

Руководство по

ГИС

Анализу

Часть 1: Пространственные
Модели и Взаимосвязи



Тензорный анализ местности



Энди Митчелл

Содержание

Предисловие к американскому изданию	v
От редактора	vi
Предисловие переводчика.....	vii
Введение в ГИС анализ.....	9
Что такое ГИС анализ?	10
Пространственные объекты.....	12
Пространственные атрибуты	16
Анализ местоположения объектов	21
Что дает анализ местоположения?	22
Способы отображения объектов на карте.....	24
Подготовка данных.....	24
Создание карты.....	26
Анализ распределения объектов	35
Анализ распределения числовых показателей	37
Зачем строить карты распределения числовых показателей?.....	38
Что наносить на такую карту?	40
Отображение количества	42
Классификация.....	46
Создание карты.....	56
Поиск закономерностей	66
Карты плотности	69
Зачем нужны карты плотности?.....	70
Как отобразить плотность на карте?	72
Два пути отображения плотности	72
Карты плотности дискретных объектов.....	75
Создание поверхности плотности	78

Поиск объектов внутри области	87
Что дает поиск объектов внутри области?	88
Постановка анализа	90
Три пути определения объектов внутри области	96
Визуальное сопоставление	98
Построение пространственного запроса	101
Анализ методом наложения слоев	104
Анализ окружения	115
Необходимость анализа окружения	116
Постановка анализа	118
Три способа оценки окружения	120
Использование кратчайшего расстояния	122
Измерение расстояния или затрат по сети	134
Расчет затрат по поверхности	142
Анализ пространственных изменений	149
Зачем анализировать пространственные изменения?	150
Постановка анализа	152
Три способа нанесения на карту изменений	158
Создание временных рядов	160
Создание карт слежения	164
Количественная оценка изменений	168
Где получить более подробную информацию	175

Предисловие к американскому изданию

Процесс пространственного анализа напоминает растяжение резиновой ленты, где долгая и тягучая работа по оцифровке, формированию баз данных, выявлению ошибок и учету нюансов проекций и координатных систем всплывает, наконец, эффектным результатом или находкой наилучшего решения. Пространственный анализ многим пользователям часто кажется чем-то недоступным: слишком "математичный" для легкого восприятия и слишком сложный для быстрого осуществления. В условиях ощутимого дефицита на хорошие справочники и руководства он оставался уделом немногих специально подготовленных пользователей. Наконец перед вами — прекрасная книга, написанная Энди Митчеллом, которая использует обширный опыт ESRI в применении методов пространственного анализа при решении реальных проблем. Книга отражает многие области применения ГИС, поэтому читатели обязательно найдут примеры, касающиеся сферы их собственных интересов, будь-то гидрология, транспорт или планирование регионального масштаба.

Разделы книги организованы таким образом, что каждый из них раскрывает один из основных методов пространственного анализа. Как отмечено в главе I "Введение в ГИС анализ", ESRI планирует продолжить начатое и ознакомить пользователей с более сложными методами анализа в следующей книге.

Обычно мы понимаем пространственный анализ как нечто отличное от простого отображения на карте и, в значительной степени, более наукоемкое. Фразу "just a mapping project" можно все чаще услышать в кругах ГИС-специалистов, когда речь идет об использовании "умного" программного обеспечения географической информационной системы только для отражения на карте существующей информации. Фактически же одна из самых первых ГИС — Canada Geographic Information System — в своей исходной разработке вообще не имела дисплейных

возможностей и могла произвести цифровой вывод только в табличной форме. Одна из наибольших ценностей данной книги состоит в том, чтобы показать, как картографическое отображение и анализ связаны между собой в ГИС, и как мы выигрываем, когда объединяем тщательно разработанную систему отображения с численной информацией.

Книга богата цветными иллюстрациями, демонстрирующими возможности ГИС в области визуального отображения. Автор предлагает начинать анализ без сложных математических операций, создавая в уме лишь зрительный образ — карту. Человеческий глаз и мозг наиболее эффективно обнаруживают закономерности и определяют аномалии пространственного распределения с помощью на карт или иных средств графического отображения. Когда компьютер и мозговые усилия человека объединяются, ГИС становится усилителем человеческой интуиции, обнаруживая сущности и закономерности невидимые в иных случаях. Эта книга обращена к пользователям, работающим во всех областях приложений ГИС. Ее польза неоценима и для людей, встречающихся с ГИС впервые и желающих увидеть реальную мощь этих систем на практике. Перед вами прекрасное практическое руководство для студентов последних курсов в высших школах и общественных колледжах.

Эта книга — не руководство к использованию какой-либо конкретной программной оболочки, и автор намеренно избегает примеров использования любых конкретных типов или версий ГИС. Хотя в основе данного изложения лежит технология ESRI, оно не менее ценно для пользователей и профессионалов, работающих или взаимодействующих с другими типами ГИС. Именно поэтому основной упор автор делает на основных принципах пространственного анализа, а не на возможностях конкретного программного продукта. ESRI сделал существенный вклад в области геоинформатики, субсидируя создание и публикацию этой книги.

Мишель Ф. Гудчильд

Национальный центр пространственной информации и анализа Калифорнийского Университета, Сайта Барбара.

От редактора.

Перед Вами — результат большой творческой работы. Перевод сделан на высоком профессиональном уровне. Впрочем, говорить просто о переводе с английского в данном случае явно недостаточно. Атора перевода отличает, прежде всего, высокий профессионализм в области геоинформатики. Он уже известен как опытный специалист в вопросах ГИС-анализа. Обэтом говорит ряд работ, выполненных им в рамках внутренних и международных проектов, связанных с применением средств пространственного анализа ГИС в области оценки и прогнозирования чрезвычайных ситуаций, а также последствий Чернобыльской катастрофы.

Без сомнения, данная книга найдет своего благодарного читателя и получит распространение, прежде всего, в сфере образования, где сегодня геоинформатика делает свои первые шаги. Книга окажет неоценимую помощь в работе и опытным специалистам. Это издание является на Украине первым, в котором в полной мере систематизированы подходы к решению практических задач с использованием ГИС-анализа.

Александр Селезнев

Предисловие переводчика

Много лет назад мне в руки попала книга одного из зарубежных авторов в переводе И. Шеклеина, которая называлась "Экспозиция в фотографии". Для меня, тогда юного дилетанта-фотолюбителя, искренне недоумевающего по поводу каждой неудачной попытки отображения красоты окружающего мира, это был шок. Не прибегая к детальному изложению физической природы света, целых разделов по оптике, фотосинтезу и неорганической химии, навещающими скуку на страницах отечественных пособий подобного плана, автор понятным ребенку языком, не скупясь на иллюстрацию своего изложения огромным количеством реальных цветных фотографий прекрасного качества, объяснил мне основы и многие тонкости этой непростой области фотоискусства. Потом были другие книги той же серии, рассказывающие о законах построения композиции, искусстве портретной съемки и т.д., сделанные в том же стиле. Лучшей подачи материала я лично никогда до этого не встречал.

Прошли годы. Я не стал профессиональным фотографом наверно только потому, что, будучи геологом по образованию, по уши влюбился в геоинформатику, обнаружив в ней совершенно иные возможности отражения красоты окружающего мира.

Как известно, в этой достаточно молодой области дефицит учебных пособий заметно сдерживает развитие возможностей пользователей. Особенно это чувствуется в сфере пространственного анализа и моделирования, требующих специальных знаний.

И вот — книга Энди Митчелла. Тот же, доступный пониманию каждого, язык изложения, то же обилие иллюстраций, легко объясняющих самые запутанные вопросы, та же основательность даваемых знаний. Пожалуй, единственным недостатком этого действительно замечательного издания, по крайней мере, для нас с Вами, уважаемый читатель, являлся английский язык. По мере своих возможностей, я попытался этот недостаток исправить. Понимаю, что не в моих силах устранить существующие пробелы терминологии в данной области геоинформатики, потому заранее прошу прощения за вольность трактовки отдельных специальных терминов.

Разумеется, без поддержки всей группы, готовившей издание, и фирмы ECOMM Co, взявшей на себя техническое и финансовое обеспечение данного проекта, реализовать эту идею не удалось бы никогда.

Теперь "Руководство по ГИС анализу" — у Вас на столе. Пусть с этого момента сфера пространственного анализа в ГИС перестанет казаться Вам недоступной.

Алексей Ищук

1

Введение в ГИС анализ

ГИС анализ позволяет установить закономерности распределения и пространственные взаимосвязи в ваших данных. Его результаты дают возможность установить нужное место, сконцентрировать усилия в нужном направлении или сделать наилучший выбор, сопоставляя местоположение объектов.

В этой главе:

- Что такое ГИС-анализ?
- Пространственные объекты
- Пространственные атрибуты

Географические информационные технологии (ГИС) существуют уже около 30 лет. Однако люди, большей частью, используют их только для создания карт. ГИС может значительно больше. Использование аналитических возможностей ГИС помогает выяснить, чем обусловлено местоположение определенных объектов и какие между ними связи. Исследовав возможности ГИС в области пространственного анализа вы сможете получать более точную и обновленную информацию, а также создать новые данные, недоступные прежде. Обладание этой новой информацией поможет глубже оценить причины выбора местоположения объекта, найти наилучшее решение, заранее быть готовым к грядущим событиям и условиям. Так почему немногие специалисты используют ГИС для анализа? Одна из причин в том, что использование ГИС только недавно стало широко распространено, и для многих данные технологии все еще являются новшеством. Из-за этого многие организации только теперь завершают построение баз ГИС данных (процесс, отнимающий достаточно времени еще недавно, но ставший более быстрым, благодаря огромному количеству доступных географических данных сегодня). Другая причина - трудоемкость и громоздкость аналитического инструментария ГИС. В настоящее время использование доступных и легких в освоении графических интерфейсов устраняет и это препятствие. Третья причина — многие люди не используют ГИС для анализа, потому что не знают, что можно делать с его помощью кроме составления карт и создания сообщений. Или, если и знают, то не понимают как это применить. Параллельно тому, как географические данные становятся более широко доступными, а программное обеспечение ГИС становится более легким для использования, для эффективного проведения ГИС анализа необходимо все же знать структуру аналитического процесса и возможности применения его инструментария для конкретных задач.

