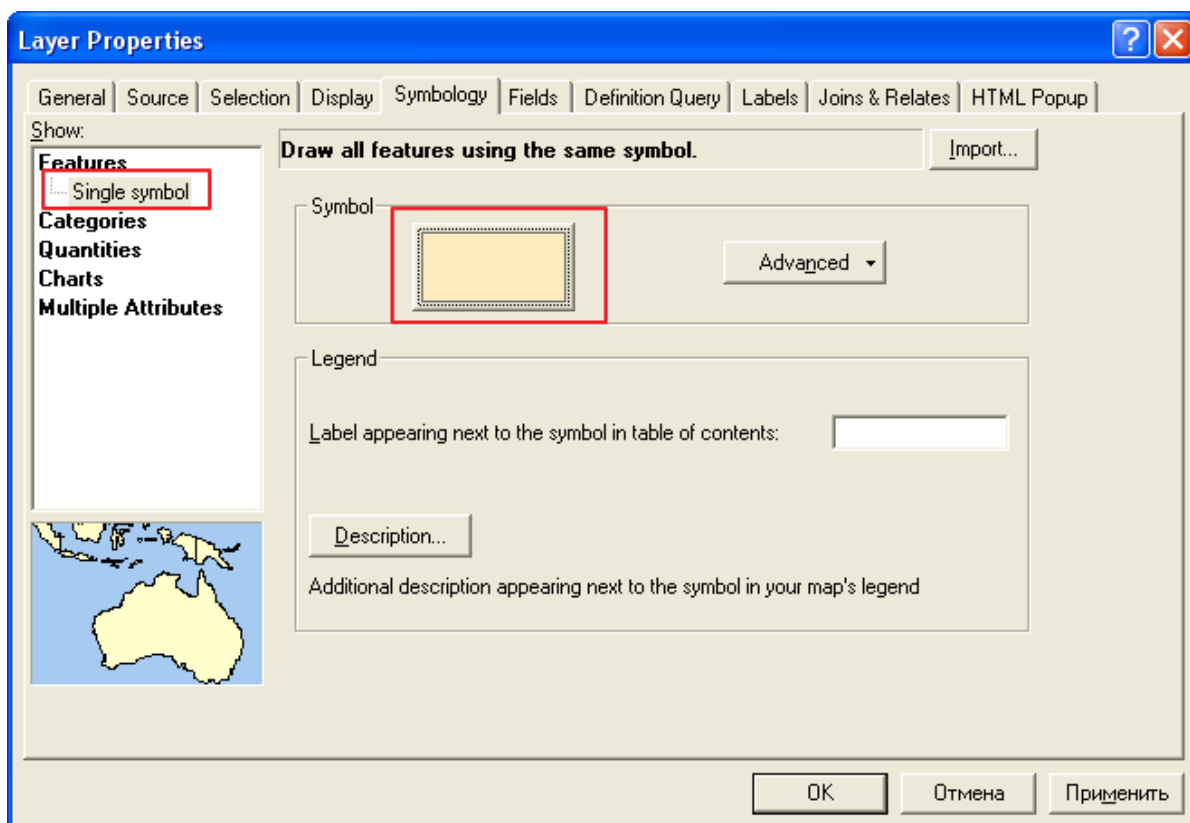


Рис. 4.1. Диалог настройки свойств слоя, вкладка *Symbology*, элементы для настройки способа *Single symbol*

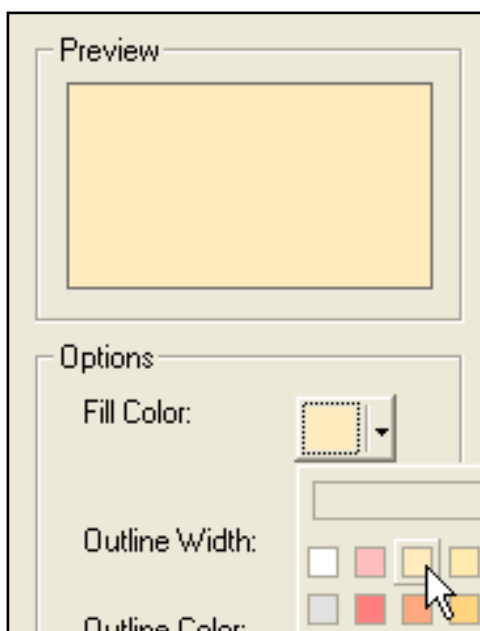


Рис. 4.2. Выбор цвета *Sahara Sand* в палетке цветов диалога *Symbol selector*

6. Установите ширину внешней линии полигонального объекта равную 0,75, а ее цвет – *Gray 60%* (рис. 4.3).

7. Нажмите *OK* в окне выбора стиля, чтобы применить указанные параметры визуализации.

В результате Вы получите картографическое представление государств Африки в бежевом цвете.

Открыть *Symbol selector* еще проще, если кликнуть один раз на квадратике стиля изображения полигонального слоя в таблице содержания.

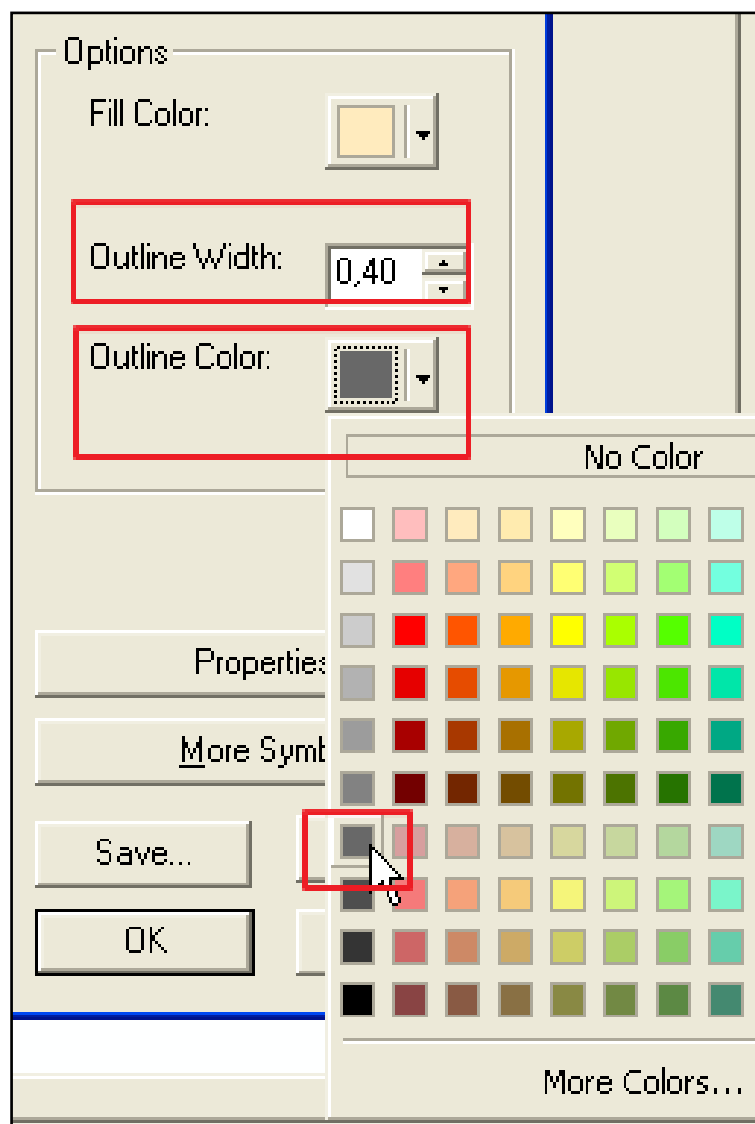


Рис. 4.3. Настройка стиля контура полигонального объекта

### ***Categories (Категории)***

Категории - это следующий из способов, использующий качественные атрибутивные характеристики.

#### **Задание 2. Проверить работу способа категорий на примере слоя рек.**

1. Добавьте в окно карты *shape*-файл *rivers.shp* из учебной директории.
2. Нажмите правой кнопкой мыши на слое рек и выберите *Open Attribute Table* (*Открыть атрибутивную таблицу*). Откроется таблица атрибутов слоя рек. Ее фрагмент показан на рисунке 4.4.

Обратите внимание на следующие атрибуты, характеризующие реку: *Type (Тип)* - пересыхающая (intermittent) и постоянная (perennial), *Status (Статус)* – главная (main) или второстепенная (secondary), *Navig* – судоходная (navigable) и нет (nonnavigable). Попробуем визуализировать эти атрибуты на карте.

| TYPE         | STATUS    | NAVIG        |
|--------------|-----------|--------------|
| intermittent | secondary | nonnavigable |
| perennial    | main      | nonnavigable |
| perennial    | secondary | nonnavigable |
| perennial    | main      | navigable    |
| intermittent | secondary | nonnavigable |

Рис. 4.4. Таблица атрибутов слоя рек (фрагмент):  
сновные картографируемые характеристики слоя

3. Закройте атрибутивную таблицу и откройте окно свойств слоя *rivers*.

4. Выберите тип символизации *Categories, Unique values* (1 на рис. 4.5), в выпадающем списке значений для символизации выберите *TYPE* (2), нажмите кнопку *Add All Values* (3) для добавления всех значений колонки *TYPE*, а затем выполните двойной щелчок на дефолтном символе для полилиний пересыхающих рек (4).

5. В открывшемся диалоговом окне *Style Selector* выделите стиль линии *Stream, Intermittent* (синяя пунктирная линия). В груп-боксе *Опции* окна *Style Selector* измените цвет линии на более насыщенный синий, выбрав его из палетки цветов.

6. Нажмите *OK*, а затем аналогично поменяйте стиль для рек типа *Perennial*, Выбрав для них стиль линии *River* (сплошная синяя линия толщиной 1). После этого речная сеть материка отображена более естественным образом: пересыхающие реки показаны пунктирными линиями, постоянные – сплошными.

В результате Вы должны получить изображение как на рисунке 4.6. (Прим.: чтобы не перегружать рисунки, на рис.4.6 и дальше показываются фрагменты карты на западную оконечность материка).

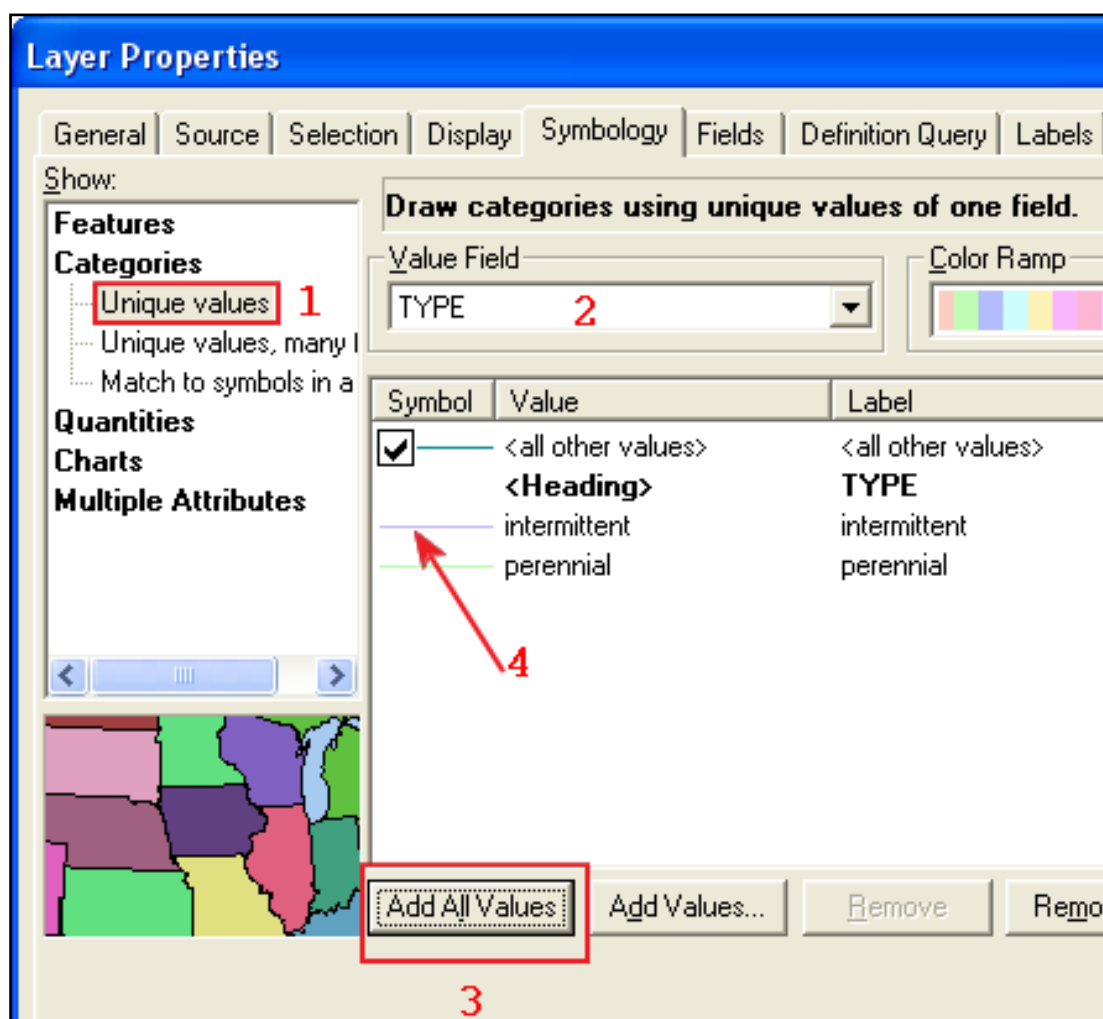


Рис. 4.5. Окно свойств слоя рек (фрагмент). Настройки способа категорий по значению атрибута *TYPE*

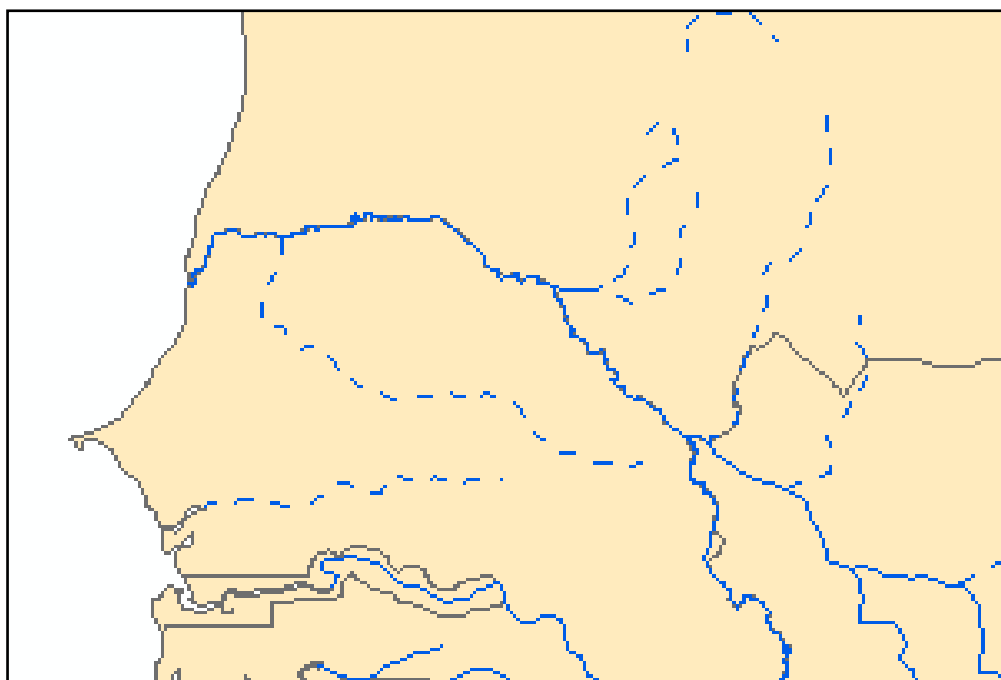


Рис. 4.6. Визуализация рек способом категорий по колонке *TYPE* (фрагмент)

Допустим, Вас интересуют только пересыхающие реки, а все остальные Вы хотите сделать невидимыми. Для этого:

1. Откройте окно *Symbol Selector* для постоянных рек.
2. В выпадающем списке палетки цветов линии выберите *No Color*.
3. Нажмите *OK* для применения изменений.

