

Лекция 15

ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ В ГИС

Рассматриваемые вопросы

- 1. Измерительные операции**
- 2. Анализ отношений пространственных объектов**
- 3. Создание тематических карт**
- 4. Пространственные запросы**
- 5. Формирования и выполнения пространственных запросов**

1. Измерительные операции

Под **измерительными операциями** понимают операции, позволяющие определять различные пространственные характеристики объектов по карте.

Большинству ГИС присущи следующие основные измерительные операции:

- *Определение координат точки на карте*
- *Измерение расстояний*
- *Измерение площадей и периметров*

Определение координат точки на карте

Данная измерительная операция позволяет определить координаты указанной курсором точки.

Значения координат показываются в строке состояния (или иной области) ГИС при перемещении курсора.

Для выполнения этой измерительной операции обычно нет необходимости выбирать какой-либо инструмент или задавать специальный режим работы ГИС (эта функция всегда доступна и активна).

Координаты обычно показываются в исходных координатах объектов. Однако в некоторых ГИС пользователь может задать иную картографическую проекцию и ГИС будет «на лету» пересчитывать координаты курсора в указанную проекцию.

Измерение расстояний

Эта операция предназначена для вычисления расстояния **между двумя точками карты** или расстояние **вдоль произвольной ломаной линии**.

Вычисления производятся в текущих единицах измерения расстояния (например, в километрах), которые можно изменять.

Для выполнения этой измерительной операции обычно необходимо активировать данный режим, выбрав соответствующий инструмент.

В некоторых ГИС вычисление расстояний автоматически выполняется при операциях создания (рисования) новой линейного объекта, что позволяет интерактивно оценивать длину этого объекта.

Измерение площадей и периметров

Данная операция позволяет вычислить площадь и периметр некоторого полигона (многоугольника), заданного пользователем.

Вычисления площадей и периметров производятся в текущих единицах измерения площадей, которые можно изменять.

Для выполнения этой измерительной операции также обычно необходимо активировать данный режим, выбрав соответствующий инструмент.

2. Анализ отношений пространственных объектов

Ключевыми отношениями при анализе отношений являются **бинарные отношения**. С использованием этих отношений анализируются отношения двух пространственных объектов, причем эти объекты могут быть разных типов: *точечные, линейные и площадные*.

При выявлении бинарного отношения необходимо ответить на вопрос: **находятся ли два объекта в заданном отношении?**

На основе бинарных отношений строятся пространственные запросы, являющиеся основным механизмом пространственного анализа данных в ГИС.

Основные бинарные отношения

Отношение «Совпадает».

Два объекта находятся в этом отношении, если все узловые вершины объекта A совпадают с узловыми вершинами объекта B .

Отношение «Содержит в себе».










Два объекта находятся в этом отношении, если объект *A* содержит в себе объект *B*, т. е. границы объекта *B* полностью находятся внутри границ объекта *A*.

Это отношение может быть применено только к объектам равной размерности.

В некоторых ГИС это отношение бывает представлено **двумя вариантами**.

Первый вариант имеет такое же название, однако производится сравнение объекта *A* не с самим объектом *B*, а с его центроидом.

Второй вариант обычно называется «Полностью содержит в себе». В этом случае сравнение объекта *A* производится с самим объектом *B*.

Содержит в себе		Объект А		
		Точечный	Линейный	Площадной
				
Объект В	Точечный			
	Линейный	Не определено		
	Площадной	Не определено	Не определено	

Отношение «Содержит в себе»

Отношение «Содержится в»



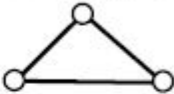


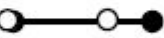


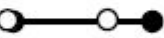

Два объекта находятся в этом отношении, если объект A содержится внутри объекта B , т. е. границы объекта B полностью находятся внутри границ объекта A .

Это отношение является обратным к отношению «Содержит в себе».