Именно об этом и рассказывает данная книга. Вы можете даже не предполагать, что, занимаясь сегодня созданием карт, вы фактически уже вовлечены в процесс ГИС анализа. Одна из целей этой книги — помочь вам формировать более совершенные карты - такие, которые смогут объективно и точно

представлять необходимую информацию. Мы также хотим дать Вам некоторые основные понятия анализа и задачи, полезные сами по себе, такие как построение аналитических блоков, совершенствующих данный процесс.

В этой книге, мы определили наиболее общие задачи пространственного анализа, ежедневно выполняемые людьми на их рабочих местах:

- Анализ местоположения объектов
- Анализ распределения числовых показателей
- Построение карт плотности
- Поиск объектов внутри области
- Анализ окружения
- Картирование изменений

Книга содержит три части. В этой главе Вы узнаете, что такое анализ в ГИС и чем он сможет помочь вашей работе. Вы также познакомитесь с некоторыми основными понятиями ГИС, узнаете что такое пространственные данные, как они хранятся, какие бывают типы данных, способы их использования и интерпретации.

Главы от 2 до 4 раскрывают ключевые понятия процесса построения карт. В них основное внимание уделено путям графического представления географических данных, которые наилучшим образом помогают увидеть распределение исследуемых объектов. Последующие главы рассматривают запросы к карте и средства отображения пространственных закономерностей. В следующем десятилетии ожидается рост использования аналитических методов в ГИС. Возникнет новый тип пользователя — пространственный ученый. Существенное число пользователей ГИС станут разработчиками пространственных моделей. Наша цель — помочь Вам расширить свои аналитические способности.

Для достижения данной цели ESRI также планирует издание следующей книги этой серии, охватывающую более глубокие и сложные методы анализа.

Что такое ГИС анализ?

ГИС - анализ является процессом поиска пространственных закономерностей в распределении ваших данных и взаимосвязей между объектами. Аналитические методы, которые Вы используете, могут быть как очень простыми - при обычном создании карты, так более сложными, включающими модели, которые имитируют реальный мир путем объединения многих слоев информации.

Главы в этой книге построены в порядке, которого вам желательно придерживаться при выполнении анализа.

Постановка вопроса

Начиная анализ, необходимо определить, какую именно информацию вы рассчитываете получить. Чаще это делается в форме постановки вопроса: Где было большинство краж со взломом в прошлом месяце? Сколько леса растет в пределах каждого бассейна водосбора? Какие объекты попадают в 500 футовую зону от магазина? Правильная постановка вопроса зачастую помогает определить как лучше подойти к анализу, какой метод эффективнее использовать и как лучше представить результаты. Другие факторы, влияющие на процесс проведения анализа: как и кто будет использовать его результаты. Одно дело, когда вы в процессе собственных исследований зондируете данные, выявляя особенности их распределения или поведения. Совсем другое дело — представить результаты политическим деятелям или для публичной дискуссии, научного обзора или судебного заседания. В последних случаях методы должны быть более строгими, а результаты — более обоснованными.

Понимание ваших данных.

Тип данных и объектов, с которыми вы собираетесь работать, определяет специфику метода, который лучше всего использовать. И наоборот, если Вы решили использовать конкретный метод, чтобы получить информацию нужного качества, необходимо обеспечить требуемый набор исходных, данных. Нужно хорошо представлять себе, какой информацией вы располагаете (типы объектов и атрибутов, будет оговорен позже в этой главе), и что необходимо еще получить или создать. В процессе, создания новых данных могут появляться новые величины в таблице данных (смотри "Работа с таблицами" ниже в этой главе) или даже новые слои карт.

Выбор метода анализа

Почти всегда есть два или три способа получения информации, которая Вам необходима. Часто, один метод более быстрый и дает более приближенную информацию. Другие могут потребовать более детальных данных, большего времени и усилий на обработку, но обеспечат более точные результаты. Вы выбираете метод анализа, исходя из поставленной проблемы и того, как будут использованы его результаты. Например, вы выполняете оперативный анализ разбойных нападений в городе, чтобы выделить неблагополучные участки. Просто оценить ситуацию можно, отобразив на карте отдельные преступления. Если же информация готовится как доказательство для следствия или суда, придется более точно обосновать места, где нападения в конкретный период времени случались заметно чаще.

Обработка данных

Как только выбран метод, необходимо выстроить цепочку его реализации средствами ГИС. В этой книге, мы даем некоторые понятия о том, что делается в ГИС для того, чтобы эффективнее интерпретировать результаты. Мы также даем некоторые советы по выбору параметров, которые могут потребоваться в процессе анализа.

Оценка результатов

Результаты анализа могут быть представлены в виде карты, значений в таблице или диаграммы - фактически новой информации. Необходимо решить, какую информацию следует нанести на карту, как группировать значения для наилучшего представления данных. Вы должны также решить, помогут ли диаграммы легче воспринять информацию, которая представляется.

В процессе оценки результатов вы можете определить объективность и необходимость полученной информации, принять решение о повторении анализа с другими параметрами или применении другого метода. ГИС позволяет сравнительно легко сделать необходимые изменения и получить новый результат. Вы можете также оперативно сравнить результаты различных , анализов и увидеть, какой метод представляет информацию наиболее точно.

Пространственные объекты

Как видно, тип пространственных объектов, с которыми вы работаете в значительной степени определяет всю цепочку процесса анализа.

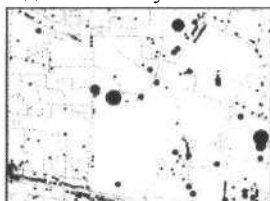
Предварительная типизация данных помогает, таким образом, правильно организовать аналитический процесс. Поэтому, следующими полезными шагами должны стать типизация пространственных данных, определение способов их представления в ГИС и порядок работы с ними. Таким образом, вам необходимо узнать, какие существуют типы пространственных объектов, способы их представления в ГИС, а также кое-что о картографических проекциях и системах координат.

ТИПЫ ОБЪЕКТОВ

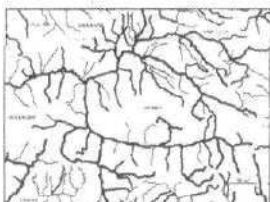
Пространственные объекты могут представлять собой дискретные, непрерывные или обобщенные по площади явления.

Дискретные объекты

Для дискретных точечных, линейных и площадных объектов всегда может быть определено их фактическое расположение на местности. То есть, в любой точке пространства данный объект может быть либо представлен, либо — нет. Примером могут служить точки расположения предприятий на карте, линии водотоков или участки земли.



Предприятия, представленные на карте символами, величина которых зависит от количества служащих - пример точечных дискретных объектов.



Потоки являются дискретными линейными объектами.

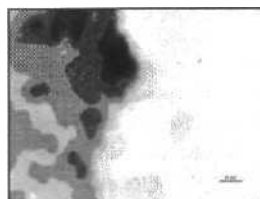


Цветная кодировка участков земли в зависимости от ее площади - пример представления дискретных площадей.

Непрерывные явления.

-

Непрерывные явления, в отличие от дискретных, характеризуют не отдельные пространственные элементы, а территорию в целом. Такие, например, характеристики как осадки или температура могут обнаруживаться или измеряться в любом месте территории и характеризовать ее в целом. Непрерывность данных явлений в том, что невозможно указать промежутки по площади распространения объектов данного типа, в которых бы они отсутствовали. Непрерывные данные часто представляют в виде регулярных (как например, данные о рельефе) или нерегулярных множеств точек (как, например, метеостанции). ГИС использует данные в этих точках, чтобы в процессе интерполяции вычислить значения в промежутках между ними. Некоторые виды дискретных данных в определенных случаях представляют в виде непрерывных, показывая изменение количественного показателя с изменением местоположения. Например, карту распределения стоимости земли можно создать, интерполируя центры земельных участков в городе.



Представление среднегодовых осадков в виде непрерывной поверхности.

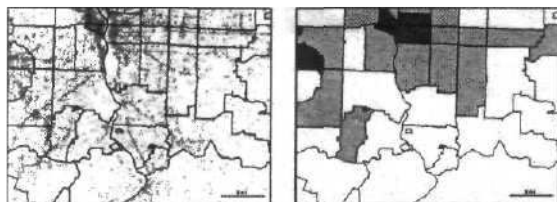
Непрерывные данные могут также быть представлены в виде ограниченных областей, в пределах которых расположены однотипные данные, например, одного типа почвы или растительности. Несмотря на то, что данные меняются непрерывно, границы указывают дискретное изменение величины в пределах заданных площадей. Например, по земельным участкам, границы которых определены юридически.



Типы почв, представленные с помощью условных границ.

Объекты, обобщенные по площади.