**Задание 3. Самостоятельно.** Откройте свойства слоя рек и, по аналогии с предыдущим заданием, постройте модели как представлено на рисунках 4.7 и 4.8 и в их описании. Используйте синий цвет.

1. Картограмма с главными реками (толстые сплошные полилинии) и второстепенными (тонкие сплошные). Используйте значения колонки *STATUS*.



Рис. 4.7. Визуализация рек способом категорий по колонке *STATUS*

2. Картограмма с судоходными (толстые сплошные) и нет (тонкие сплошные) реками. Используйте значения колонки *NAVIG*.



Рис. 4.8. Визуализация рек способом категорий по колонке *NAVIG*

**Задание 4.** Построить картосхему, на которой реки будут визуализированы в соответствии со значениями атрибутов сразу двух колонок: *NAVIG* и *STATUS*. Для этого:

1. Откройте окно свойств слоя рек.
2. Выберите способ *Category, Unique values, many fields*.
3. В выпадающих списках *Value Fields* выберите *NAVIG* и *STATUS*.

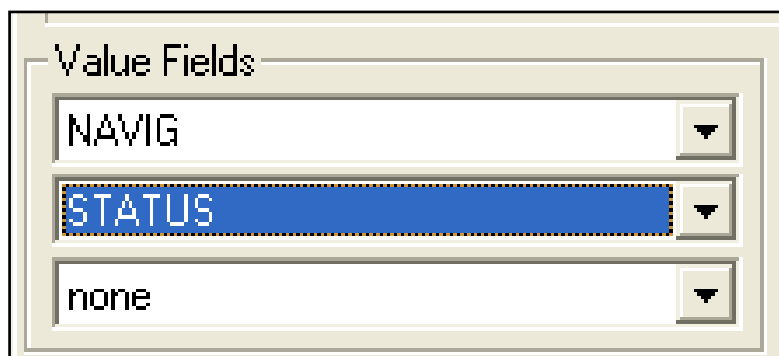


Рис. 4.9. Выбор полей для визуализации слоя атрибутов способом категорий (задание 4)

4. Нажмите кнопку *Add All Values*. В результате Вы получите следующий перечень категорий для визуализации.

| Symbol                              | Value                   | Label                   | Count       |
|-------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <all other values>      | <all other values>      | 0           |
|                                     | <b>&lt;Heading&gt;</b>  | <b>NAVIG, STATUS</b>    | <b>1621</b> |
|                                     | navigable, main         | navigable, main         | 126         |
|                                     | navigable, secondary    | navigable, secondary    | 21          |
|                                     | nonnavigable, main      | nonnavigable, main      | 317         |
|                                     | nonnavigable, secondary | nonnavigable, secondary | 1157        |

Рис. 4.10. Перечень категорий для визуализации

Этот перечень построен уже с учетом того, что каждая река может иметь отношение как к одному из статусов (главная или нет), так и быть судоходной или нет.

5. Отредактируйте дефолтные стили линий следующим образом:

- **судоходные реки** будут определяться параметром цвета линии: светлая синяя - не судоходные, темная синяя - судоходные.
- **статус реки** будет определяться толщиной: толстая – главные, тонкая - второстепенные.

Например: судоходные второстепенные реки - темные синие, тонкие линии. Покажите преподавателю результат, а затем верните рекам общий стиль (сплошная тонкая синяя линия для всех рек).



Рис. 4.11. Результат визуализации слоя рек по заданию 4

**Задание 5.** Чтобы реки не перегружали картографическое изображение, отобразите только те из них, которые имеют статус главных.

1. Откройте свойства слоя рек.
2. В окне свойств перейдите на вкладку *Definition query* (Определяющий запрос).
3. Нажмите кнопку *Query Builder* (Построитель запросов).
4. Введите запрос «*Status*» = «*main*», как на рисунке.

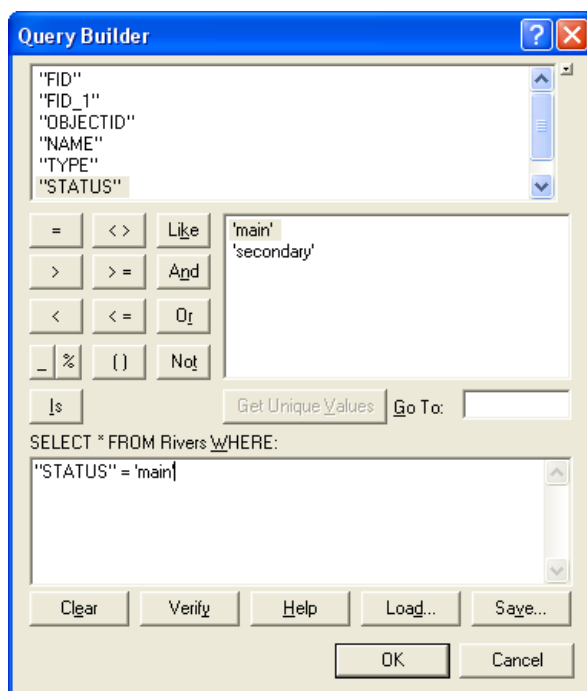


Рис. 4.12. Диалог *Query builder*. Определяющий запрос для главных рек

5. Два раза нажмите *OK*.

В результате, на карте у Вас будут видны только главные реки, изображение речных систем будет представлено в значительно более генерализованной форме. Способ категорий вполне применим не только для линейных объектов, но и для площадных, а также точечных.

**Задание 6. Самостоятельно.** Из учебного набора “africa” добавьте в окно карты shape-файл *Cities*. По аналогии с предыдущими заданиями **представьте слой городов по атрибуту «столица» или «не столица»**. Столичные города будем обозначать красным кружком с точкой в центре (стиль *Circle 7*, размер 18), остальные - черным кружком (стиль *Circle 1*) такого же размера. Для **визуализации - используйте значение колонки Capital (Y- “Yes”- столица; N- “No”- не столица)** для получения модели как на рис. 4.12.

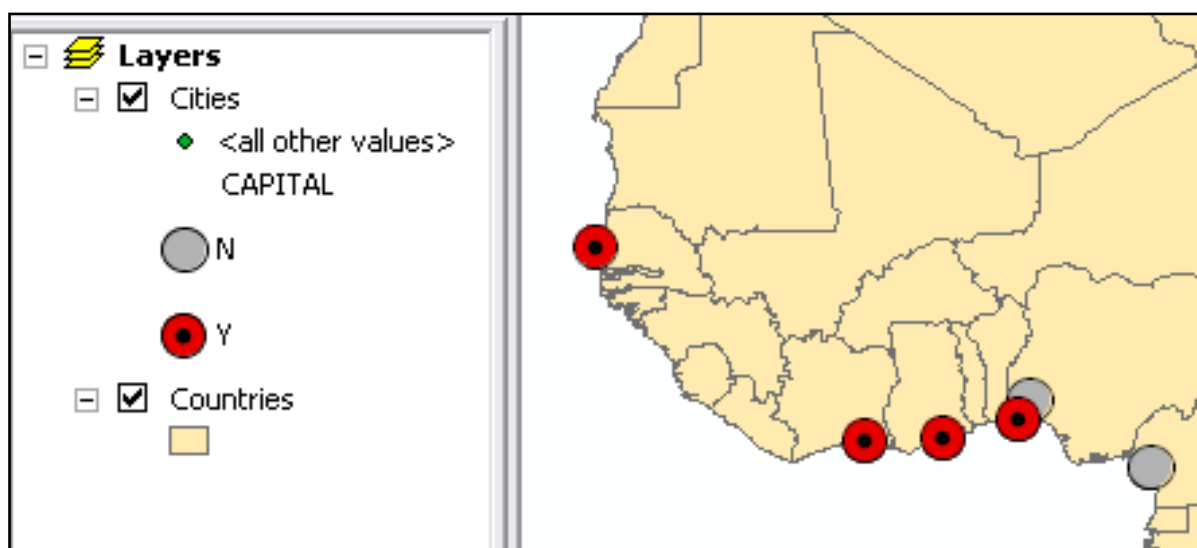


Рис. 4.12. Результат визуализации городов по заданию 6

### **Quantities- количественный способ**

**Задание 7. Построить модель, иллюстрирующую количество жителей городов при помощи способа *Градуированный символ*.**

1. Нажмите правой кнопкой мыши на слое городов, скопируйте слой.

2. В таблице содержания нажмите правой кнопкой мыши на группе



, а затем выберите из контекстного меню команду *Вставить*.

В результате сверху в таблице содержания у Вас должна появиться копия слоя городов, идентичная той, где вы визуализировали города по принципу «столицы» и «не столицы».

3. Для нижнего из двух слоев городов отключите видимость, а для верхнего – откройте окно свойств слоя.

4. Выберите тип символизации *Quantities, graduated symbol*.

5. В груп-боксе *Fields (Поля)* установите колонку *POPULATION*, как поле с данными для символизации (рис. 4.13).

6. Установите размер символа от 14 до 28, количество классов равное 4 и тип символа, как на рисунке ниже. Расчетные значения диапазонов поменяются автоматически, ничего вбивать руками не нужно.

В итоге, после нажатия *ОК*, Вы должны получить картографическую модель как на рисунке 4.14.

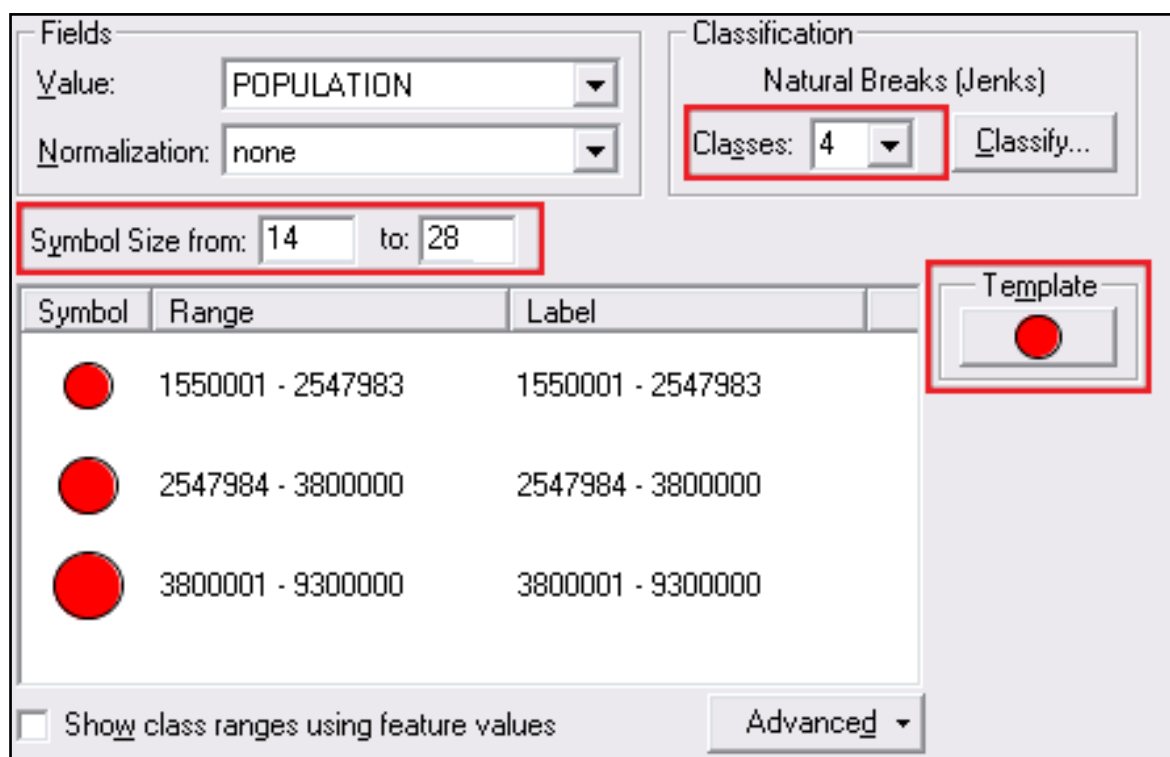


Рис. 4.13. Параметры способа *Quantities, graduated symbol* для слоя городов

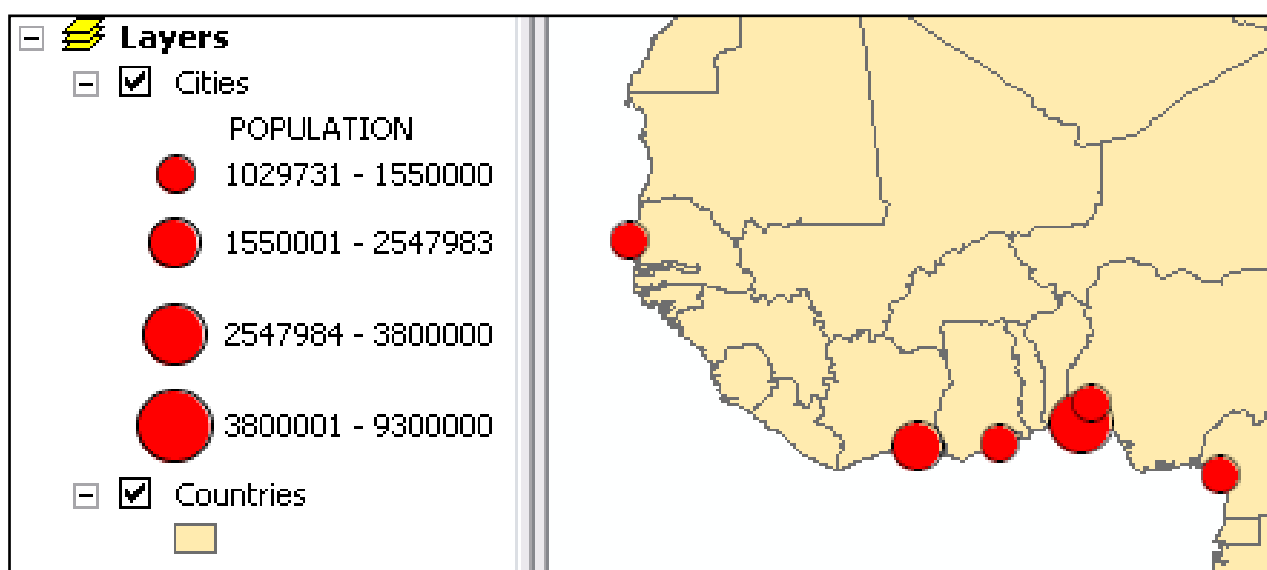


Рис. 4.14. Результат визуализации городов способом градуированных символов

**Задание 8.** Для слоя *Countries* визуализировать данные о численности населения стран при помощи способа плотности точек.