В некоторых ГИС это отношение также бывает представлено **двумя вариантами.**

***Первый вариант* имеет такое же название, однако при анализе используется не сам объект A , а его центроид.**



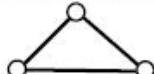



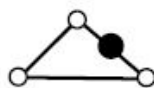


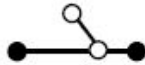
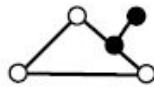



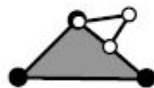
***Второй вариант* обычно называется «Полностью содержится в».**

Содержится в		Объект А		
		Точечный	Линейный	Площадной
Объект В	Точечный			
	Линейный		Не определено	Не определено
	Площадной			Не определено
Объект В	Точечный		Не определено	Не определено
	Линейный			Не определено
	Площадной		Не определено	Не определено

Отношение «Содержится в»

Отношение «Граничит с»



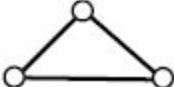






Два объекта находятся в этом отношении, если они соприкасаются только своими границами, но не своими внутренними областями

Граничит с		Объект А		
		Точечный 	Линейный 	Площадной 
Объект В	Точечный 			
	Линейный 			
	Площадной 			

Отношение «Пересекается с»

Два объекта находятся в этом отношении, если они имеют хотя бы одну общую точку.



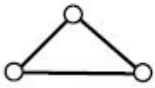


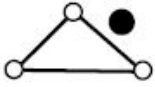

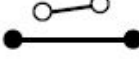

Легко показать, что если объекты находятся в отношениях «Содержит в себе», «Содержится в» или «Граничит с», то они также находятся в отношении «Пересекается с».

Пересекается с		Объект А		
		Точечный	Линейный	Площадной
Объект В	Точечный			
	Линейный			
	Площадной			

Отношение «Отделен от»

Два объекта находятся в этом отношении, если они не имеют ни одной общей точки.

Это отношение является обратным отношению «Пересекается с».

Отделен от		Объект А		
		Точечный	Линейный	Площадной
Объект В	Точечный			
	Линейный			
	Площадной			

3. Создание тематических карт

Тематические карты - это карты, созданные по определенной теме и предназначенные для демонстрации каких-либо объектов или явлений.

В ГИС под созданием ***тематической карты*** понимается процесс тематического выделения (оформления) какой-либо слоя с помощью определенного правила.

В ГИС тематические карты могут быть выполнены двумя альтернативными способами.

Формирование нового тематического слоя

Этот способ предполагает создание дополнительного слоя, который содержит тематические объекты. Такой слой является особым и, как правило, динамическим.

Достоинство: возможность эффективно управлять таким слоем, например, изменять его видимость. Кроме того, для одного исходного слоя можно сформировать несколько тематических слоев, отражающих разные явления.

Данный способ создания тематических карт используется в MapInfo Professional.

Тематическое выделение слоя

В данном способе задается правило визуализации объектов слоя.

Тематическое выделение слоя предполагает использование второго подхода - **визуализатора данных**. Таким образом, объекты слоя либо визуализируются единообразно, либо тематически.

Правило визуализации тематических данных обязательно включает в себя указание источника этих данных. Это может быть какой либо атрибут или вычисляемое выражение по одному или нескольким атрибутам.

Тематическая переменная - переменная, используемая в процедуре тематического выделения объектов слоя.

Для каждого объекта принимает значение, равное значению соответствующей записи в определенном поле или значению, полученному вычислением значений полей из этой записи.

Основные методы (тематические визуализаторы), используемые для создания тематических карт:

□ Метод диапазонов

□ Метод диаграмм

□ Метод размерных символов

□ Метод плотности точек

□ Метод индивидуальных значений

Метод диапазонов

В этом методе используется **одна тематическая** переменная числового типа.