Объекты данного типа отражают обобщенную характеристику или концентрацию отдельных объектов в пределах данной области. Например - количество предприятий в пределах каждого почтового отделения; общую длину водотоков в пределах каждого бассейна водосбора; количество домов в каждом округе (полученное суммированием количества домов в каждом районе). Таким образом, величина данного показателя характеризует площадь



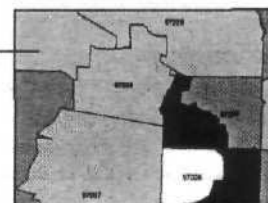
Карта слева показывает расположение предприятий. Карта справа — цветовое выражение концентрации предприятий в пределах почтовых отделений.

целиком, а не каждую ее точку в частности. Многие данные поступают уже в обобщенном (агрегированном) виде. В их числе: демографические данные, которые оперируют обобщенными понятиями ("среднее население", "среднее хозяйство", и так далее) или процентными соотношениями категорий (процент жителей старше 65 лет или процент испанцев). Некоторая деловая информация также обобщается в пределах почтовых, административных или других границ.

Обобщению могут подвергаться и другие типы данных. Если объекты имеют код, определяющий их принадлежность какой-либо площади, они могут стать объектом статистического анализа. Например, можно определить суммарный общий доход предприятий, имеющих одинаковый почтовый индекс. Это значение затем присваивается каждой площади в процессе обобщения. Вы можете затем использовать данный атрибут для отображения на карте, чтобы исследовать закономерности распределения доходов предприятий.

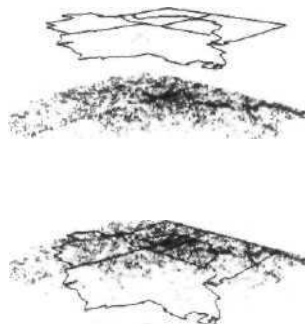
Harris Welco	97210
B & I Furnishings Inc	97210
Paragon Fire Sprinklers	97006
Simply Dramatic	97212
G-S Associates Inc	97210

97006	717
97007	528
97008	191
97009	245
97010	1



Обобщенный показатель плотности предприятий в пределах почтового участка

Если объекты не имеют кода, характеризующего их принадлежность какой-либо площади, можно средствами ГИС установить данную принадлежность путем наложения разных слоев карты и произвести обобщение данных по площади. Более подробно об этом можно будет узнать в гл. 5 "Поиск объектов внутри области".



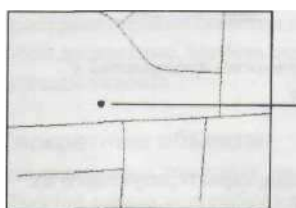
MacKenzie Trail Lodge	Reeder	Rd	97231
Heritage Plantations	Hidden Acres	Ln	97113
Taylor & Daughter	Dixie Mountain	Rd	97124
Skyline Nursery	Dixie Mountain	Rd	97124
Skyline Hills Ranch	Skyline	Blvd	97124

Путем наложения границ почтовых округов на точки расположения предприятий можно присвоить каждому предприятию его почтовый индекс.

ДВА СПОСОБА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ

Пространственные данные могут быть представлены в ГИС двумя типами моделей: векторной и растровой.

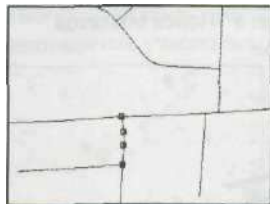
В *векторной модели* каждому объекту соответствует строка в таблице, и положение его границ в пространстве определено координатами X и Y. (ГИС соединяет эти точки линиями или контурами). Объекты могут быть представлены отдельными точками, линиями или полигонами. Такие места на карте, как адреса пользователей или места совершенных преступлений представляются на карте как точка, имеющая пару



$x = 7.611,820$ $y = 645,462$

географических координат.

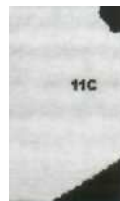
Линии, такие как водотоки, дороги или трубопрово-



ды представляются серией координатных пар. Площади оконтуриваются границами и представляются в виде закрытых полигонов. Они могут быть определены административно - как участки земли или страны, а могут иметь естественные границы - как речные бассейны. В процессе анализа векторных данных значительно больше времени затрачивается на обработку (обобщение) атрибутов в атрибутивной таблице слоя.



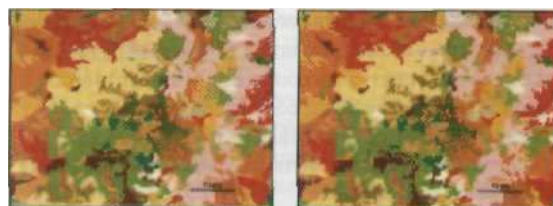
Растровая модель представляет непрерывное пространство в виде матрицы ячеек. Каждый слой представляет один атрибут (хотя другие могут быть присоединены к нему), и потому больше времени уходит на создание новых слоев, несущих значения других атрибутов.



Типы почв, представленные как растровый слой.

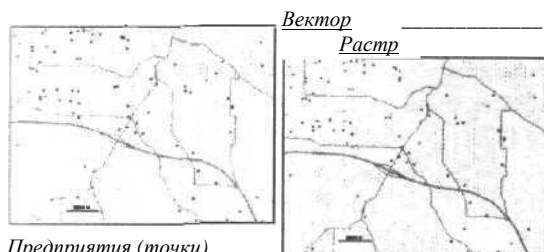
Размер ячеек, который вы задаете при создании растрового слоя существенно влияет на точность результатов анализа и вид карты. Он определяется, исходя из точности исходной карты и минимальных размеров картируемых объектов. Использование слишком больших размеров ячеек приводит к потере мелких деталей. Использование слишком малых ячеек занимает неоправданно большие объемы памяти, значительно увеличивая время анализа и добавляя излишнюю точность карте.

Растровый слой растительности. Большой размер ячеек

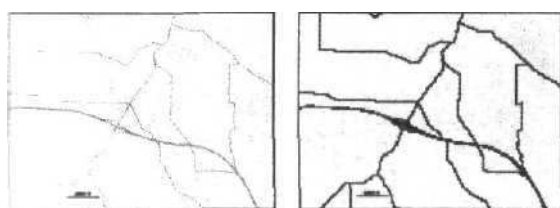


(правая карта) позволяет видеть закономерности, но скрывает некоторые детали.

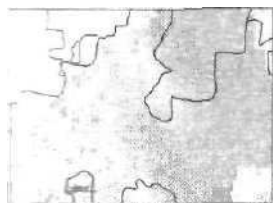
В тоже время различные типы объектов по разному представляются различными моделями данных. Так дискретные объекты и данные, обобщенные по площади обычно представляют с помощью векторной модели. Непрерывные категории представляют как в векторе, так и в растре, а непрерывные числовые величины чаще представляют с использованием растровой модели.



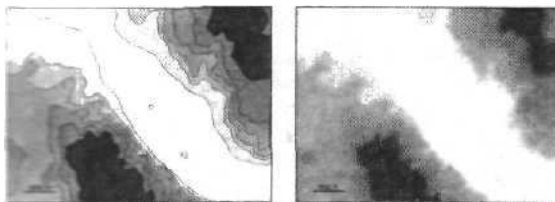
Предприятия (точки)



Шоссе (линии)



Землепользование (полигоны)

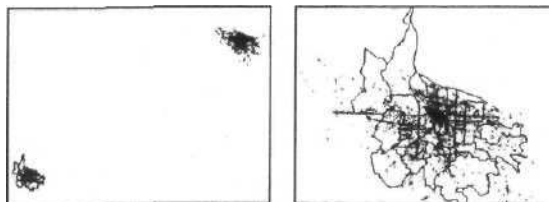


Рельеф (непрерывное явление)

Вы можете также представлять дискретные объекты как растр, когда необходимо соединить тему данного типа с другими слоями в растровой модели, если растр лучше подходит для данного вида анализа.

КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ И СИСТЕМЫ КООРДИНАТ

Все слои данных, которые вы используете, должны быть в одной и той же картографической проекции и единой системе координат. В противном случае их невозможно будет наложить друг на друга и сопоставить, чтобы увидеть какие объекты вмещают, перекрывают или пересекают другие, а также установить степень их соседства.



Предприятия и границы почтовых отделений в разных координатных системах (левая карта) и в одной системе координат (правая карта).

Картографическая проекция переводит объекты земного шара (который является почти сферой) на плоскую поверхность карты. Все картографические проекции искажают формы отображаемых объектов, а также площади, расстояния и направления. Хотя, если речь идет об отображении сравнительно небольшой площади, например, города или района, эти искажения незначительны. С увеличением площади отображения до области, страны или земного шара начинается заметно ощущаться кривизна планеты.

Система координат определяет способ размещения объектов в двухмерном пространстве и точку начала

Если вы используете стандартную базу ГИС, скорее всего проблем с совмещением данных не будет. Если информация собирается из различных источников, могут возникнуть проблемы. Приходится отвечать на ряд вопросов пользовательского интерфейса об определении проекции и системы координат в зависимости от того, что мы хотим оставить без искажений - площадь или длину. Некоторые ссылки в конце книги содержат информацию о том, как выбирать систему координат и проекцию, а также как проецировать ваши данные.

Пространственные атрибуты

Каждый географический объект имеет один или более атрибут, идентифицирующий данный объект, описывающий его или представляющий некоторую величину, связанную с объектом. Выбор типа анализа частично зависит и от типа используемых атрибутов.