1. Откройте свойства слоя *Countries* и установите способ символизации *Quantities, Dot density (Плотность точек)* (1, рисунок 4.15).

2. Выделите поле *POP2000* (население за 2000 год) и добавьте его в перечень используемых для картографического моделирования (2).

3. Кликните двойным щелчком на точке с дефолтным стилем (3) чтобы вызвать окно *Style Editor*. Установите цвет точки - черный, размер- 4.

4. Введите в поле *Dot Value* значение численности населения, отображаемое одной точкой на карте, равное **500 000** (4).

5. Установить фоновую заливку для стран – бежевую (5).

6. Нажмите *OK*, для получения модели как на рис. 4.16.

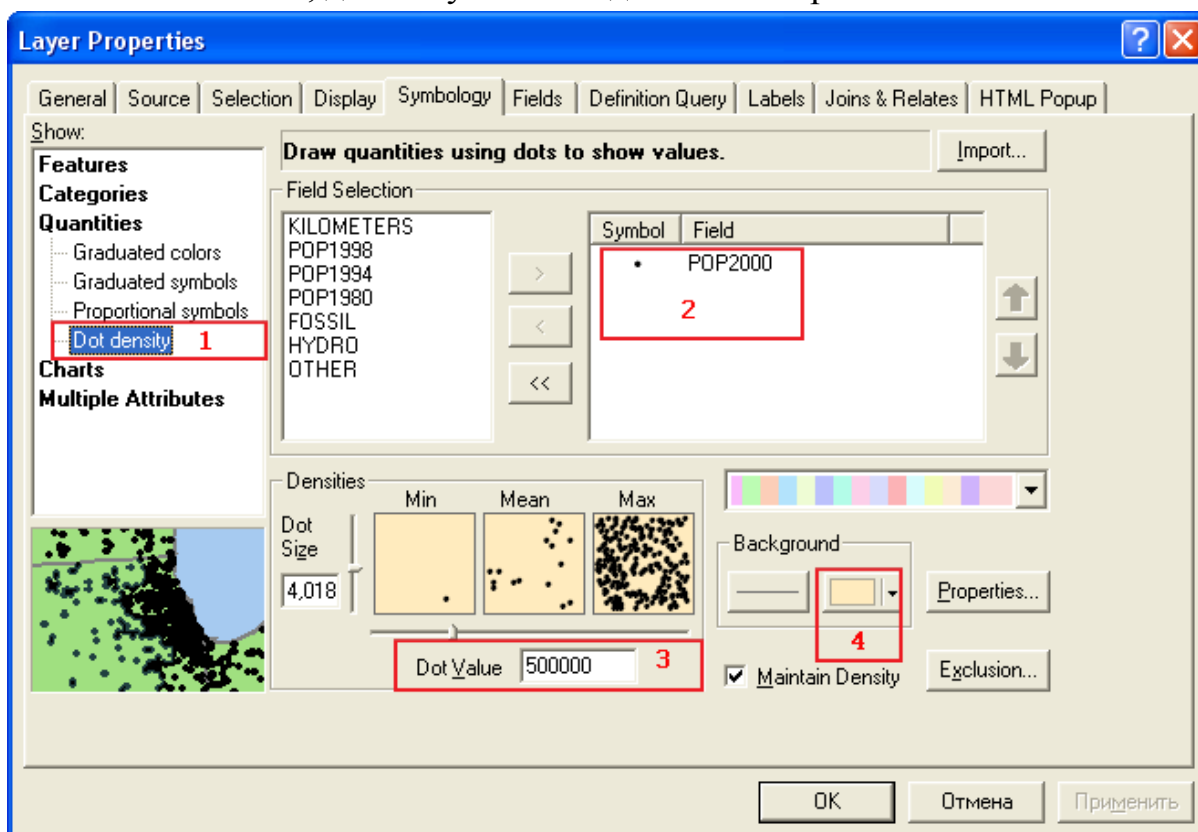


Рис. 4.15. Параметры построения карты методом плотности точек (к заданию 8)

**Задание 9.** Построить картмодель плотности населения по странам Африки.

1. Откройте окно свойств слоя *Countries*.

2. Перейдите на вкладку *Symbology (Символизация)*.

3. В окне доступных способов символизации выберите *Quantities, Graduated color (Количественный, градуированный цвет)*.

4. В качестве поля для отображения градуированным цветом выберите

поле *POP2000* (население за 2000 год).

5. Примените указанный способ визуализации.

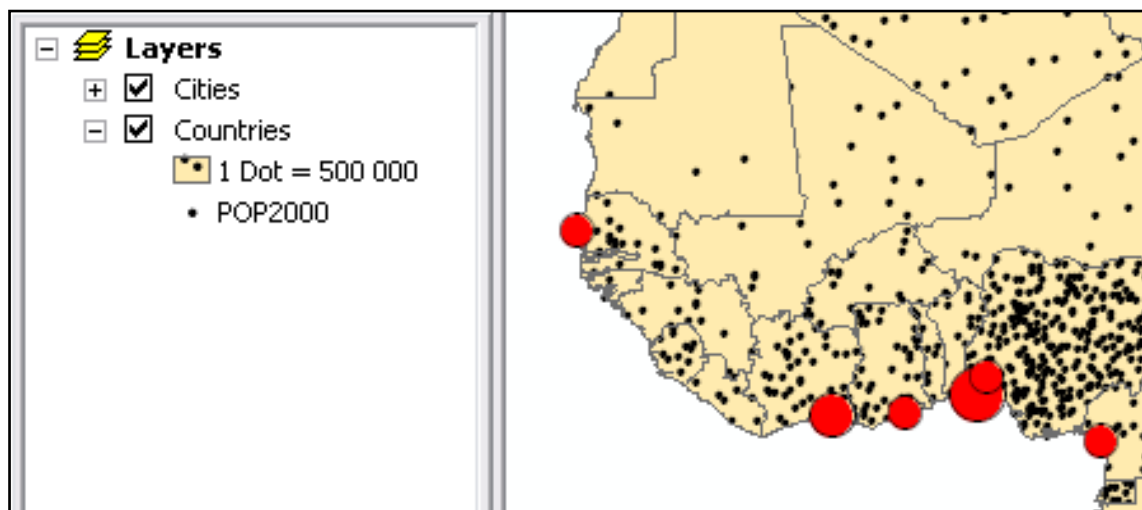


Рис. 4.16. Результат построения карты плотности точек по заданию 8 (фрагмент)

На итоговой карте Вы увидите, что страны раскрашены цветом разной интенсивности, в зависимости от численности населения. Даная картмодель иллюстрирует классический способ **картограмм**. На картограммах же, как Вам известно, следует использовать не абсолютные показатели (количество населения, количество произведенных автомашин и т.п.), а относительные (или **нормированные по другому показателю**), например плотность населения, количество автомобилей произведенных на 1 тыс. жителей и т.п.

Для того чтобы построить карту плотности населения, данные из колонки *POP2000* нам следует нормировать по колонке *KILOMETERS*, которая иллюстрирует площадь страны в квадратных километрах. Нормировать, в данном случае, значит разделить картографируемый атрибут одной колонки на необходимый атрибут другой. **Картографироваться интенсивностью цвета будет именно результат деления.**

1. Откройте окно свойств слоя *Countries* и в выпадающем списке *Normalization* выберите колонку *KILOMETERS*.

2. Нажмие *ОК* чтобы применить нормализацию.

В итоге Вы должны получить картмодель как на рисунке 4.17.

На такой модели трудно проследить пространственную организацию распределения такого показателя как плотность населения: **бОльшая часть Африки закрашена одинаковым желтым цветом**. Необходимо изменить разбивку на диапазоны для слоя стран.

3. В окне свойств слоя нажмите кнопку *Classify* (*Классифицировать*) (рис.4.18).

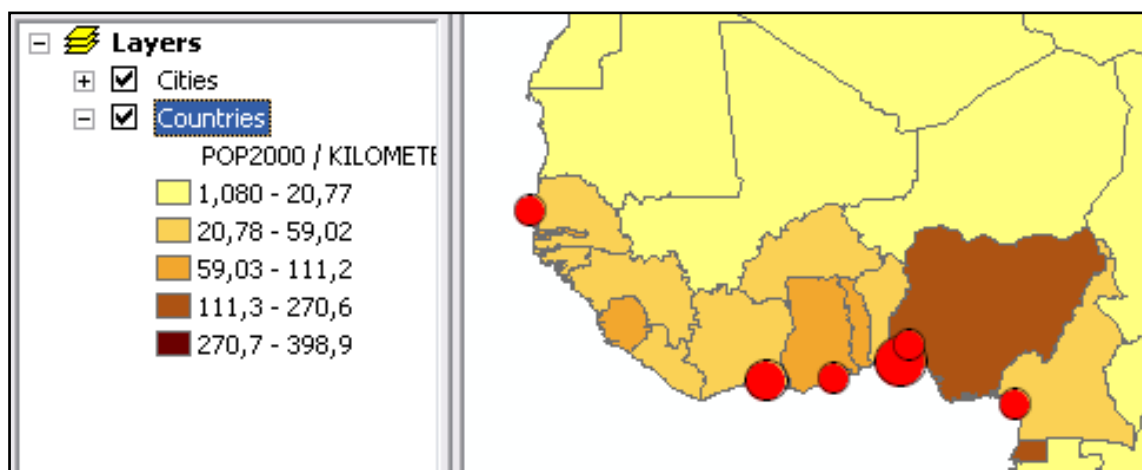


Рис. 4.17. Картограмма плотности населения стран Африки (фрагмент, разбивка на интервалы *Natural breaks(Jenks)*)

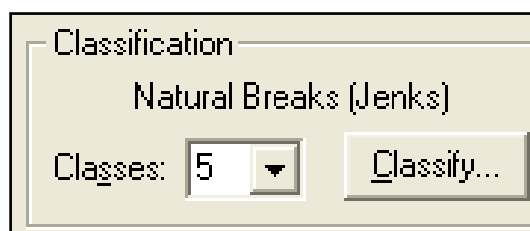


Рис. 4.18. Фрейм Классификация, диалог свойств слоя

Вы видите, что способ разбивки на диапазоны, который был применен Вами в текущей карте *Natural Breaks (Естественные границы)*. Обратите внимание также на то, что в этом окне (справа вверху, фрейм *Classification Statistics*) есть базовые статистические показатели для плотности населения (медиана, стандартное отклонение и другие, известные Вам по курсу статистики).

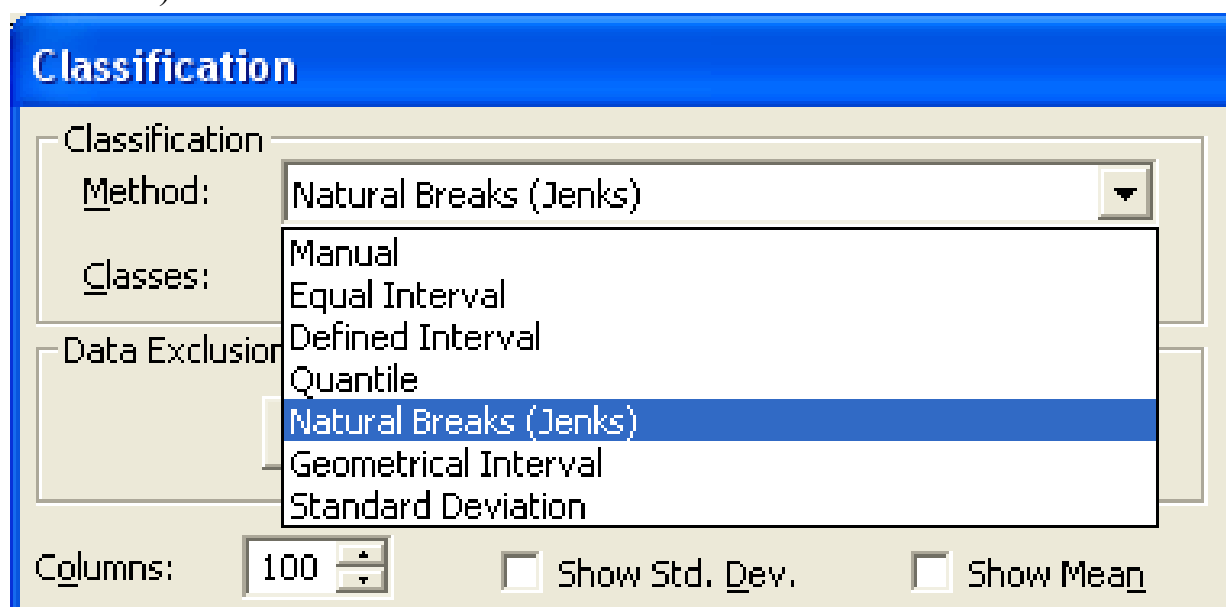


Рис. 4.19. Диалог Classification. Способы разбивки на интервалы

4. Установите способ разбивки на диапазоны *Manual (Вручную)* и установите границы диапазонов, как это предложено на рисунке 4.20. Примените установленные параметры. В результате Вы должны получить картмодель как на рисунке 4.21.