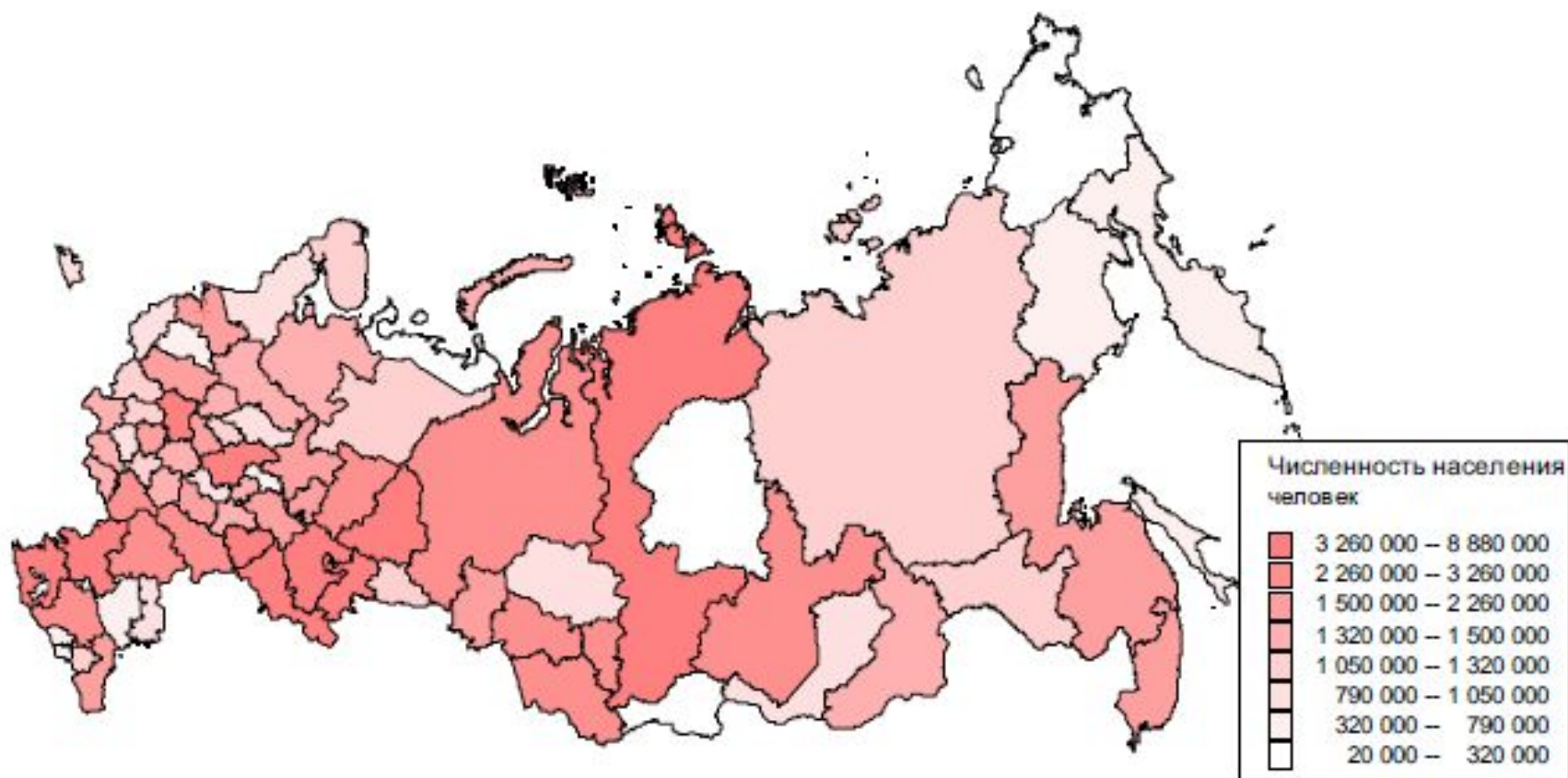
Суть метода заключается в том что, интервал значений тематической переменной разбивается на **диапазоны**, число которых может настраивать пользователь.

Каждому диапазону назначается свой уникальный графический стиль. В итоге объекты, попавшие в один диапазон, на карте визуализируются стилем этого диапазона.

Способы задания диапазонов

- **Равные диапазоны** - ширина всех диапазонов одинаковая. Например, 1-100, 101-200, 201-300 и т. д.
- **Равное количество объектов** - ширина диапазонов вычисляется таким образом, чтобы число объектов, попавших в каждый диапазон, было приблизительно одинаковым.
- **Равная площадь объектов** - ширина диапазонов вычисляется таким образом, чтобы суммарная площадь объектов, попавших в каждый диапазон, была приблизительно одинаковой.
- **Диапазоны, заданные пользователем** - ширина каждого диапазона задается пользователем.

Кроме этих способов встречаются и другие, основанные, например, на квантовании, дисперсии данных и т. п.



**Тематическая карта, построенная методом диапазонов для слоя с
площадными объектами**

Если метод диапазонов применяется к слою с площадными объектами, то такая карта называется **картограммой**.

Метод диапазонов может применяться не только к слоям с площадными объектами, но к слоям с **линейными** или точечными объектами.

Для слоя с линейными объектами можно использовать расчет цвета и ширины линий, а для слоя с точечными объектами цвет, размер символа или поворот символа.