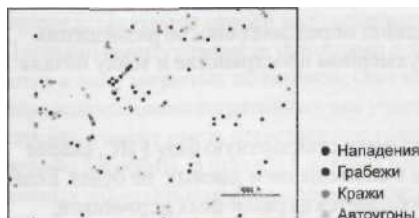
Типы атрибутивных величин

К атрибутивным величинам относят;

- Категории
- Ранги
- Количество
- Величину
- Отношения

Категории

Категориями являются группы подобных объектов. Они помогают лучше отразить сущность ваших данных. Объекты одного класса всегда каким-то образом подобны и имеют характерные отличия от объектов другого класса. Например: в категорию дорог можно отнести автостреды, шоссе или проселочные дороги. К категории преступлений - кражи со взломом, нападения, воровство и т.д. Значения категорий могут быть представлены в виде числового кода или текста. Текстовые значения часто приводятся в сокращенном виде с целью экономии места в таблице.



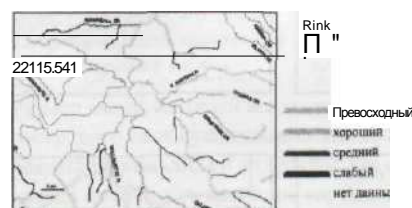
	Dm	Typ*	Description
108161454	08/11/97	629	THEFT. «Off «Ш
107941626	107/20/97	521	IBURG.UNL ENT RESNITE
10904Г015	11/07/97	521.1	IBURG.UNLENT QAHNITE
10627031D	02/03/97	513	IBURG.FORCED. RESUNK
	11X17M7	100	Губернаторский Ул

Ранги

Ранги как бы систематизируют объекты в порядке возрастания или убывания величины. Обычно они используются, когда непосредственная оценка величины затруднительна или определяется целой комбинацией факторов.

Например, сложно определить непосредственно такую характеристику водотока, как бурность.

Вы можете только утверждать, что поток, ревуший в горном ущелье, имеет в этом отношении более высокий ранг, чем ручей, протекающий у молочной фермы.



WILLAMETTE R
2231.341 RICXREALLCR

я»йв"кяпП|ТТ1 f pfihnikifi и

Такой вид оценки относителен. Вы знаете только каково место данного объекта в заданном порядке, однако вы не можете судить насколько его характеристика выше или ниже значений соседних объектов. Например, можно понимать, что объект с рангом 3 выше, чем объект с рангом 2, но ниже, чем объект с рангом 4. Однако невозможно определить насколько выше или ниже.

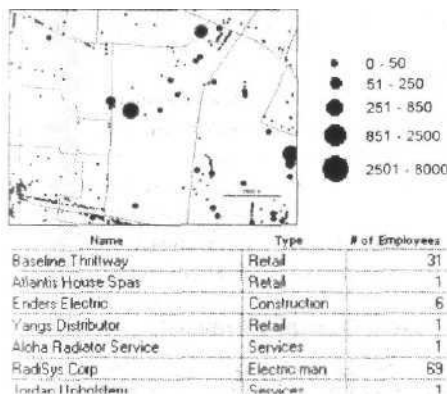
Вы можете присваивать ранги, основанные на других атрибутах объекта. Например, вы хотели бы присвоить всем почвам некоторый тип, определяющий их пригодность для роста зерновых.



Ранжирование почв по пригодности для роста зерновых.

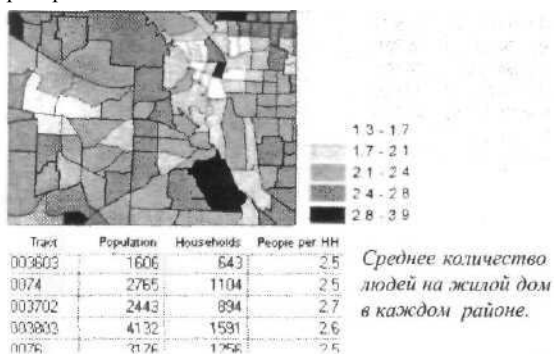
Количество и величина

Количество и величина отражают числовые значения. Количество отражает фактическое число объектов заданного вида на карте. Величина может представлять некоторую числовую ассоциацию с каждым объектом, например - число сотрудников на предприятии. Использование показателя количества или величины позволяет увидеть реальное значение каждого объекта и сопоставить его со значениями его соседей.



Отношения

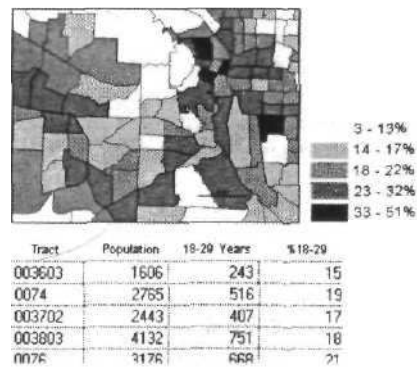
Отношение отражает взаимосвязь между двумя величинами и определяется для каждого объекта путем деления одной величины на другую. Например, деление количества жителей в каждом районе на число жилых домов покажет среднее число жителей, в каждом доме. Использование относительных показателей отразит разницу между большими и малыми площадями; площадями, включающими много объектов и площадями, имеющими меньшее их количество. Таким образом, карта более объективно покажет распределение объектов.



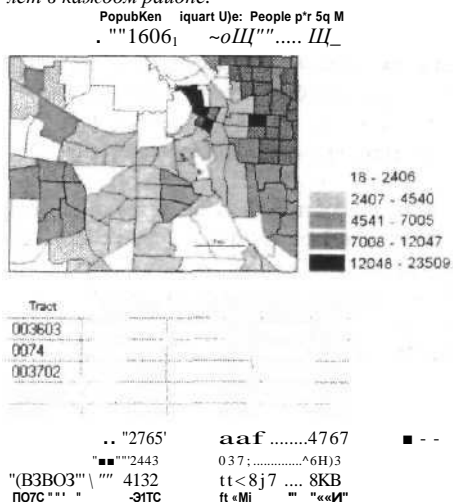
Можно выделить два типа отношений - пропорции и плотность.

Пропорции показывают, какую часть от общего представляет собой каждая величина. Например, разделив количество жителей от 18 до 30 лет на общее число жителей района, мы узнаем долю молодежи в общем количестве жителей. Пропорции часто представляют в процентах (частью от 100). Плотность характеризует распределение объектов или их содержание на единицу площади. Например, разделив количество населения на площадь региона в квадратных милях можно получить плотность населения на квадратную милю территории.

Картирование плотности будет обсуждаться в главе 4.



Процентное содержание людей в возрасте от 15 до 30 лет в каждом районе.



Плотность населения (человек на кв. милю) в каждом районе.

Непрерывные и дискретные величины

Категории и ранги - это дискретные величины, которые используют числа и значения, содержащиеся в слое данных. Причем более, чем один объект может иметь одну и ту же величину. Кроме того, обычно имеется по крайней мере один объект, принимающий любое данное значение. Картирование категорий обсуждается в главе 2, в то время как нанесение на карту рангов будет рассмотрено в главе 3.

Количество, величина и отношение являются непрерывными величинами - в каждом объекте потенциально заложена величина, находящаяся между минимальным и максимальным значением интервала. Это важно понимать, поскольку осознание того, как распределены величины между верхним и нижним пределом ранга поможет решить как лучше группировать их для выявления закономерностей распределения.

Работа с таблицами данных

Работа с таблицами данных, которые содержат атрибутивную информацию и итоговую статистику является важной частью ГИС анализа. Три основных операциями работы с таблицами являются выборка, вычисление и статистический анализ.

Выборка

Вы выбираете объекты, чтобы работать с выборкой или присвоить новую атрибутивную величину только определенным объектам - например присвоить определенный разряд нескольким различным категориям.

Сделать выборку - значит выбрать те строки в атрибутивной таблице слоя данных, которые соответствуют вашим условиям. Вы производите выбор, используя запрос, который обычно имеет форму логического выражения: **Select attribute = value**

Например, выбрать только участки коммерческой застройки. Ваше выражение будет:

Select Landuse = COM,

где Landuse - поле атрибутивной таблицы, а COM - его значение, указывающее на признак "коммерческая застройка".

Участок ID	Стоимость	Area	Landuse
R916405720	10900	0.11	COM
R916405660	44400	0.28	IND
R916401590	17400	0.10	VAC
R916401610	100	0.01	COM

Кроме знака равенства в логических выражениях используются такие операторы как: "более чем" (>), "менее чем" (<) и "не равно" (<>). Вы можете также выстроить несколько выражений в цепочку, заявляя сразу несколько критериев поиска. Например, условие: "найти участки коммерческой застройки площадью не менее 2 акров" запишется как:

Select Landuse = COM and Area > 2

Участок ID	Стоимость	Area	Landuse
3S1010001500	1267080	13.81	AGR
3S1010001503	2631800	22.67	COM
3S1010001504	73640	0.46	COM
3S1010001505	420060	3.28	COM
3S1010001506	144740	0.94	COM

Вы можете совместно применить несколько критериев поиска, используя оператор "OR". Например, выбрать участки коммерческой и индустриальной застройки:

Select Landuse = COM or Select Landuse = IND

Участок ID	Стоимость	Area	Landuse
R916405120	10900	0.11	COM
R916405720	46700	0.16	IND
R916405660	44400	0.26	IND
R916401590	17400	0.10	VAC
R916401610	45600	0.01	COM
R916405820	25500	0.11	AGR
R916405785	43700	0.19	SFR