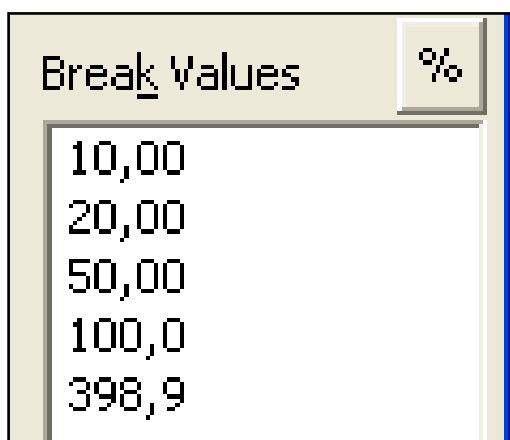


Рис. 4.20. Границы интервалов значений плотности населения, установленные вручную

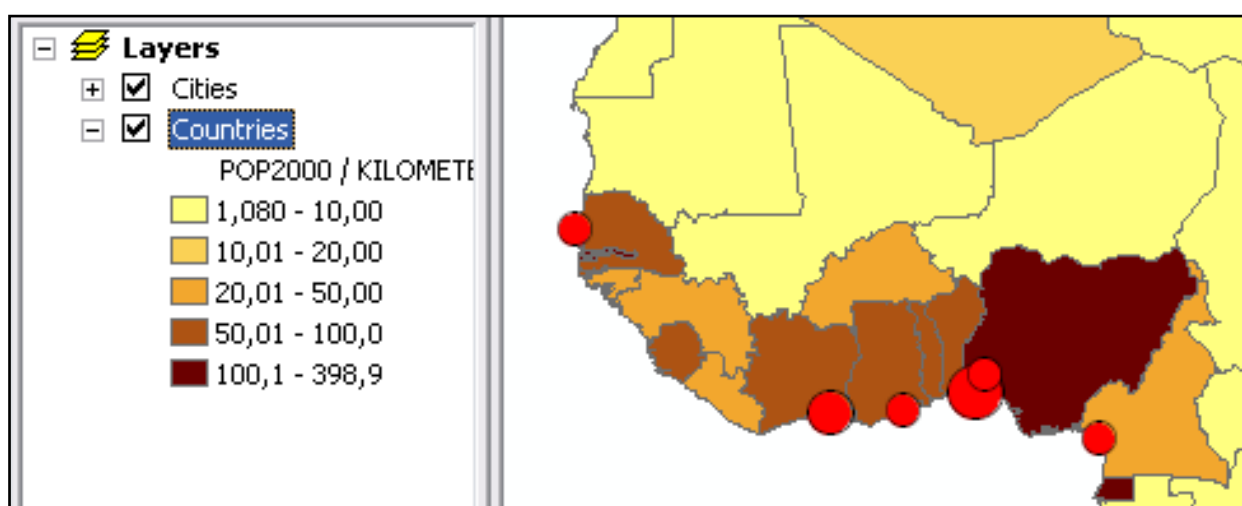


Рис. 4.21. Итоговая картмодель по заданию 9 (фрагмент)

**Задание 10. Построить картмодель прироста населения за период с 1980 по 2000 год, в процентах.**

Многие, наверное, уже обратили внимание на то, что колонки, в который бы было записано значение прироста населения за эти годы, в атрибутивной таблице нет. Зато есть колонки численности населения стран Африки на 1980 и на 2000 годы, а прирост в % мы можем рассчитать.

1. Откройте окно свойств слоя для слоя *Countries*.

2. Нормализуйте численность населения на 2000 год по численности населения на 1980 год (рис. 4.22).

3. Нажмите на поле *Label (Подпись)* и выберите *Format Labels (Форматировать подпись)* (рис. 4.23).

4. В появившемся окне форматирования установите процентный формат, как на рисунке 4.24.

Fields

Value: POP2000

Normalization: POP1980

Рис. 4.22. Нормализация (деление) поля *POP2000* по значениям поля *POP1980*

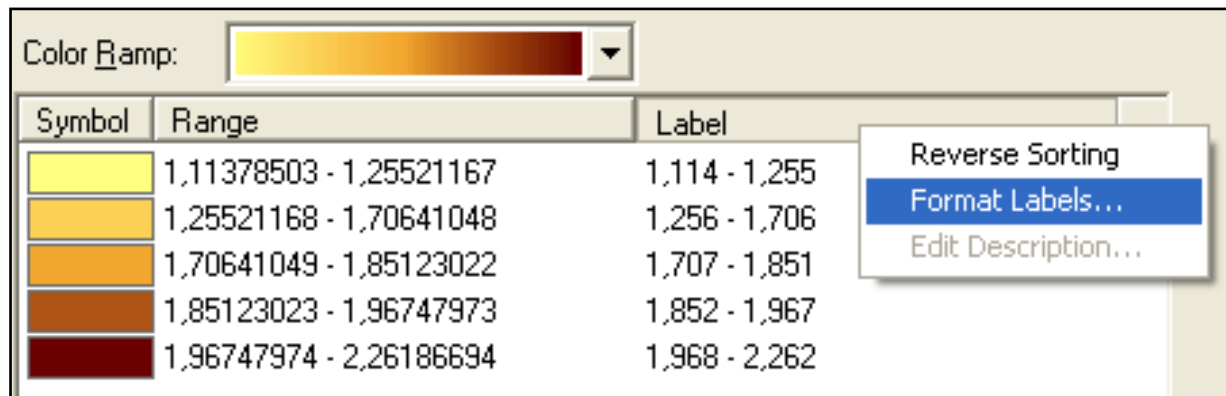


Рис. 4.23. Значение и стиль представления диапазонов прироста населения

Number Format

Category:

- None
- Currency
- Numeric
- Direction
- Percentage
- Custom
- Rate
- Fraction
- Scientific
- Angle

☐ The number already represents a percentage  
☒ The number represents a fraction. Adjust it to show a percentage.

Numeric Options...

Displays numbers as a percentage

OK Cancel

Рис. 4.24. Окно диалога *Number format*

5. Примените все настройки для получения карты как на рис. 4.25.

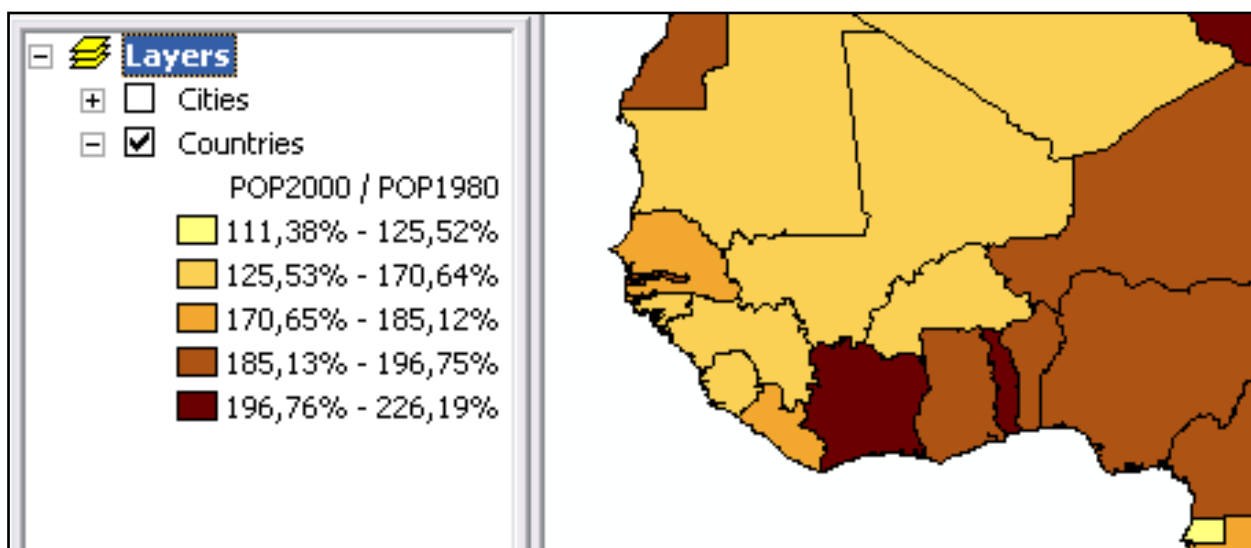


Рис. 4.25. Итоговая карта по заданию 10

Страны, закрашенные темно-коричневым цветом – те в которых население за 20 лет удвоилось (то есть составляет 200 % от предыдущего значения).

Допустим, Вам не интересно, сколько в % составляет население за один год по отношению к другому году. Вас интересует разница численности жителей стран за 20 лет в их абсолютном количестве. Не трудно догадаться, что для этого необходимо отнять одну переменную от другой, а затем уже при необходимости визуализировать. Выполнить указанные процедуры можно в окне таблицы.

1. Нажмите правой кнопкой мыши на слое *Countries*.
2. Выберите *Открыть атрибутивную таблицу*.
3. Нажмите кнопку *Options (Опции)* -> *Add field (Добавить поле)*.
4. Установите параметры и название поля как на рисунке 4.26.
5. Нажмите *OK*-> в таблице появится новое поле *pop\_growth*. Рассчитаем в это поле абсолютный прирост населения за 20 лет.

6. Щелкните правой кнопкой мыши на заголовке поля и выберите в контекстном меню *Field Calculator (Калькулятор поля)* (рис. 4.27).

7. В окне *Field Calculator* в поле *pop\_growth* = введите формулу расчета значения прироста населения: **[POP2000]-[POP1980]**

В результате Ваша колонка *pop\_growth* заполнится значениями абсолютного прироста населения за 20 лет. Теперь ее можно использовать для визуализации, последующих расчетов или анализа.

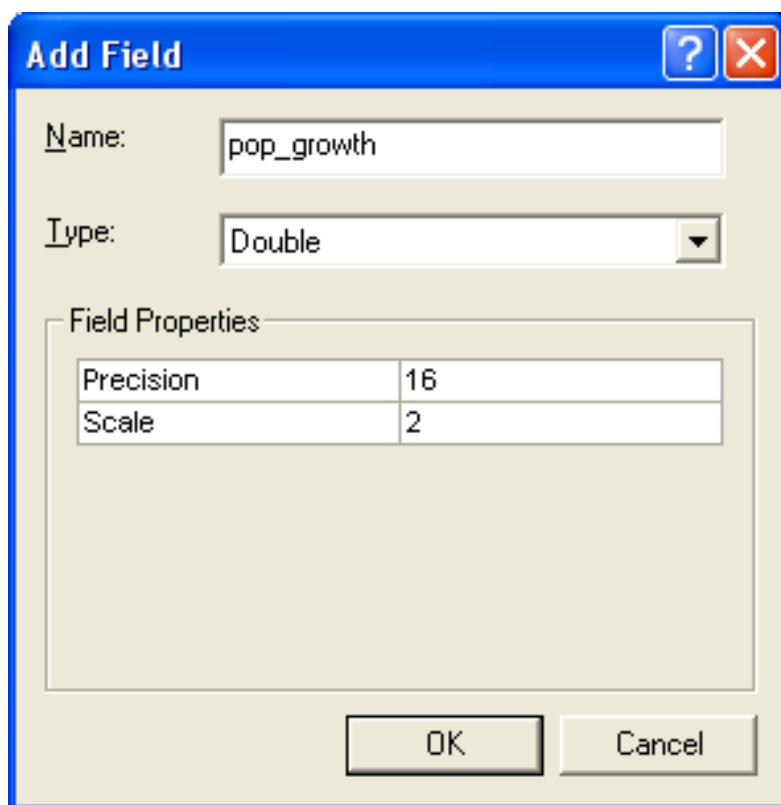


Рис. 4.26. Параметры нового поля для расчета абсолютного прироста населения  
(к заданию 10)

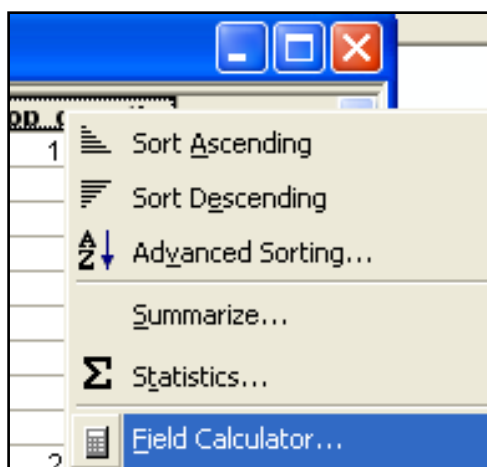


Рис. 4.27. Вызов команды *Field Calculator* из контекстного меню поля таблицы атрибутов

### Задание 11. Выполнить картографические построения:

- 1) построить картограмму, отражающую душевое производство электроэнергии по штатам северо-восточного субрегиона США;
- 2) дополнить картограмму круговыми диаграммами, отражающими структуру производства электроэнергии по источникам энергии;
- 3) на отдельной карте, по аналогии с п.2, методом круговых диаграмм показать структуру производства электроэнергии по источникам энергии для всех субрегионов США;

4) создать легенду и рамку карты.

1. Для начала выполните команду меню *Файл -> Открыть* и в учебной директории найдите рабочий набор *usa.mxd*. Рабочий набор содержит слои *States*, *Statecup*, *Lakes*, *Rivers* (видимость отключена), *Counties* (видимость отключена).

2. Откройте окно свойств слоя для слоя *States*.

3. Назначьте слою способ символизации *Single Symbol* - бежевый цвет.

4. Кликните на слое правой мышкой и нажмите *Копировать*.

5. В таблице содержания кликните на фрейме данных *layers* правой кнопкой мыши и нажмите *Вставить*. Таким способом вставьте слой 3 раза.

В результате один и тот же слой штатов будет представлен в окне карты трижды.

6. Просмотрите таблицу атрибутов для слоя *States*. Как Вы заметили, в атрибутивной таблице есть информация о процентном соотношении между разными видами источников энергии по штатам, что записано в соответствующих полях:

*FOSSIL*- ископаемое топливо (газ, нефть, уголь);

*HYDRO*- гидроэнергетика;

*NUCLEAR*- атомная;

*OTHER*- прочие, в том числе альтернативная.

Однако общего производства электроэнергии в *Квт-часах* в колонках таблицы нет. Такая информация хранится во внешней таблице *Energy.xls*. **Ваша задача – присоединить нужную колонку экселевской таблицы к таблице атрибутов ArcGIS для последующей ее визуализации.**

1. Добавьте в программу *Лист1* файла *Energy.xls* (используя кнопку *Add data*).

2. Откройте *Лист1* (правый клик на слое в таблице содержания -> *Open*), просмотрите его структуру. Обратите внимание на то, что лист содержит информацию о количестве производимой электроэнергии по странам. Колонки *name* в электронной таблице *EXCEL* и *STATE\_NAME* в атрибутивной таблице слоя штатов совпадают - в них одинаковые записи названий штатов. Эти колонки и будут использоваться нами для объединения.

3. Закройте таблицу *Лист1*.

4. Откройте атрибутивную таблицу на слой *States* (среднего в таблице содержания, для других слоев *States* отключите видимость).

5. Выберите *Options -> Joins and Relates -> Join...*

6. В окне *Join Data* установите соответствующие параметры, как это показано на рисунке 4.28.

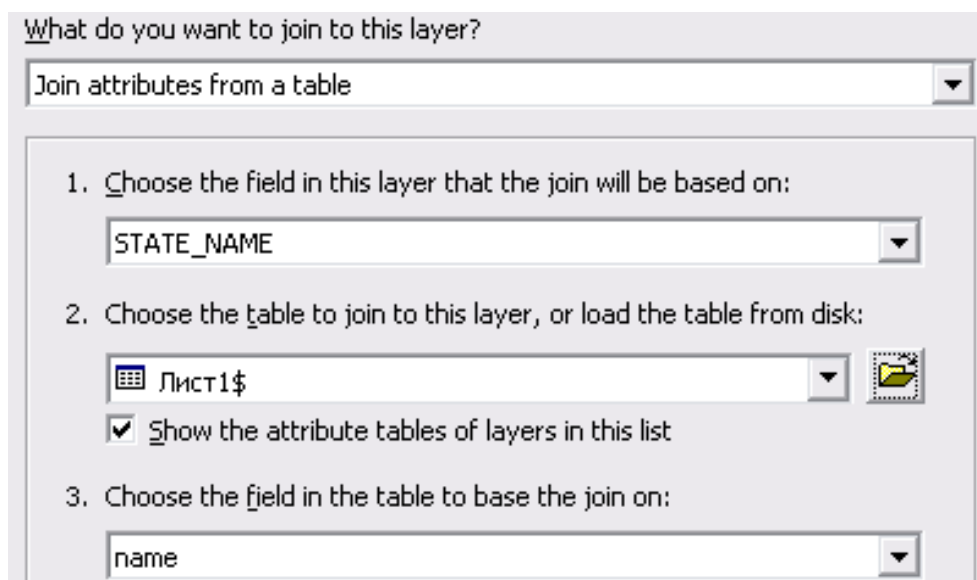


Рис. 4.28. Диалог *Join Data* (фрагмент окна): установки для присоединения данных из *xls*-таблицы

Если все сделано правильно, то колонки из *xls*-таблицы присоединятся к таблице стран. Теперь можно и картографировать новый добавленный после присоединения атрибут.