Тематическая карта, построенная методом диапазонов для слоя с точечными объектами

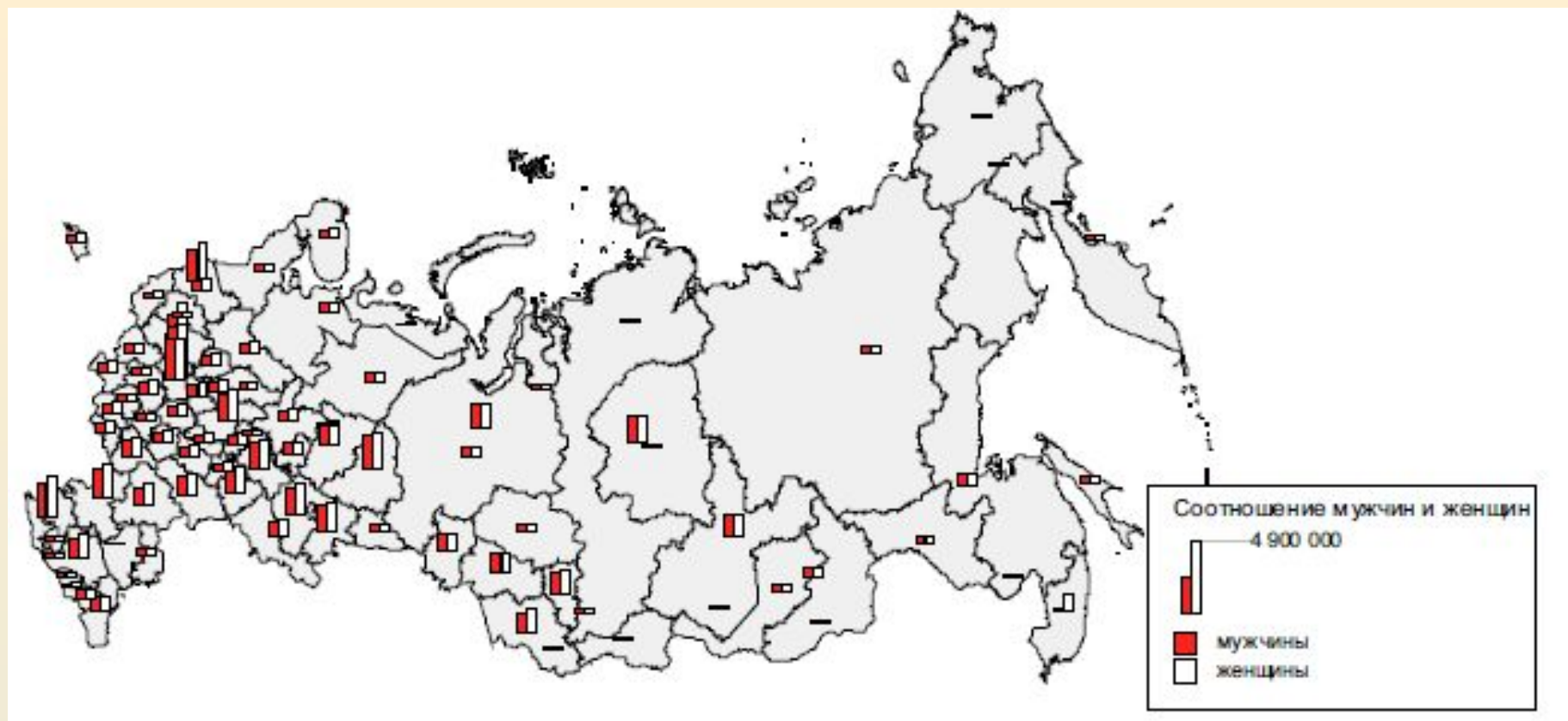
Метод диаграмм

В этом методе используется две и более тематических переменных числового типа.

Метод предполагает построение диаграмм около каждого объекта слоя (обычно центр диаграммы совпадает с центроидом объекта).

Наиболее часто используются *столбчатые* и *круговые* диаграммы, также называемые картодиаграммами.

В ***столбчатой диаграмме*** каждый столбец соответствует одной тематической переменной, а его высота пропорциональна значению тематической переменной для данного объекта (как правило, используются линейная, квадратичная и логарифмическая зависимости).



Тематическая карта, построенная методом столбчатых диаграмм

В *круговой диаграмме* каждый сектор соответствует одной тематической переменной, а его угол пропорционален значению тематической переменной для данного объекта.

Круговые диаграммы бывают двух типов: *с фиксированным радиусом* и *с переменным*.



Тематическая карта, построенная методом круговых диаграмм

В круговой диаграмме с переменным радиусом радиус может вычисляться пропорционально сумме значений вес секторов диаграммы или пропорционально дополнительной тематической переменной.