Вычисление

Вы можете рассчитать атрибутивную величину, присвоив ей новое значение в таблице данных. Вначале необходимо добавить новое поле к таблице 12-ти, затем обозначить величину, соответствующую каждому объекту. Можно присвоить значение непосредственно, как в случае с рангами или задать его в зависимости от значений других полей таблицы, определяя относительные значения. Например, вы хотели бы выбрать все почвы определенного типа и присвоить им ранг, соответствующий их пригодности для роста некоторых зерновых культур, а затем сделать то же самое для других типов почв данной области:

Select SOIL = 28B

Затем,

Calculate Rank = 2

Acres	Soil Code	Rank
14	28C	
9	28B	2
153	7C	
84	29F	
22	31D	
16	28B	2

*ЛТН Вы хотели бы рассчитать среднее количество жителей в каждом доме, разделив общее количество жителей на количество домов в районе:

Calculate People per household = Population / household

Tract	Population	Household	Peopl per HH
003603	1606	643	2.5
0074	2765	1104	2.5
003702	2443	894	2.7
003803	4132	1591	2.6
0076	3176	1256	2.5

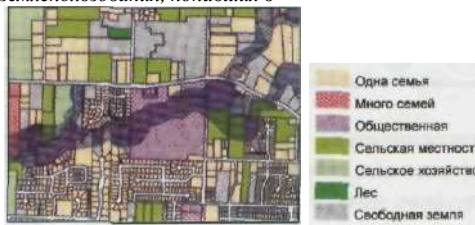
Статистический анализ

Другим путем работы с таблицами является расчет значений определенных атрибутов по данным статистики. В некоторых случаях мы получаем единственное значение, такое как сумма или среднее. В других случаях мы создаем новую таблицу, внося в нее значение для каждой категории (типа) и количество объектов. Это понятие известно как частота. Оно подразумевает количество или обобщенное значение встреченных объектов каждого типа.



Sum: 1696330
Count: 79 Mean:
61979 Maximum:
50400G Minimum: 0

Количество и площадь участков с различным типом землепользования, попавших в



Landuse	# of Parcels	Total SqFt
Agriculture	1	81046
Multi Family	1	137099
Public	11	1450742
Rural	6	420247
Single Family	43	788642
Vacant	20	814649

зону наводнения.

2

Анализ местоположения объектов

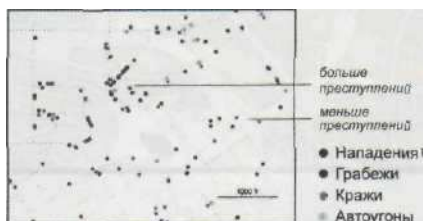
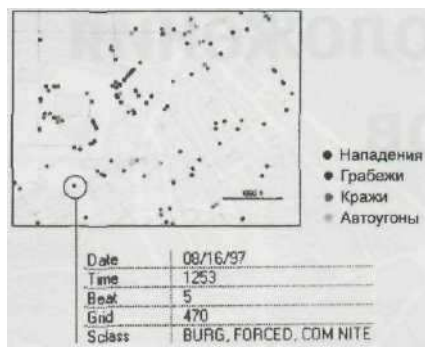
В процессе анализа местоположения объектов определяют, где находятся объекты с определенными свойствами и места, в которых следует принимать меры. Также это помогает понять, причины, обуславливающие данное местоположение объектов.

В этой главе:

- *Что дает анализ местоположения ?*
- *Способы отображения объектов на карте*
- *Подготовка данных*
- *Создание карты*
- *Анализ распределения объектов*

Что дает анализ местоположения объектов?

Люди часто используют карты, чтобы увидеть, где расположен или как выглядит интересующий их объект. Однако, на карте еще и нагляднее проявляется характер пространственного распределения объектов, что позволяет выявить связи между ними и лучше понять исследуемую область.



Вы можете использовать карту, чтобы опознавать отдельные объекты или искать закономерности в их распределении.

Анализ местоположения помогает определить области, соответствующие вашим критериям или места, в которых необходимо принимать срочные меры. Например, используя ГИС, полиция может ежемесячно оценивать распределение мест совершения преступлений, их повторяемость и миграцию в пределах города и соответственно координировать работу патрульной службы. Биологи, исследующие дикую природу, могут определить области, в которых относительно немного дорог, чтобы минимизировать влияние деятельности человека в зоне исследований. Только увидев места расположения объектов, вы начнете понимать причины пространственных взаимосвязей. Например, эколог мог бы обнаружить влияние особенностей рельефа, величины дождевых

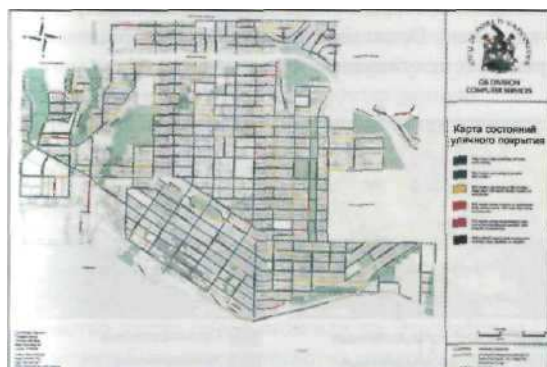
осадков или других факторов на пространственное распределение растительных сообществ. Аналитик, планирующий сеть розничной продажи, сопоставив места расположения торговых точек с местами хранения продуктов, оценит как далеко находятся склады от потребителя.

ГАЛЕРЕЯ КАРТ

Отдел Лесоводства Штата Орегон создал историческую карту земельной собственности, которая отражает цепь проделанных мероприятий в области управления лесным хозяйством. Используя оцифрованные данные бумажных карт различных государственных и федеральных агентств, аналитики сгруппировали участки земли в 13 категорий земельной собственности. Карта охватывает значительные территории, принадлежащие Бюро Земельного Управления США на юго-востоке и Службе Леса США на западе и северо-востоке. Карта используется в государственной системе управления лесным хозяйством.



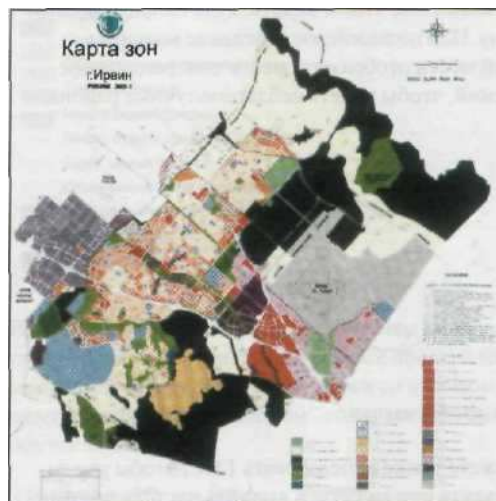
Город Британская Колумбия на севере Ванкувера создает карты, отражающие состояние городских улиц. Таким образом, ремонтные бригады видят, какой улице необходимо уделить особое внимание. Используя данные натурных съемок, они выделяют цветом каждый квартал, присваивая ему одну из шести категорий: голубой и зеленый - хорошее состояние, оранжевый и красный - неблагоприятное. Карты также показывают кварталы, нуждающиеся в однотипных ремонтных работах, что помогает ремонтной службе планировать оснащение бригад.



Правительственная ассоциация Сан-Диего (SANDAG) создала карту растительности подчиненной территории. Карта отражает 15 категорий растительности, включая сельскохозяйственные угодья и пахотные земли. Она используется при планировании мероприятий по охране окружающей среды и дает представление о местоположении и относительной площади каждого природного комплекса.



Планировщики города Ирвин в Калифорнии составили карту районирования городской территории. При этом, для обозначения общих категорий использовались оттенки одного цвета. Например, различные коммерческие районы показаны в оттенках красного. Таким образом, карта отражает как специфику использования каждого участка, так и общую закономерность развития города. Планировщики могут контролировать данный процесс и выявлять области, которые требуют введения дополнительных мощностей таких систем, как водопровод или канализация.



Способы отображения объектов на карте

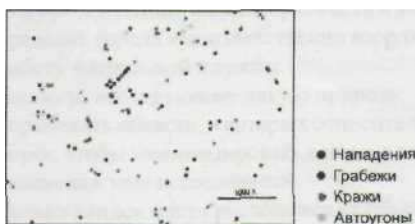
Чтобы исследовать закономерности в распределении ваших данных необходимо отобразить объекты слоя, используя различные виды символов. Вам необходимо определить способ отображения, основываясь на том, какого рода информация вас интересует и как будет использоваться созданная карта.

ЧТО ВЫ ХОТИТЕ ПОЛУЧИТЬ В РЕЗУЛЬТАТЕ АНАЛИЗА?

Допустим, вам просто нужно знать, где имеются объекты определенного рода, а где их нет. Например, предприятию необходимо исследовать места расположения клиентов, чтобы видеть, куда направить свою рекламу. Или полицейское отделение могло бы каждый месяц отображать места совершения преступлений, чтобы видеть неблагополучные районы.

Места преступлений

Вы можете также использовать ГИС, чтобы учесть тип объекта при анализе и выявить частоту повторений встречи объектов одного типа в том же месте. Так предприятие могло бы отображать клиентов по типам соответственно возрасту, а отдел полиции создать карту распределения преступлений различного типа - кража со взломом, нападение, воровство и так далее, чтобы видеть, повторяются ли нападения или воровство в той же самой области.



Распределение мест преступлений по типам.

КАК ВЫ ПЛАНИРУЕТЕ ИСПОЛЬЗОВАТЬ КАРТУ?

Карта должна соответствовать аудитории, которой адресована. Если, например, планировщик представляет карту районирования публике на заседании муниципального совета, чтобы обсудить развитие тяжелой промышленности в городе с учетом высокой плотности застройки, карта должна отражать детальные категории. Если, напротив, обсуждаются общие принципы районирования города, достаточно выделить лишь главные категории (жилые и коммерческие зоны, территории индивидуальной застройки и так далее). Показ деталей в этом случае только привнесет ненужную информацию.