1. Откройте окно свойств слоя на слой *States*.
2. Выберите количественный способ символизации, а в нем – градуированный цвет.
3. Поле отображения- *Electricity* (из только что присоединенной таблицы).
4. Поле нормализации - *POP2010* (так как мы считаем душевое производство электроэнергии).

В результате мы видим распределение по группам значений производства электроэнергии на душу населения. Обратите внимание, что нормализованные значения меняются в пределах от 0 до 54. Это естественно, ведь производство электроэнергии в исходной таблице было записано в миллионах Квт-час. Предположим, нам нужно отобразить количество производимой на душу электроэнергии в мВт:  $1 \text{ мВт} = 1 \text{ млн кВт} / 1000$ . Отобразим записи в легенде так, чтобы сбросить тысячи и видеть значение в мегаваттах.

5. Откройте окно свойств слоя *States*, на вкладке *Symbology* нажмите правой кнопкой мыши на *Labels*. В контекстного меню выберите команду *Format labels* (рис.4.23).

6. Перейдите в категорию *Rate* (1, рис. 4.29).
7. Установите вручную в поле *Factor* значение 0,0001 (2, рис. 4.29).
8. Нажмите на кнопку *Numeric options* (3 рис. 4.29), чтобы вызвать одноименное диалоговое окно.
9. В диалоге *Numeric options* задайте количество символов после запятой

равное 2 (4, рис. 4.29), а затем примените все настройки для Вашей карты.

10. Примените все остальные дефолтные параметры символикации и классификации, нажмите *OK*.

Отключите чек-бокс видимости для верхнего слоя *Countries*, чтобы увидеть Вашу карту. Вы должны получить картограмму (рис. 4.30), которая иллюстрирует душевое производство электроэнергии в США.

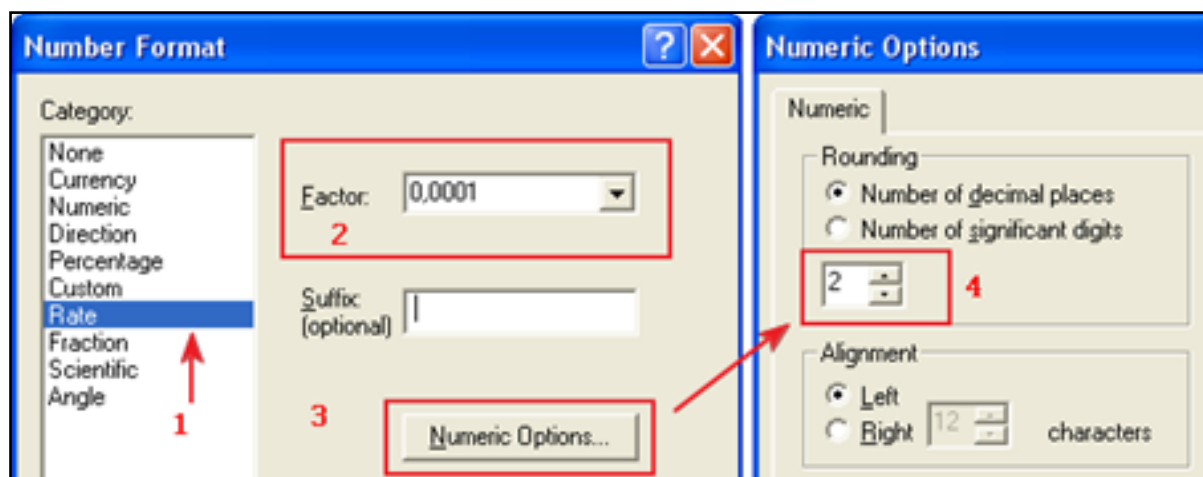


Рис. 4.29. Настройка параметров

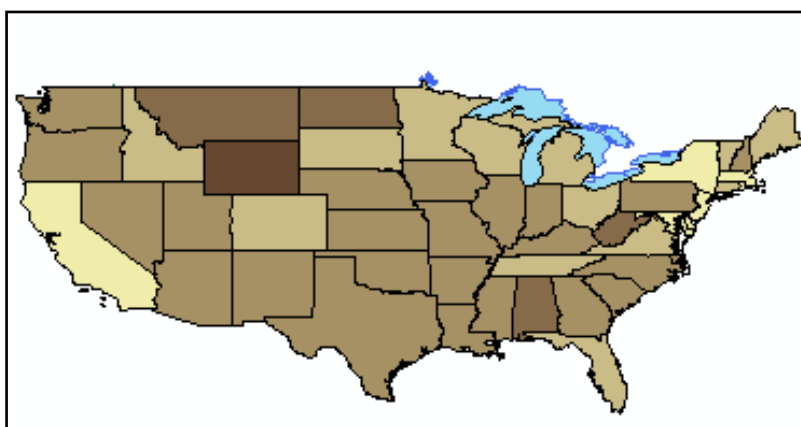


Рис. 4.30. Картограмма душевого производства электроэнергии по штатам

Теперь необходимо изменить проекцию для отображения слоев, чтобы контур США выглядел более естественным. На текущей карте он «растянут» с востока на запад.

1. Нажмите правой кнопкой мыши на фрейме *Layers* и выберите команду *Properties*;

2. В окне свойств фрейма перейдите на вкладку *Coordinate System* (Координатная система);

3. Установите проекцию *USA Contiguous Albers Equal Area Conic*, расположенную в перечне проекций *Predefined* -> *Projected Coordinate Systems*

-> *Continental* -> *North America* (рис. 4.31).

4. Нажмите *OK* в окне свойств фрейма. Проигнорируйте *Warning*-сообщение нажав *Yes*.

После применения к окну карты указанной проекции США должны принять вид как на рис. 4.32.

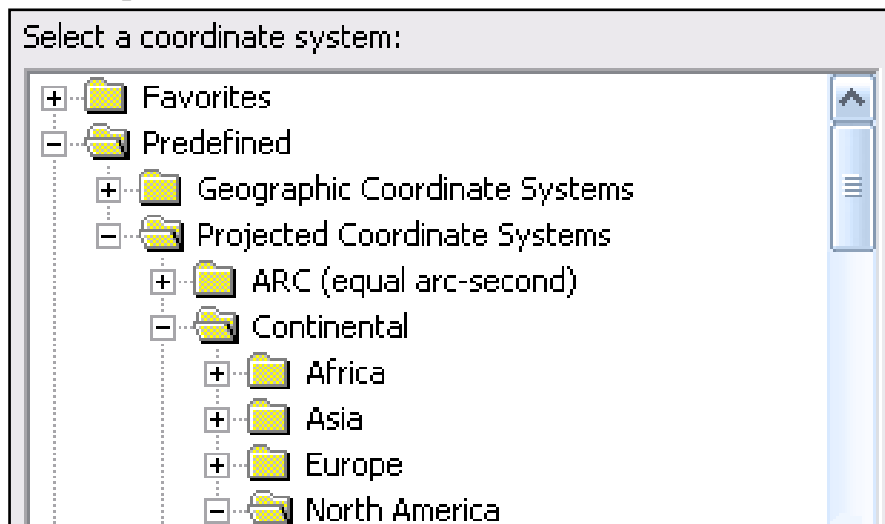


Рис. 4.31. Дерево проекций *ArcMap*

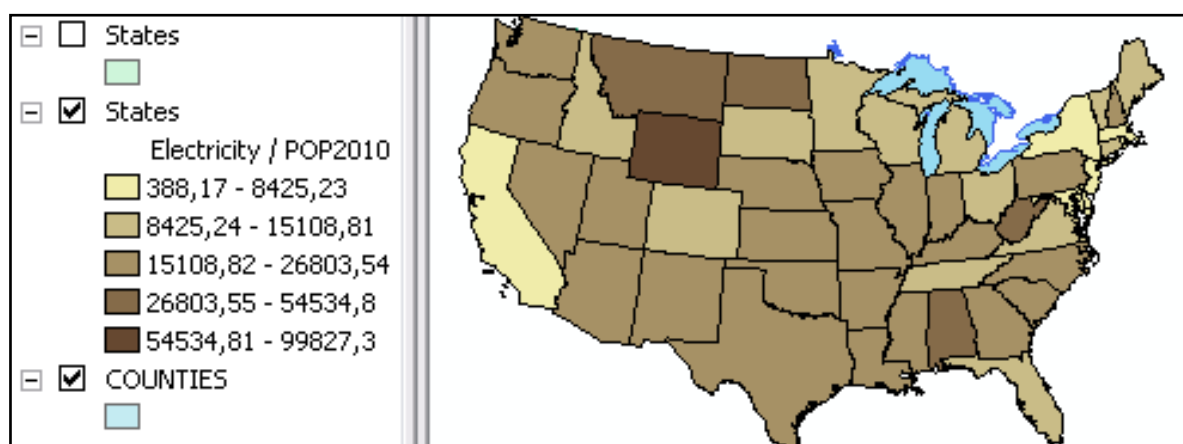


Рис. 4.32 Слой *States* после смены проекции для фрейма данных; диапазоны картограммы душевого производства электроэнергии

Смените растяжку цвета с желто-коричневой на пурпурную или зеленоватую.

Теперь - построим карту структуры производства электроэнергии.

1. Включите видимость для верхнего из слоев *States* в таблице содержания.

2. Откройте для него окно свойств слоя.

3. Выберите способ представления данных *Charts* -> *Pie*.

4. В поле *Fields Selection* выберите *FOSSIL*, *NUCLEAR*, *HYDRO*, *OTHER* и нажмите клавишу «>» (рис. 4.33).

5. Отредактируйте цвета, кодирующие на будущих круговых диаграммах разные способы получения электроэнергии: *FOSSIL* – красный, *HYDRO* – синий, *NUCLEAR* – зеленый, *OTHER* – черный (рис. 4.34). Для этого нужно сделать двойной щелчок на прямоугольнике с цветом, чтобы вызвать окно *Symbol Selector*. Толщину линий везде установите 0,5, а их цвет – черный.

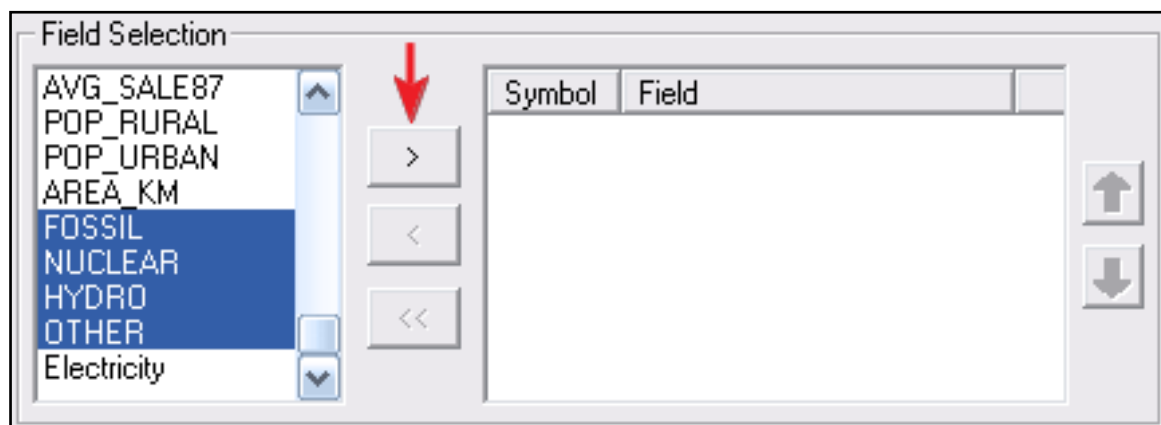


Рис. 4.33. Выбор полей таблицы атрибутов для отображения их значений на круговых диаграммах

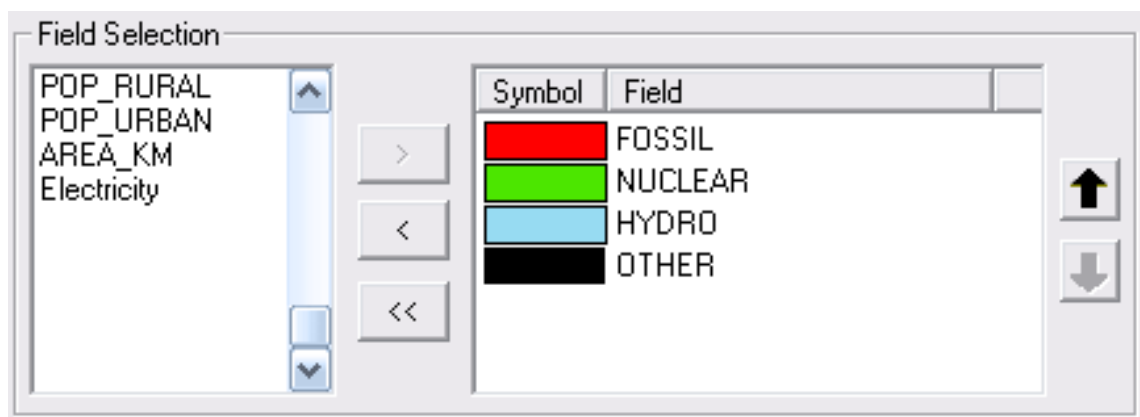


Рис. 4.34. Стили сегментов круговых диаграмм (цвет заливки, толщина и цвет контура)

6. Нажмите на кнопке *Background* (Фон) и установите его цвет как *Hollow*.

7. Нажмите кнопку *Properties* и установите параметры отображения круговых диаграмм, включая (отключая) чек-боксы и устанавливая контролы примерно как это показано на рисунке 4.35. Затем нажмите *OK*.

8. В окне свойств слоя нажмите на кнопку *Size* и установите размер диаграммы – 32.

Примените все настройки, чтобы получить предварительную картографическую модель с круговыми диаграммами (рис. 4.36)

Диаграммы накладываются друг на друга в восточной части США и выходят за пределы контуров штатов, что недопустимо. Но и делать их слишком маленькими тоже нельзя. В рамках данного задания мы отобразим

диаграммы только для северо-востока США, в пределах субрегионов Новая Англия («*N Eng*» в таблице атрибутов) и Средняя Атлантика («*Mid Atl*»). Для остальной территории душевое производство и структура электроэнергетики по штатам будут скрыты за пределами рамки карты. Вместо них на отдельной карте будет показана структура электроэнергетики по источникам энергии для субрегионов США.