Метод размерных символов

В этом методе используется одна тематическая переменная числового типа.

Метод предполагает формирование точечного символа, размер которого пропорционален значению тематической переменной для данного объекта (как правило, используются линейная, квадратичная и логарифмическая зависимости).



Тематическая карта, построенная методом размерных символов

Метод плотности точек

В этом методе используется одна тематическая переменная числового типа.

Суть метода заключается в следующем. Каждый площадной объект случайно и равномерно покрывается сетью точек, причем число этих точек пропорционально значению тематической переменной для данного объекта.

Метод применим только для слоев с площадными объектами и пользователь может задавать правила пропорции и используемый тип точки.



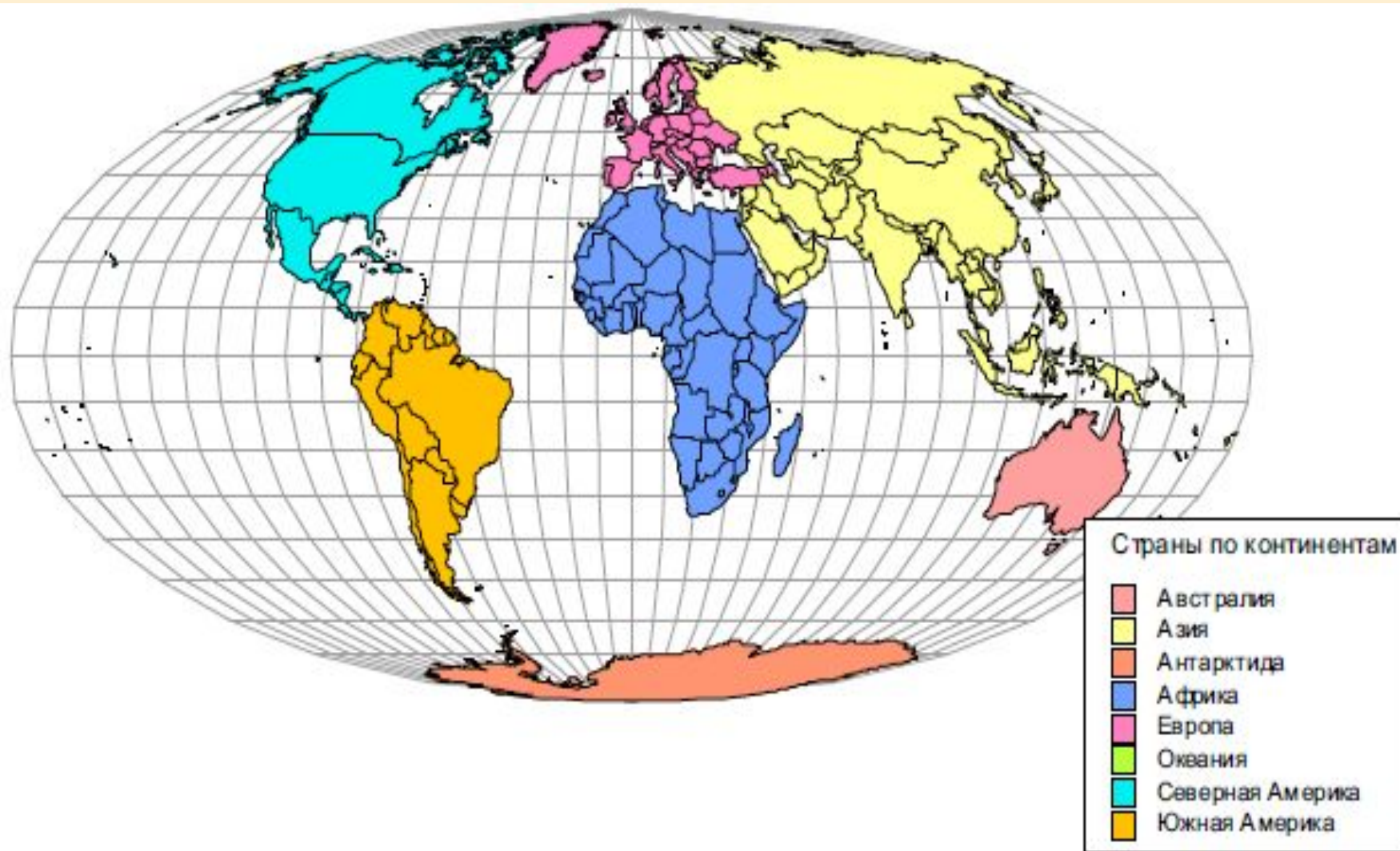
Тематическая карта, построенная методом плотности точек

Метод индивидуальных значений

В этом методе используется одна тематическая переменная, произвольного типа.