Аудиторию, которая незнакома с представляемой областью или данными, положенными на карту, необходимо ознакомить с легендой, в которой отражены условные обозначения различных объектов.

Объем легенды определяется назначением карты. Небольшие карты вроде тех, которые включают в доклады, должны иметь только самую необходимую информацию, отражающую общие закономерности. Стенные карты и плакаты могут представлять более детальные данные и, соответственно, большее количество ссылочной информации.

Подготовка данных

Перед созданием карты, удостоверьтесь, что наносимым объектам присвоены координаты, а в таблице данных для каждого объекта прописан атрибут его категории.

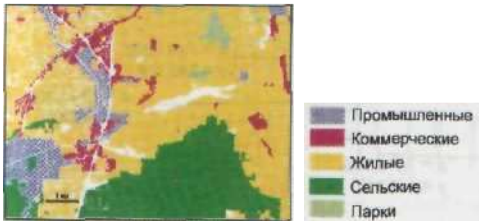
ПРИСВОЕНИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КООРДИНАТ

Каждый объект нуждается в привязке к местности с помощью географических координат. Если данные уже помещены в ГИС, его географические координаты скорее всего определены. Если же информация поступила к вам из другой программы или вводится вручную, объекты необходимо обеспечить сведениями типа почтового адреса или значений географической широты и долготы. ГИС прочтет данную информацию и определит положение объектов в пространстве.

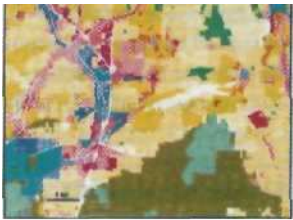
ПРИСВОЕНИЕ КАТЕГОРИИ

Когда вы отображаете объекты по типам, каждый из них должен иметь код, идентифицирующий его категорию, например: преступление типа нападение, воровство, кража со взломом или др. Эта информация может быть ранее присвоена каждому объекту, если нет - вам придется сделать это самим.

Чтобы присвоить код категории необходимо создать новый столбец в таблице данных слоя и приписать соответствующее значение каждому объекту. Многие категории являются иерархическими. Это значит, что более общие из них разделены на частные. Например, участки могут иметь код общей категории, указывающий, что они являются индустриальными зонами и код частной категории, указывающий на конкретный тип индустриального районирования: тяжелая, легкая индустрия или смешанное использование



Районирование по коду общей категории.



Районирование по коду частной категории.



В некоторых случаях, единственный код указывает и главный тип и подтип. Например, все преступления со значением между 500 и 599 - кражи со взломом, но категория "кражи со взломом" специальным кодом не обозначена.



ID Dm Typ* *isrftton
110181454Щ/11/37"[523.....ГТНЕПТГР66"«00.....
107941626 07/20>37....Г521.....JbURG:UNL ENT. RES NIT Г
"l'oi**12915)UP^7""Ш.Я"] BURG, UNL ENT GAR NITJ
'106270910 i 02/03/97....[513^ [BURGVFORCED
Yno'rwI&n i'n /m/cn Vc'ia > TUICPT' riv/cb «j

Acres	General Code	Detailed Code	Description
3.8	SFR	SFR2	Urban Low Density Residential (10000 sq. ft.)
17.6	COM	CO	Office Commercial
4.7	RUR	RAFU	Future Urban
104.9	SFR	SFR1	Urban Low Density Residential (30000 sq. ft.)
2.9	SFR	SFR3	Residential - 7500 sq. ft. area per unit
46.3	MFR	MFR1	Medium Density Residential
8.4	SFR	SFR2	Low Density Residential
7775.2	RUR	RAFU	Rural Residential/Farm Forest (5 Acres)
2650.0	RUR	RAFU	Rural Residential/Farm Forest (5 Acres)
4681.6	RUR	FF	Exclusive Farm Use

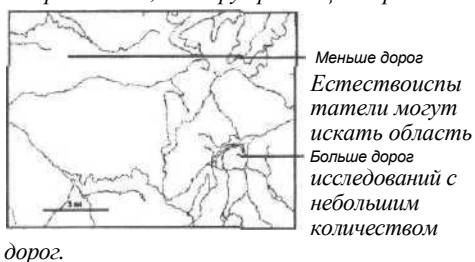
В других случаях для отражения частных и общих категорий используются различные атрибуты, как в этом слое районирования.

Создание карты

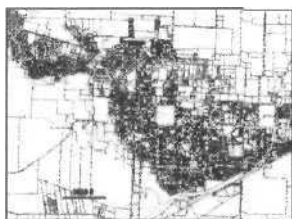
При создании карты необходимо сообщить ГИС, какие объекты следует показывать и какие для этого использовать условные обозначения. Вы можете показать все объекты слоя как один тип или разделить их по категориям.

НАНЕСЕНИЕ НА КАРТУ ОДНОТИПНЫХ ДАННЫХ

Для отображения объектов одного типа можно использовать один вид символа. Но даже в этом случае на картах, которые просто отражают расположение объектов могут выявиться закономерности. Например, владелец склада может оценить расположение потребителей, а проектировщик зоны отдыха увидит, какие дороги проходят в живописных местах.

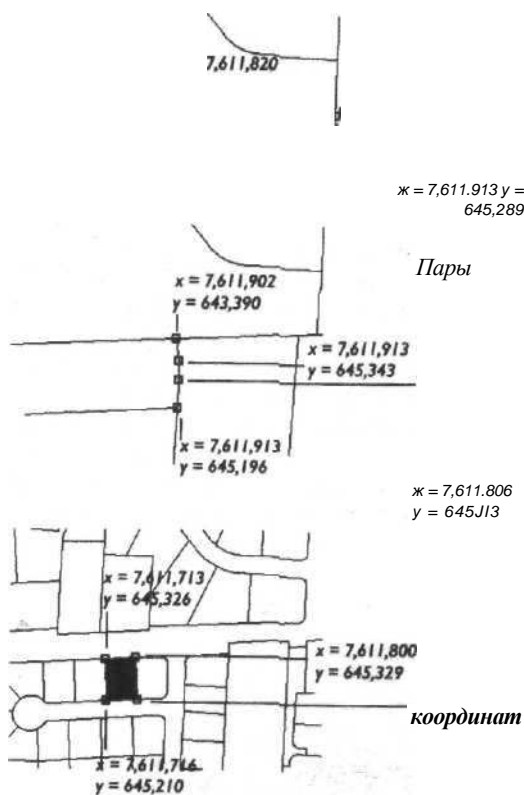


В объектах, определенных на карте одной категорией, позже могут обнаружиться различия. Например, маленькие земельные участки используются иначе, чем окружающие их крупные участки той же категории.



Что делает ГИС

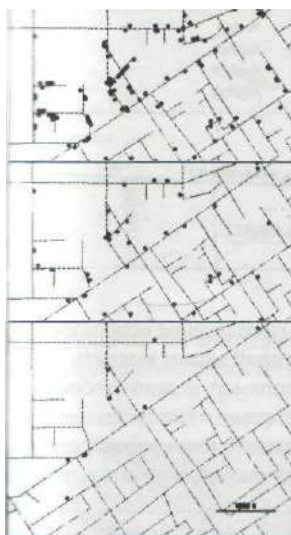
ГИС хранит местоположение каждого объекта как пару или набор пар географических координат, определяющих пространственное положение и форму объекта. В процессе создания карты ГИС, используя координаты, отображает объекты согласно определенным ранее символам. Зная адрес клиента, ГИС рисует символ в точке, местоположение которой соответствует данному адресу. Линейные объекты, такие как улицы, ГИС отображает, соединяя отрезками точки с определенным местоположением. Для площадных объектов, таких как участки земли, ГИС рисует контура и заполняет их цветом или штриховкой.



определяют местоположение объекта, форму улицы, и контур участка.

Группировка объектов

Вы можете отображать все объекты слоя данных или выбрать, используя код категории тс, которые вас интересуют в данный момент. Например, вы можете вывести на карту все места преступлений, а можете выбрать и отобразить только кражи со взломом или выделить только те кражи со взломом, которые произошли в коммерческих районах. Группировка помогает выявить закономерности, неочевидные при внесении на карту всех объектов.

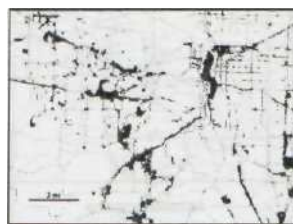


Все типы преступлений

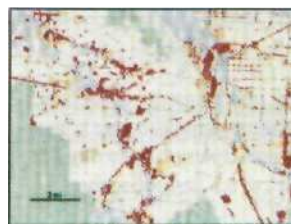
Кражи со взломом

Кражи со взломом в коммерческих районах

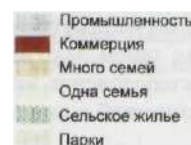
Группировка обычно выполняется для точечных объектов. Дело в том, что линейные объекты часто соединены в сети, а карта, отражающая часть сети, может казаться неполной. Например, отображение только проселочных дорог без автострад и шоссе скрывает бы многие связи в дорожной сети. Точно так же отражение группы непрерывных данных скроет окружение объектов. Например, показывая только области, отнесенные к коммерческим районам, вы не увидите, какие категории их окружают. Если необходимо выделить именно коммерческие районы, покажите их яркими цветами, затенив окружающую территорию.