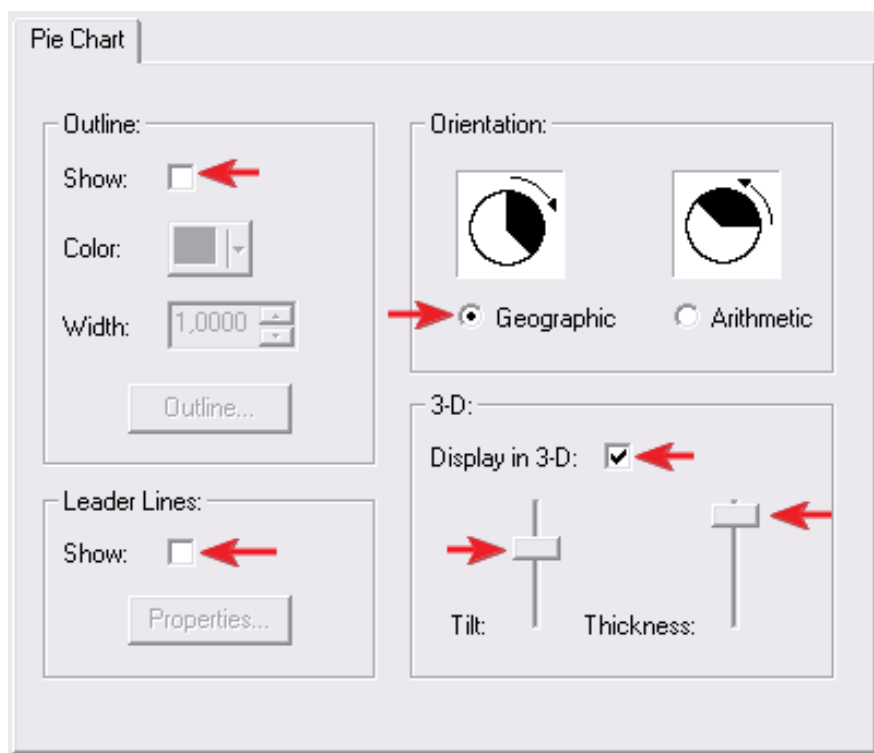


Рис. 4.35. Настройка параметров отображения круговых диаграмм

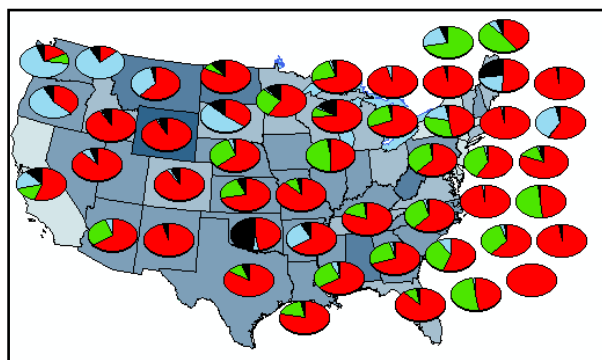


Рис. 4.36. Предварительная картографическая модель структуры и объемов душевого производства электроэнергии по штатам США

1. «Зазумьтесь» на северо-восточные штаты США при помощи инструмента  *Zoom In*.
2. Перейдите в режим компоновки карты: *View -> Layout View*.
3. Выполните команду *Page and Print setup* из меню *Файл*.

4. В появившемся окне *Page and Print setup* установите ориентацию листа *Landscape (Альбомная)*. Вы должны получить картографическое изображение примерно как на рисунке 4.37.

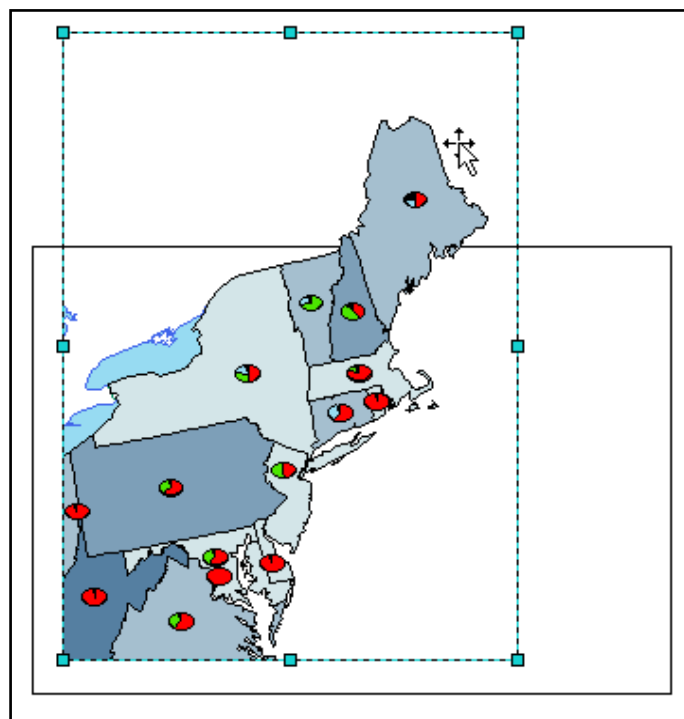


Рис. 4.37. Новый фрейм данных в режиме просмотра Layout

5. Выделите рамку, в которой находится карта США, и растяните ее так, чтобы она занимала примерно половину листа, с небольшим отступом сверху и снизу. Далее при помощи увеличителя Вам требуется подогнать масштаб и расположение картографического изображения внутри рамки так, чтобы северо-восточные штаты субрегионов Новая Англия и Средняя Атлантика были вписаны в границы рамки. После этого Ваша карта должна принять вид примерно как на рисунке 4.38.

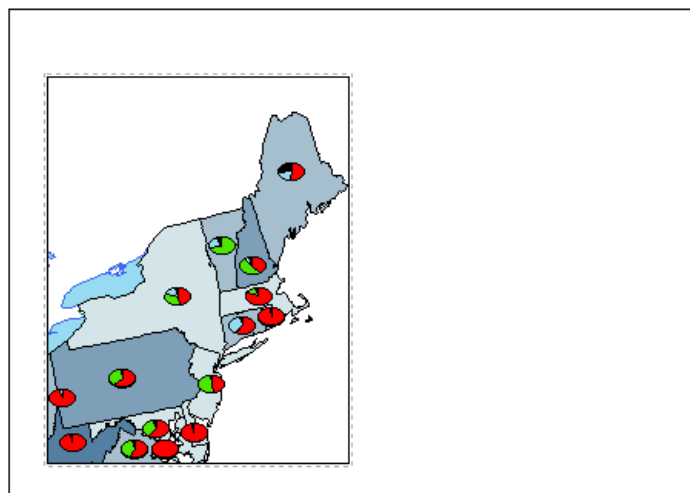


Рис. 4.39. Вид компоновки, северо-восток США во фрейме данных

Как можно заметить, на карте присутствуют диаграммы и градуированный цвет на неинтересующей нас территории других субрегионов. Для того чтобы скрыть их, необходимо выполнить определяющий запрос:

1. Перейдите в меню свойств слоя штатов с диаграммами;
2. Откройте вкладку *Definition query (Определяющий запрос)*;
3. Нажмите кнопку *query builder* (построитель запросов) и в поле для ввода запроса введите выражение как на рисунке 4.40.

```
SELECT * FROM States WHERE:
"SUB_REGION" = 'N Eng' OR "SUB_REGION" = 'Mid Atl'
```

Рис.4.40. Определяющий запрос для показа только северо-восточных штатов слоя

4. Два раза нажмите *OK*, подтверждая применение запроса.

5. Выполните аналогичный запрос и для слоя *States*, для которого Вы ранее применили градуированный цвет для отображения душевого производства электроэнергии.

В результате Вы получите карту, на которой Градуированный цвет и круговые диаграммы будут изображены только для установленных в определяющем запросе штатов Новой Англии и Средней Атлантики (рис. 4.41).

6. В таблице содержания включите видимость самого нижнего из слоев *States*. Настройте его визуализацию следующим способом: граница - 0,4, *Gray* 60%; заливка - *Gray* 10%.

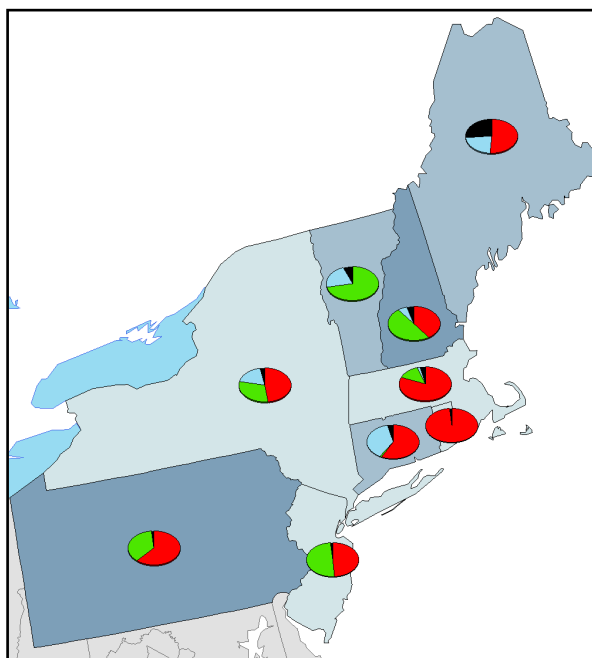


Рис. 4.41. Карта производства электроэнергии после применения определяющего запроса

Теперь создадим вторую карту, на которой будет изображена структура производства электроэнергии по субрегионам. Слой субрегионов отсутствует в наборе данных «usa», поэтому нам придется создать его самостоятельно, объединив все штаты с одинаковой записью по колонке *SUBREGION* в один ГИС-объект. Необходимые атрибутивные характеристики при объединении будут суммироваться.

1. Нажмите на кнопку  *Show/ Hide Arctoolbox* на панели инструментов *Standard*.

2. В перечне инструментов найдите инструмент *Data management tools->Generalization -> Dissolve* (рис. 4.42.) и запустите его двойным щелчком.

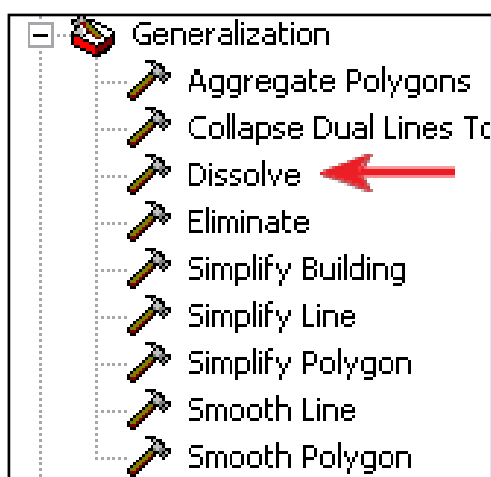


Рис. 4.42. *Dissolve* в «дереве» инструментов *Arctoolbox*

3. Откроется окно инструмента *Dissolve* (рис. 4.43). Установите следующие параметры:

- как входящий слой используйте самый нижний из слоев *States* в таблице содержания, а предложенное по умолчанию имя исходящего слоя переименуйте в *Subregion*;
- поле для объединения- *SUB\_REGION*;
- из выпадающего списка *statistic field(s)* выберите поля, которые необходимы нам в будущем слое: *FOSSIL*, *NUCLEAR*, *HYDRO*, *OTHER*. Предупреждение, возникающее после выбора данных полей, сигнализирует о том, что программе неизвестно о способе объединения данных из строк базы данных для каждого из штатов, входящих в «свой» субрегион. Как только будет определен способ (в нашем случае- суммирование - *SUM*), сигнализирующие маркеры исчезнут;
- оставьте чек-бокс *create multiply features* включенным.

4. Нажмите *OK*. В результате в таблице содержания появится новый слой *Subregion* (рис. 4.44).

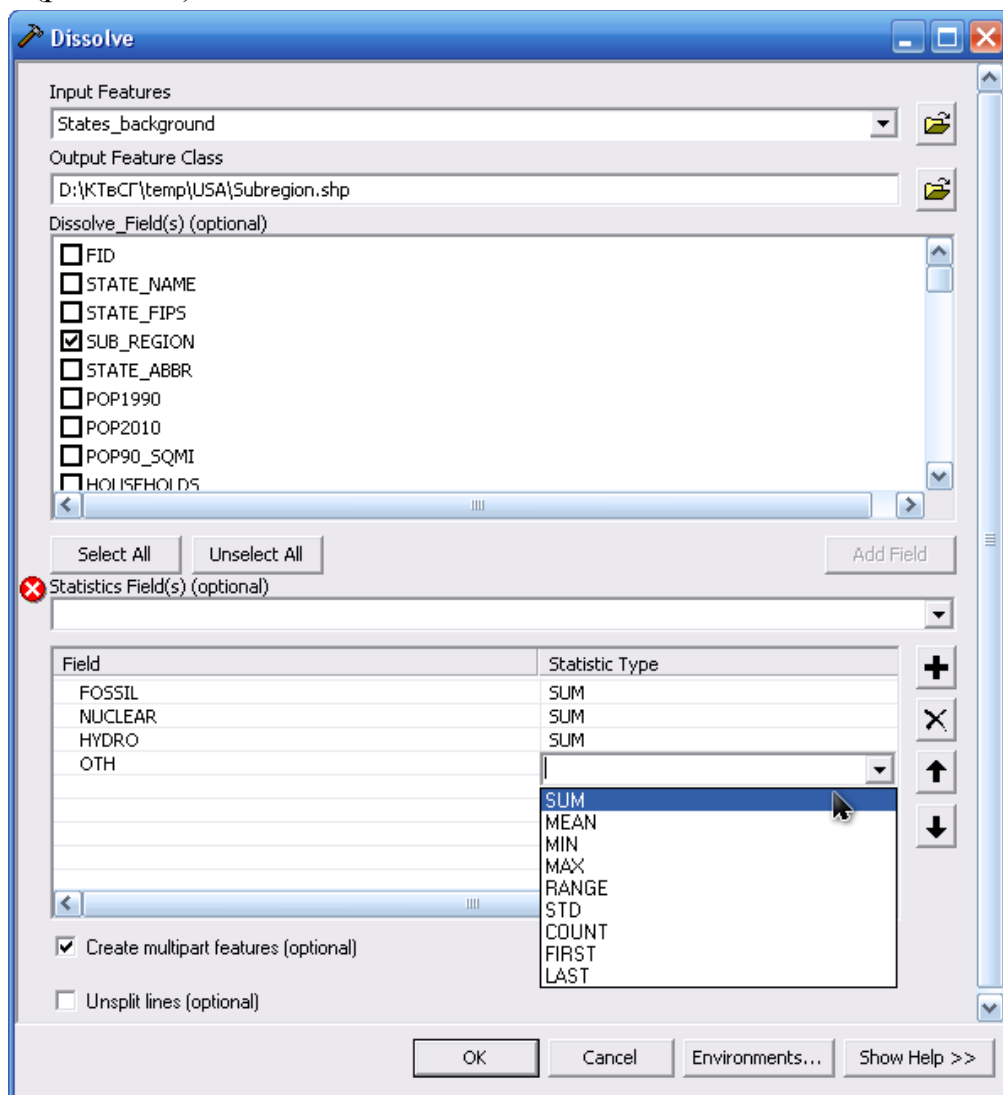


Рис. 4.43. Окно инструмента *Dissolve* (настройки соответствуют описанию в тексте)

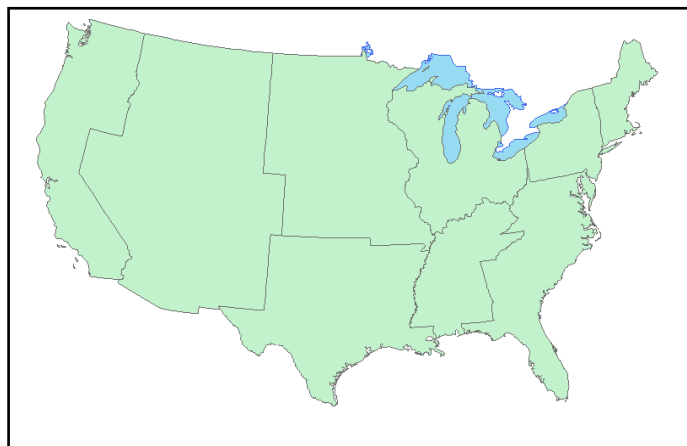


Рис. 4.44. Результат работы инструмента *Dissolve* для полигонов штатов

5. Сделайте слой *Subregion* невидимым, отключив соответствующий чек-бокс в таблице содержания.