Здесь каждому уникальному значению тематической переменной соответствует группа, имеющая уникальный графический стиль.

Такой метод используют для группировки объектам по категориям



Тематическая карта, построенная методом индивидуальных значений

4. Пространственные запросы

Пространственные запросы основаны на анализе пространственных характеристик объектов и пространственных отношений объектов между собой.

Поэтому пространственные запросы можно разделить на две группы:

- запросы с использованием пространственных функций;
- запросы с использованием пространственных операторов.

Запросы с использованием пространственных функций.

В этих запросах анализируются пространственные характеристики объектов.

Каждую пространственную характеристику скалярного типа можно представить в виде функции, аргументом которой, как правило, является пространственный объект, а значением функции - определенная пространственная характеристика этого объекта.

Типичные пространственные функции.

Координата X (Объект) - как ответ на запрос возвращает пользователю значение координаты *X* точечного объекта.

Координата Y (Объект) - возвращает значение координаты *Y* точечного объекта.

Площадь (Объект) - вычисляет значение площади площадного объекта.

Периметр (Объект) - вычисляет значение периметра площадного объекта.

Длина (Объект) - вычисляет значение длины линейного объекта.

Расстояние (Объект1, Объект2) - вычисляет расстояние между двумя объектами.

Общая форма пространственного запроса с использованием пространственных функций выглядит так:

***Найти объекты множества, где
<пространственная функция>
<оператор сравнения> <числовое
значение>.***

Примеры запросов с использованием пространственных функций:

Найти озера с площадью более 100 квадратных километров - Функция «Площадь».

Найти автодороги, протяженностью менее 10 километров - Функция «Длина».

Найти магазины, отдаленные от станций метро не далее, чем на 500метров - Функция «Расстояние».

Запросы с использованием пространственных операторов

В этих запросах анализируются **пространственные отношения** объектов.

Чаще всего для этого используются **бинарные отношения**. Поэтому названия пространственных операторов совпадает с названием используемых отношений, рассмотренных нами ранее.

В отличие от функции, где аргументом, как правило, является один объект, операторы всегда сравнивают два пространственных объекта.

Общая форма пространственного запроса с использованием пространственных операторов выглядит так:

Найти объекты множества A , которые находятся в отношении <пространственный оператор> к объектам множества B .

Примеры запросов с использованием пространственных операторов:

Найти государства, имеющие выход к морю - Оператор «Граничит с».

Найти автодороги, пересекающиеся с железными дорогами - Оператор «Пересекается с».

Найти районы, на территории которых есть несанкционированные свалки - Оператор «Содержит в себе».

5. Формирования и выполнения пространственных запросов

В ГИС встречается два основных варианта формирования и выполнения пространственных запросов:

- интерактивное применение инструментов выбора;**
- использование построителя запросов (формирование запроса с помощью диалогового окна).**

Интерактивное применение инструментов

В большинстве ГИС имеется набор специальных инструментов выбора объектов на карте, использование которых автоматически приводит к выполнению пространственного запроса.

Выбор - осуществляет поиск объектов, содержащих в себе указанную точку (оператор «Содержит в себе»).

Выбор в прямоугольнике - осуществляет поиск объектов, находящихся внутри нарисованного пользователем прямоугольника (оператор «Содержится в»).

Выбор в радиусе - осуществляет поиск объектов, находящихся внутри нарисованной окружности (оператор «Содержится в»).

Выбор в полигоне - осуществляет поиск объектов, находящихся внутри нарисованного или выбранного многоугольника (оператор «Содержится в»).

Выбор пересекающих - осуществляет поиск объектов, пересекающих нарисованный или выбранный объект (оператор «Пересекается с»).

Использование построителя запросов

Этот вариант формирования и выполнения запроса традиционно реализуется в виде **диалогового** окна.

При использовании **пространственных функций** пользователь задает исходное анализируемое множество объектов, необходимую функцию, оператор сравнения и числовое значение.

При использовании **пространственных операторов** пользователь задает первое множество объектов, оператор и второе множество объектов. Множество объектов может соответствовать одному слою карты или выборке из слоя, сделанной пользователем