Коммерческие районы

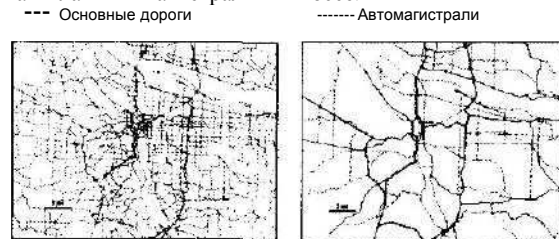


Коммерческие районы с окружением



ОТОБРАЖЕНИЕ ОБЪЕКТОВ ПО КАТЕГОРИЯМ

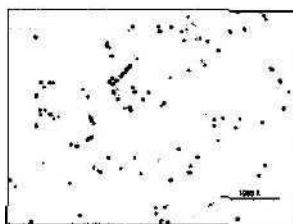
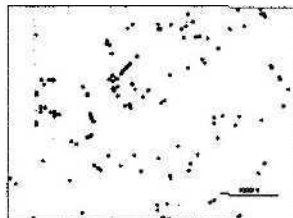
Средства отображения ГИС позволяют разделить объекты, используя для каждой категории различные условные обозначения. Отображение объектов по категориям *помогает* подчеркнуть функциональное назначение места расположения объекта. Например, отображая на карте все автомагистрали одинаковой черной линией, мы просто показываем места их положение в пространстве. Разделение по категориям раскрывает иерархию дорог, а значит и региональные закономерности движения. Вы можете видеть, что окружные дороги обеспечивают движение транспорта к главным магистралям и шоссе.



----- Шоссе
■ Главные
Второстепенные

Отображение автомагистралей по категориям лучше отражает суть региональных закономерностей движения, чем простое отображение всех дорог одним символом

Точно так же преступления, обозначенные в соответствии с типом, дают возможность оценить не только их местоположение, но и концентрацию однотипных происшествий в данном месте и в данное время



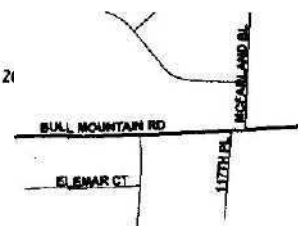
дения
• Грабежи
• Кражи
• Автоугоны

Что делает ГИС

ГИС хранит значение категории для каждого объекта в таблице данных слоя. Отдельно хранятся и характеристики символов, которые определены для каждой категории. При отображении объектов ГИС ищет соответствующий символ для каждого объекта, основываясь на коде его категории, и использует его для отрисовки на карте. Например, используя возможности ГИС, можно отобразить улицы с четырехрядным движением толстой линией, а с двухрядным - тонкой.

MPH	Paving
35	Asphalt
35	Asphalt
45	Asphalt

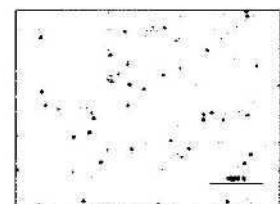
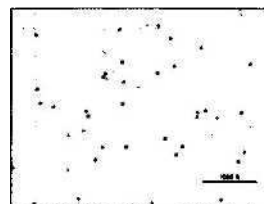
Symbol 22
Solid
2 pt
CMYK 100 80 0 21



Name	Lanes
117th PL	2
Elemer CT	2
Bull Mtn RD	4

Отображение объектов по комплексу признаков.

Объект может принадлежать более чем одной категории. В таком случае комплексное использование сразу нескольких категорий может выявить новые закономерности. Например, можно отобразить кражи со взломом в соответствии с типом здания, в котором они произошли (жилого или производственного), или типом входа в здание (охраняемый или нет).

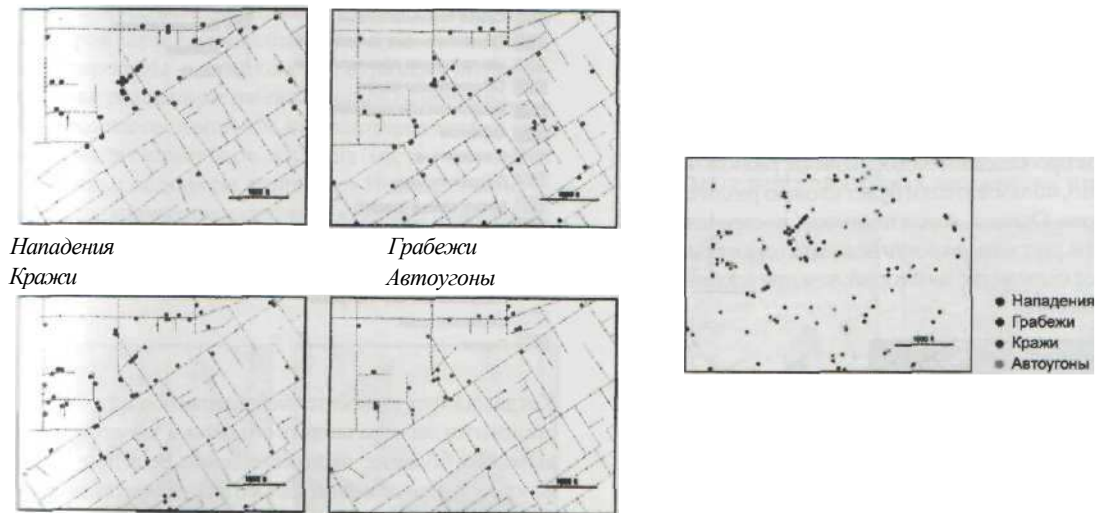


- Коммерческие кражи
- * Кражи имущества
- а
- п
- а

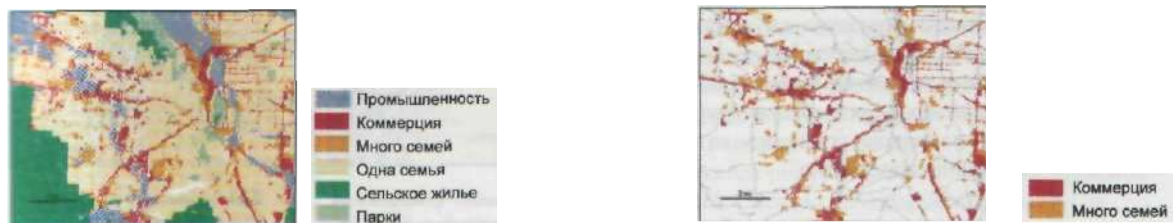
- Со взломом
- * Без взлома



Обычно на одной и той же карте показывают несколько категорий. Однако, если закономерность зависит от комплекса факторов, или объекты расположены очень близко друг к другу, есть смысл создания отдельной карты для каждой категории. В этом случае проще исследовать закономерности распределения внутри каждой категории. Это особенно правомерно, когда речь идет о нанесении на карту точечных объектов, таких как предприятие или место преступления.



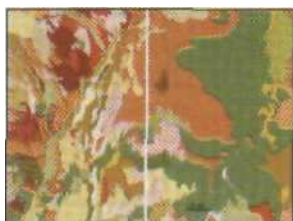
Совместное отображение категорий упрощает понимание взаимосвязей, существующих между ними. Например, увидеть, что коммерческое и коллективное землепользование сопутствуют друг другу проще тогда, когда эти две категории одновременно отражаются.



Количество отображаемых категорий

Вам может потребоваться вывести одновременно на одной карте шесть - семь категорий или даже больше. Нужно учитывать, что большинство людей может воспринимать на карте до семи цветов или штриховок одновременно, поэтому отображение большего числа категорий затруднит восприятие. Характер распределения объектов и масштаб карты также влияют на число категорий, которые допустимо отображать вместе.

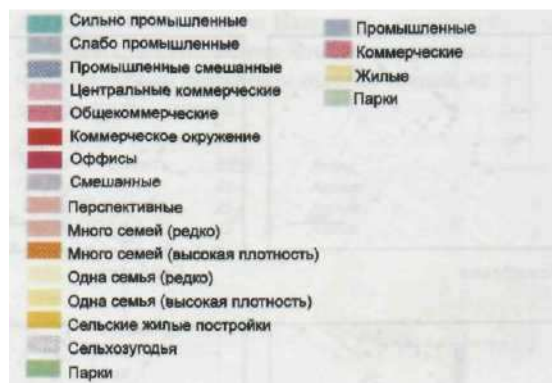
Распределение объектов на карте Если на вашей карте маленькие рассеянные по карте объекты преобладают над большими, расположенными кучно, пользователям будет сложно различать категории. Однако, малая плотность распределения объектов дает возможность показать одновременно большее количество категорий, чем при плотном их расположении.



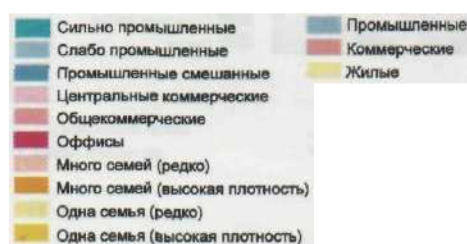
Левая часть данной карты растительности, по сравнению с правой, содержит множество небольших областей, что существенно затрудняет разделение категорий и выявление закономерностей распределения

Масштаб Карты

Когда отображаемые объекты невелики, использование более семи категорий может существенно затруднить сопоставление ее элементов. Вверху показаны примеры районирования, хорошо иллюстрирующие закономерность - чем меньшее количество категорий отображается, тем чище восприятие.