Теперь добавим в вид компоновки новый фрейм данных.

1. Выберите меню *Insert (Внести) -> Data frame*. Появившееся окно нового фрейма (по умолчанию называется *New data frame*) перетащите в верхний левый угол карты, а старый фрейм переместите на правую половину листа.

2. Измените проекцию нового фрейма на аналогичную фрейму *Layers*.

3. Выделите слой *Subregion* в фрейме *Layers* и скопируйте его в новый фрейм данных *New data frame* дважды. Верхний из скопированных слоев переименуйте в *Subregion\_structure*, а нижний в *Subregion\_areas*. После этого можно удалить слой *Subregion* из старого фрейма *Layers*.

На данном этапе Вы получаете карту как на рисунке 4.45.

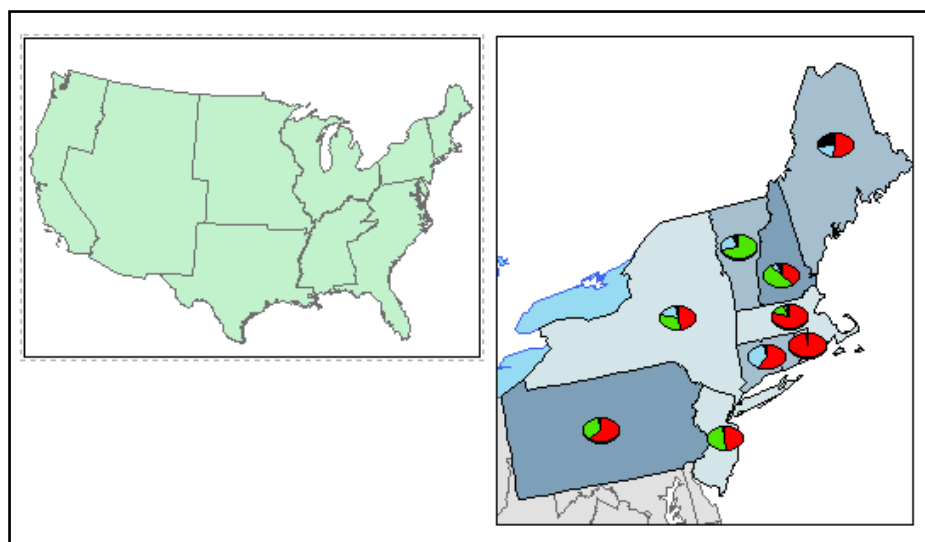


Рис. 4.45. Два фрейма данных в окне ArcMap

Теперь необходимо построить круговые диаграммы структуры электроэнергетики для субрегионов США.

1. Откройте окно свойств слоя для *Subregion* (верхнего из двух, в новом фрейме).

2. Перейдите на вкладку *Symbolology* и выберите способ *Pie* (Круговые диаграммы) на основании обобщенных визардом *dissolve* данных по производству электроэнергии из разных источников.

3. Примените параметры построения диаграмм аналогичные параметрам для штатов северо-востока во фрейме *layers*.

4. Откройте окно свойств слоя *Subregion\_areas*, перейдите на вкладку *Symbolology* и выберите способ визуализации слоя - *Категории*. В поле *Value field* установите колонку *SUB\_REGION* и нажмите кнопку *Add Values*.

5. В появившемся окне *Add Values* (рис. 4.46) выделите субрегионы *Mid Atl* и *N Eng*, а затем нажмите *OK*.

6. В окне свойств слоя для выбранных на предыдущем шаге субрегионов установите цвет *Solar Yellow*. Для остальных субрегионов, в окне свойств слоя помеченных как *<all other values>* установите цвет *Sahara Sand*.

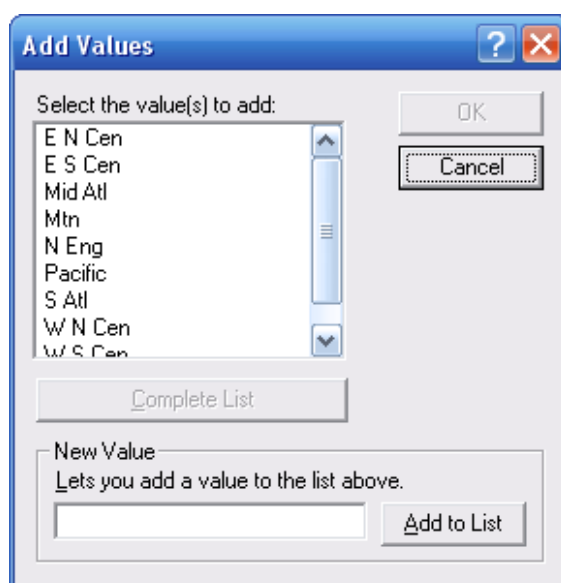


Рис. 4.46. Окно добавления данных при визуализации способом категорий

| Symbol                              | Value                  | Label              | Count               |
|-------------------------------------|------------------------|--------------------|---------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <all other values>     | <all other values> | <b>Sahara sand</b>  |
|                                     | <b>&lt;Heading&gt;</b> | <b>SUB_REGION</b>  |                     |
|                                     | Mid Atl                | Mid Atl            | <b>Solar yellow</b> |
|                                     | N Eng                  | N Eng              |                     |

Рис. 4.47. Стили субрегионов при их визуализации способом категорий

Таким образом вы выделите цветом территории субрегионов, которые показаны на карте справа.

7. Нажмите *OK* в окне свойств, чтобы получить карту как на рис. 4.48.

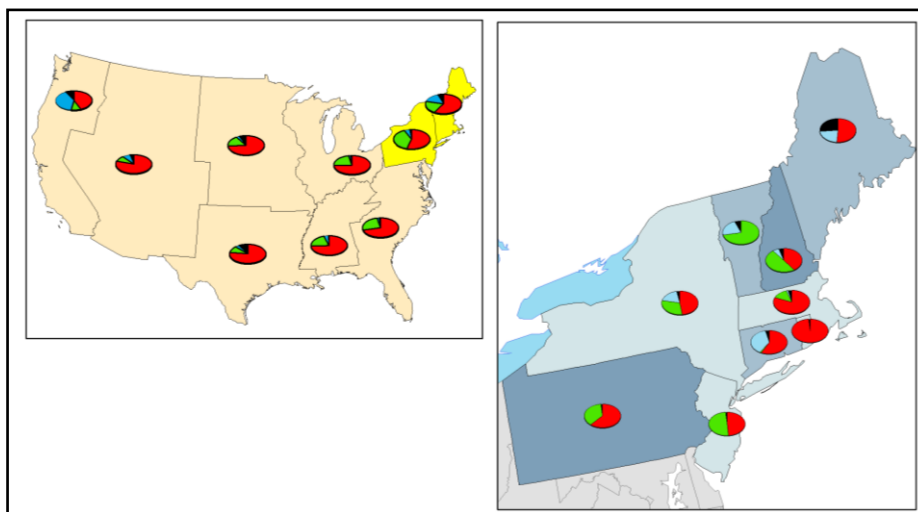


Рис.4.48. Карта после добавления диаграмм к слою субрегионов

Теперь можно подписать названия штатов и субрегионов, а также выбрать оптимальное расположение для диаграмм, конвертировав их в графические объекты.

1. Откройте окно свойств слоя *States\_structure* и перейдите на вкладку *Labels* (Подписи).

2. Установите следующие параметры подписей: 16 шрифт, *arial*, курсив. Нажмите *OK* в окне свойств слоя.

3. В контекстном меню для слоя *States\_structure* выберите *Label features* (Подписать объекты).

Объекты слоя будут подписаны. Но для того чтобы разместить подписи наиболее правильно, чтобы они не перекрывались друг с другом и с диаграммами, располагались вдоль ГИС-объектов штатов, необходимо конвертировать их в аннотации.

Возможно, для наиболее правильного размещения объектов на карте придется изменить положение диаграмм. Поэтому для того, чтобы была возможность перемещать диаграммы в пределах карты их необходимо конвертировать в графические объекты.

4. Конвертируйте надписи стран в аннотации. Нажмите правой кнопкой мыши на слое *State\_structure* в основном фрейме *Layers* и выберите *Convert labels to annotations* (Конвертировать подписи в аннотации). В окне конвертации установите параметры *In the Map* (На карте), *All features* (Все объекты) и нажмите *OK*.

5. Кликните правой кнопкой мыши на слое *State\_structure* в основном фрейме *Layers* и выберите *Convert features to graphics* (Конвертировать гис-объекты в графику). Конвертируйте все объекты слоя. Для этого включите опцию *All* в диалоге конвертации.

Теперь Вы можете редактировать Ваши подписи по отдельности:

перемещать их в пределах карты, менять ориентацию, менять шрифты и т.п. То же самое касается и диаграмм.

6. Отредактируйте положение подписей так, чтобы они по возможности не перекрывали другие объекты и надписи. Для этого выберите курсором нужную подпись и начинайте редактировать. Удерживая нажатой левую кнопку мыши подпись можно переместить на нужное место. Подписи можно также поворачивать инструментом  *Rotate (Повернуть)*, расположенным на панели инструментов *Draw*. Двойной щелчок на подписи вызывает окно свойств (рис. 4.49), в котором можно изменить шрифт, например, сделать его разреженным в поле *Character spacing*, чтобы подпись полностью заполняла штат. Для того чтобы поменять сам шрифт, можно вызвать окно *Symbol selector*, нажав на кнопку *Change symbol* в окне свойств текста.

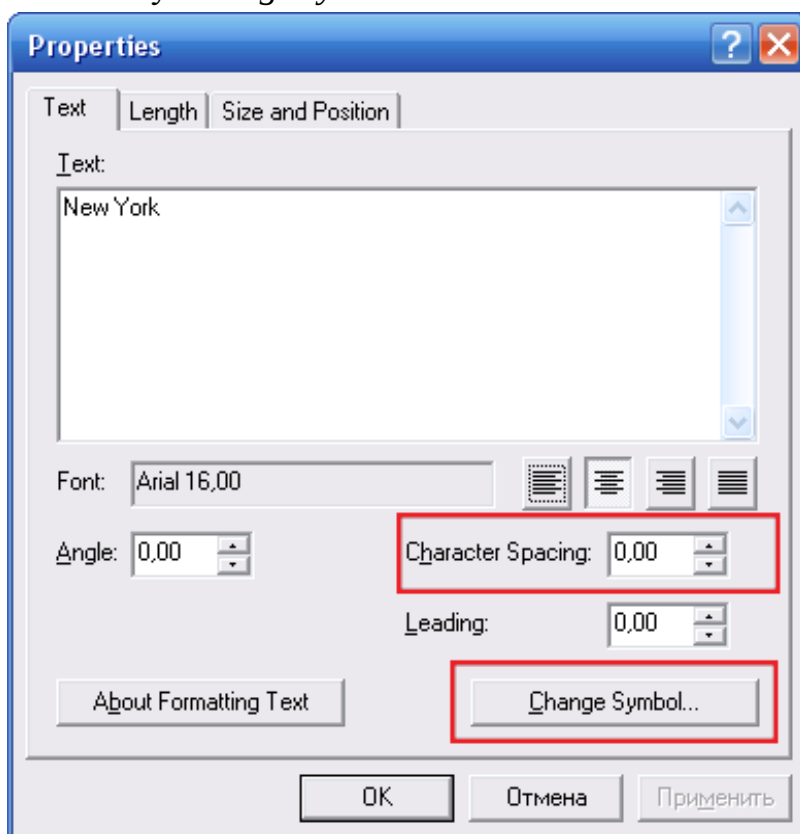


Рис. 4.49. Окно свойств аннотации

7. Диаграммы переместите так, чтобы они заняли наилучшее на Ваш взгляд положение в пределах государства.

Инструментом *New line (Новая линия)* на панели *Draw* можно также рисовать линии-выноски (рис. 4.50), показывающие ГИС-объект, к которому относится данная аннотация.

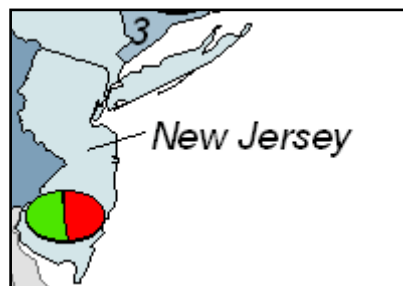


Рис. 4.50. Образец выноски для текстового элемента карты

Для некоторых штатов подписи придется удалить, оставив на их месте цифры, чтобы потом внизу карты расшифровать, какие штаты этими цифрами обозначены.

Образец карты показан на рисунке 4.51.

Самостоятельно подпишите, а затем создайте аннотации для слоя субрегионов на карте слева.

Осталось добавить легенду, название карты и масштабную линейку.

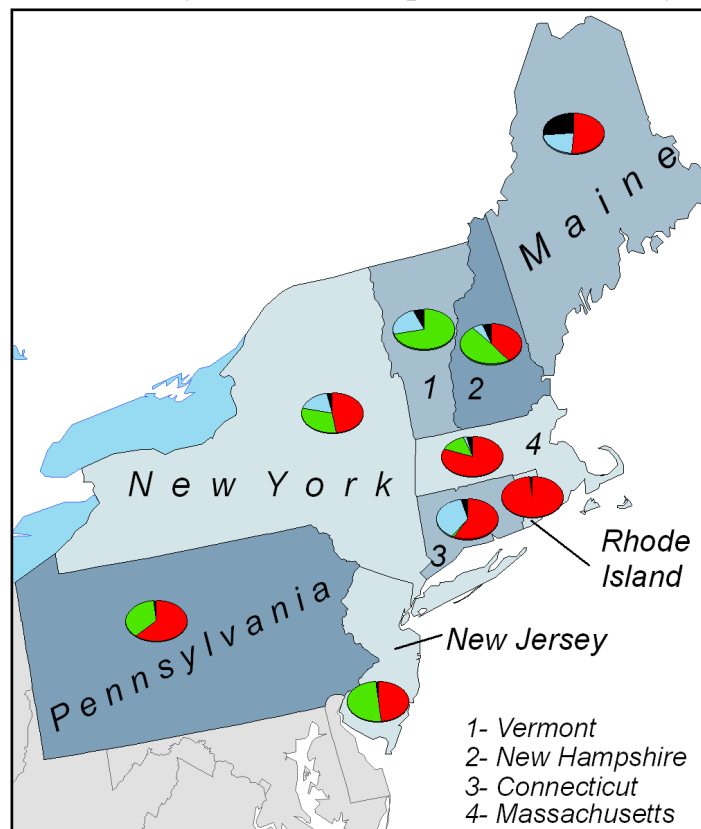


Рис. 4.51. Образец размещения аннотаций для фрейма данных layers

1. Выбирая меню *Insert -> Title* (*Внести -> Название*), отредактируйте положение и содержание названий, как на рисунке 4.52.



Рис. 4.52. Оформление названий карты

2. Выделите фрейм с северо-восточными штатами выберите меню *Insert - > Legend (Внести -> Легенду)*.

3. В окне *Legend Wizard*, на первой странице визарда (рис.4.53) удалите из контента легенды все слои кроме *States\_structure* и *States\_el\_per\_capita*.

4. В поле *Set the Number of Columns in your Legend* установите 2.

5. Нажмите *Next (Далее)*.

6. В поле *Legend title* введите «S Y M B O L S» (разреженным).

7. Остальные параметры примите по умолчанию, нажимая на кнопки *Далее* и *ОК*.

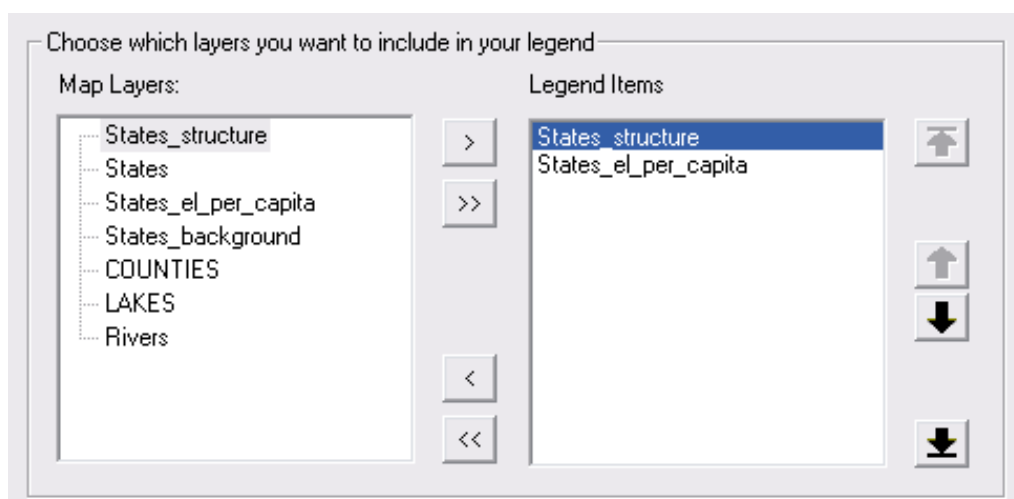
8. Переместите легенду в нижний левый угол.

9. Щелкните правой кнопкой мыши на легенде и выберите *Convert to graphics*.

10. Щелкните правой кнопкой мыши на легенде и выберите *Ungroup*.

Теперь Вы можете перемещать на Вашей карте не всю легенду сразу, а и каждый отдельный ее элемент по отдельности. Также Вы можете редактировать подписи в легенде.

11. Приведите легенду образцу на рисунке 4.54.

Рис. 4.53. Первый шаг инструмента *Legend wizard* (фрагмент)

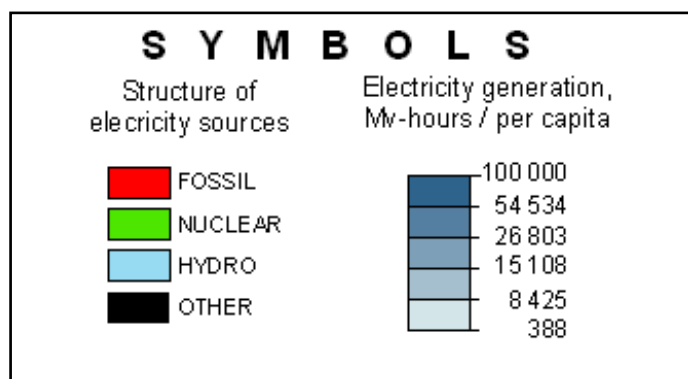


Рис. 4.54. Образец оформления легенды карты

Осталось добавить масштабную линейку.

1. Выделите фрейм карты субрегионов.
  2. Выберите команду меню *Insert -> Scale Bar (Внести -> Масштабную линейку)*.
  3. В окне *Scale Bar selector* выберите тип линейки *Scale Line 1* и нажмите *OK*.
  4. Переместите масштабную линейку вниз карты субрегионов и сделайте на ней двойной щелчок.
  5. В открывшемся диалоге *Scale line properties (Свойства масштабной линейки)* перейдите на вкладку *Scale and Units* и установите следующие параметры:
    - *Number of divisions* и *Number of subdivisions* – по 2;
    - В боксе *Units* задайте параметры *Label* и *Division Units* – километры, положение подписи – *after labels*, *Gap* – 1 pt;
    - Чек-бокс *Show one division before zero* оставьте выключенным;
    - В выпадающем списке *When resizing* установите *Adjust division value*.
- В итоге Вы получили окончательную карту. Можно выполнить ее экспорт в файл рисунка.

1. Выберите команду меню *File -> Export Map*.
2. Выберите тип файла для экспорта *\*.PNG* и разрешение *200 dpi*.
3. Сохраните рисунок под именем *usa\_electricity.png*

Покажите преподавателю результат. Карта должна выглядеть примерно как на рисунке 4.55.

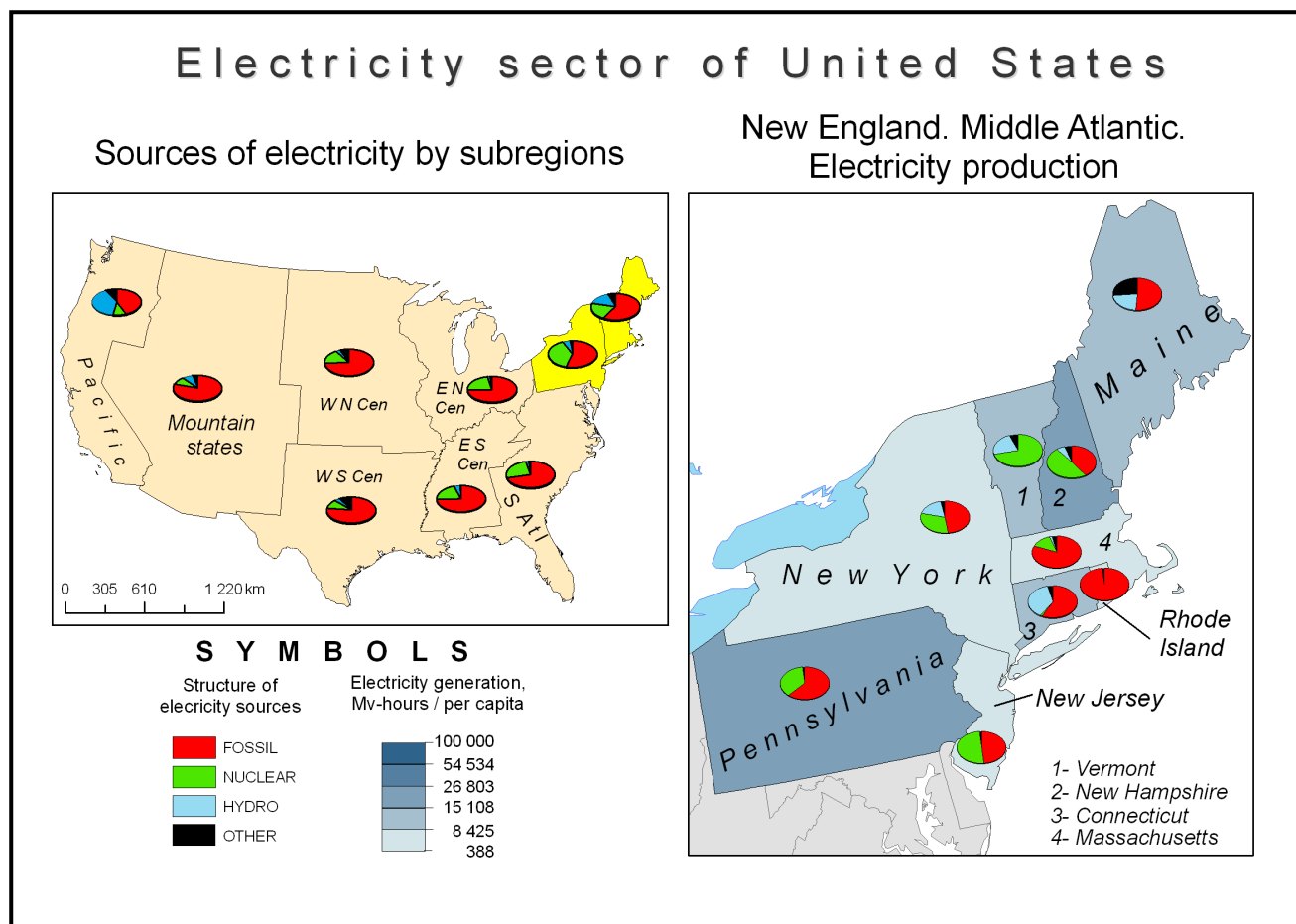


Рис. 4.55. Итоговая карта электроэнергетического сектора США по заданию 11

### Контрольное задание

Самостоятельно постройте картографическую модель как на рисунке 4.56.

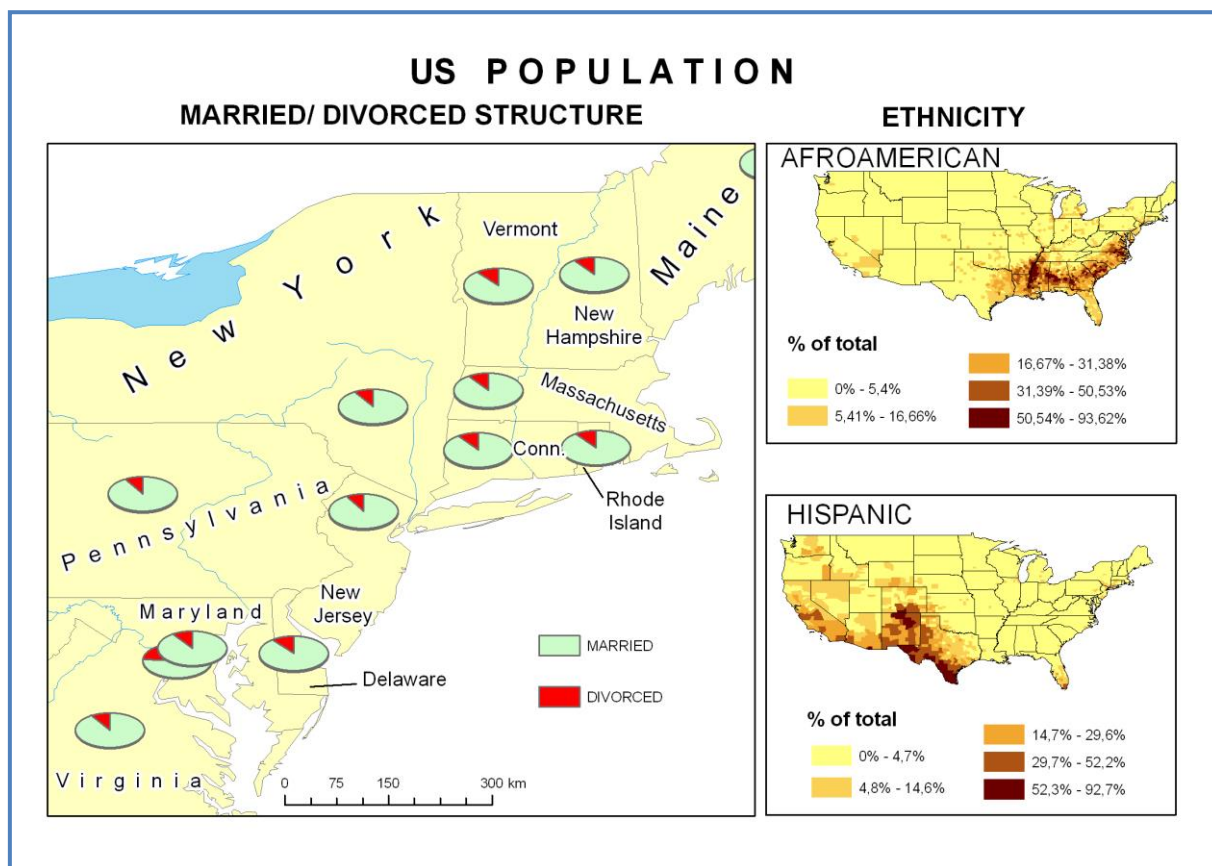


Рис. 4.56. Образец карты для выполнения самостоятельного контрольного задания

### Слои для карты

*Lakes, Rivers, State, Counties*

### Символизация атрибутов

#### Основная карта

Структура населения **женатые/ разведенные**, способ - картодиаграмма (слой *State*, колонки: *MARRIED*, *DIVORSED*).

#### Врезка 1

Доля (%) афроамериканского населения, способ – градуированный цвет (слой *Counties*, стиль объектов полигонов – бесцветный контур, колонка *BLACK* нормализованная по *POP1999*, формат подписей легенды – процентный с одним знаком после запятой).

Слой *State* – пустой (*Hollow*).

#### Врезка 2

Доля (%) испанского населения, способ – градуированный цвет (слой *Counties*, стиль объектов полигонов – бесцветный контур, колонка *HISPANIC* нормализованная по *POP1999*, формат подписей легенды- процентный с одним знаком после запятой).

Слой *State* – пустой (*Hollow*).

### Подписи

Слой *State*, колонка *STATE NAME* (подписи переведены в аннотации).

**Контрольные вопросы:**

1. Какие основные составляющие стиля отображения элементарных векторных ГИС-объектов Вы знаете?
2. В чем заключается тематическое картографирование в ГИС?
3. Какие способы визуализации атрибутивных данных в *ArcGIS* Вам известны?
4. В чем состоит способ визуализации «категории»? Для каких данных уместен данный способ визуализации атрибутов?
5. В чем заключается способ визуализации «количество»? Для каких данных и для каких видов векторных объектов можно использовать данный способ визуализации атрибутов?
6. Что такое «нормализация» в контексте построения тематических карт в программе *ArcGIS*? Для чего она применяется?
7. Чем отличаются обычные подписи от аннотаций? Какие основные параметры задает пользователь при создании аннотаций?
8. Опишите особенности функциональности *Dissolve*.