Когда на карту выносятся небольшие области, становится легче различать объекты, а значит и выводить большее число категорий. Ведь при использовании слишком малого их количества может быть утеряна важная информация. Карта внизу справа показывает общие закономерности распределения индустриального, коммерческого и жилого районирования. Однако, на ней трудно распознать различные типы коммерческого и жилого районирования - информацию, которая может быть важна для застройщика или планировщика. Карта слева дает возможность получить эту информацию.

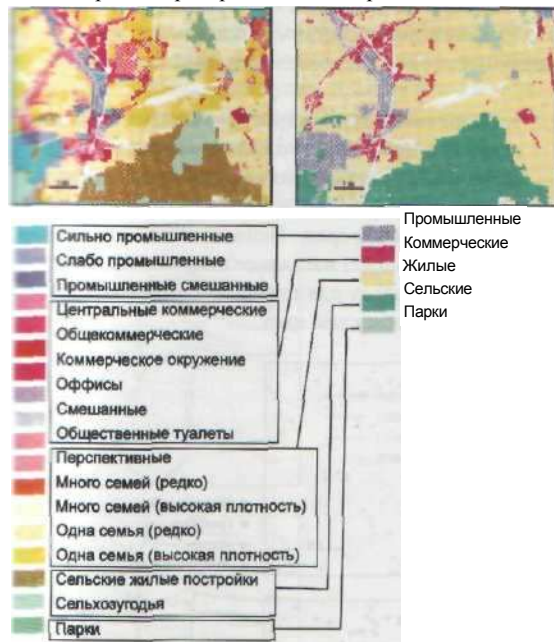


Группировка категорий

Если вы используете больше шести или семи категорий, может возникнуть потребность сгруппировать это так, чтобы сделать отображение более наглядным и простым для восприятия. Таким образом, можно генерировать различные карты, используя один и тот же выбор категорий.

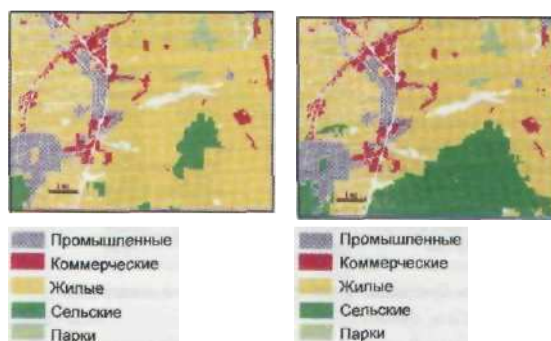
Карта внизу слева использует одновременно восемнадцать категорий районирования. Такое количество категорий трудно различить, карте восемнадцать исходных категорий сгруппированы в пять, которые отражены штриховкой. Заштрихованные районы хорошо различимы. Компромисс состоит в том, что некоторая важная информация может быть потеряна (место участков, отведенных под офисы, например). Использование меньшего количества категорий облегчает понимание карты для более широкой аудитории, но снижает количество отражаемых деталей.

Закономерности распределения воспринимаются



легче, если обобщить большое количество категорий в пять

Принцип, по которому группируются категории, может отличаться от принципа, по которому пользователи воспринимают информацию. Небольшое изменение принципа классификации объектов также может полностью изменить вид карты. Так, при использовании одних и тех же данных, на карте слева категория "Сельский Жилой" была определена как "Жилой" вместо "Сельского", а "Сельское хозяйство или Лесоводство" стала отдельным классом. Сравните это отображение с изображением справа, на котором категория "Сельский Жилой" объединена с "Сельское хозяйство или Лесоводство". Грань между городским и сельским исчезла, а новое отображение показывает урбанизированную область с маленькими заплатами сельского хозяйства, лесоводства, и парков.



Различие принципов назначения категорий заметно меняет восприятие наблюдаемых закономерностей.

Прежде, чем решать, как группировать или отображать категории необходимо уяснить, какую информацию они должны представлять. Например, категории "Сельский" и "Жилой" включают области, выделенные для будущего городского строительства. Чтобы отразить текущее положение, мы могли бы сгруппировать "Сельский" и "Жилой" объектами сельского хозяйства и лесоводства в категорию «Сельский». Но если необходимо отразить тенденцию будущего развития городской территории, нужно группировать их с категорией «Жилой» или яругой городской категорией. Очень важно подробно показать (на карте или в докладе), что отражают данные категории, иначе пользователи не поймут смысла явлений, представленных на карте.

Вы можете группировать категории несколькими способами. Один способ состоит в том, чтобы присвоить каждой записи в базе данных два кода: один для частной категории, один для обобщающей. Это сделать довольно легко путем выбора всех объектов с соответствующим значением частного кода и последующим присвоением значения обобщающего кода всем объектам выборки сразу. Таблица, показанная здесь, содержит несколько записей из базы данных районирования, которые содержат как частный так и обобщающий код. Обратите внимание,

что различные типы объектов, связанные с местом жительства имеют один и тот же обобщающий код "RES". При этом все коды содержатся вместе в одной таблице, упрощая структуру базы данных. Однако, если понадобится изменить группировку данных категории, вы будете производить выборку и

Детальное описание	Частный код	Обобщающий код
Urban Low Density Residential (3000 sq K J	SFR1	RES
Residential 7500 sq ft area per unit	SFR3	RES
Medium Density Residential	MFR1	RES
to S&ESZZte*	ml'	R
Rw*Resi*rt*faimFmw**Aciej	RRFU	RUR
FurtiwtwF*imii*	FF	RiiR

Способ 1: Присвойте обобщающий код каждой записи в базе данных.

Другой способ группировки категорий состоит в том, чтобы создать новую таблицу, содержащую одну запись для каждого частного кода с соответствующим ему обобщающим кодом. Когда необходимо показать карту, к таблице по признаку соответствия полей с частными кодами присоединяется новая таблица, содержащая соответствующие значения обобщающего кода, по которому и отображаются объекты. Это требует небольшой дополнительной работы по вводу данных, но существенно облегчает процесс перегруппировки категорий. Любым новым объектам, которые вы вводите, после присоединения таблицы автоматически назначается обобщающий код.

Детальное описание	Частный код	Обобщающий код
Urban Low Density Residential (3000 sq K J	SFR1	RES
Residential 7500 sq ft area per unit	SFR3	RES
Medium Density Residential	MFR1	RES

Третий метод группировки категорий состоит в том, чтобы просто присвоить один и тот же символ различным частным категориям, составляющим одну общую, в процессе создания легенды карты. ГИС позволяет сохранить в специальном файле и затем повторно использовать назначения символов. Этот метод позволяет избежать необходимости изменять структуру базы данных или создавать новые таблицы, но обобщающие коды в этом случае недоступны для других типов анализа.

Способ 3: Назначение категорий по ходу вычислений

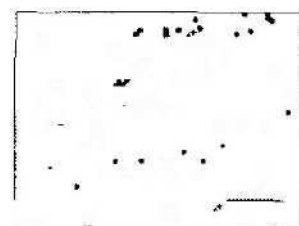
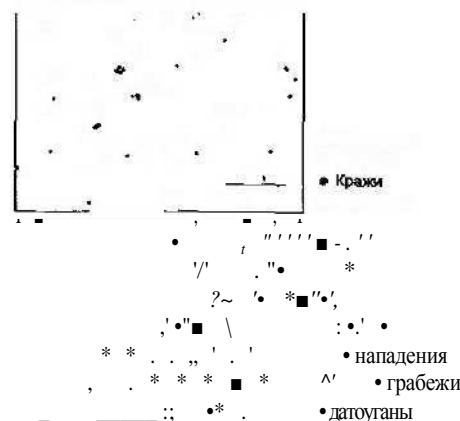
Выбор условных обозначений

Цвета и символы, которые Вы используете для отображения категорий могут помочь отыскать закономерности в распределении данных.

Если вы наносите на карту точки расположения объектов, используйте один тип символа с различными цветами для каждой категории, или различные формы символа для каждой категории, или оба способа сразу. Использование уникального символа может нагляднее выявить закономерность, поскольку для точечных символов легче отличить форму чем цвет.

Способ 1. Присвойте обобщающий код каждой записи в базе данных.

Другой способ группировки категорий состоит в том, чтобы создать новую таблицу, содержащую одну запись для каждого частного кода с соответствующим ему обобщающим кодом. Когда необходимо показать карту, к таблице по признаку соответствия полей с



Частный код	Обобщающий код
IE..1.1" Ш^	JMul MI
..?ШГ" 111"	..?ШГ" 111"

$$s_2 \text{ --- } \blacksquare \text{ --- } y-A$$

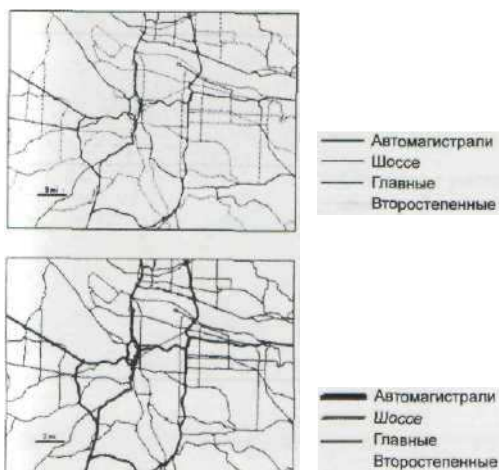
Цвета различаются легче, чем символы.

Цвета различаются легче, чем символы.

• 32 * Руководство по ГИС анализу • 32 • Руководство по ГИС анализу

Если вы собираетесь печатать карту убедитесь, что точечные символы достаточно заметны в выбранном масштабе, но и не затеняют другие объекты. Карты, которые будут показываться на экране — например в Интернете — должны использовать большие, более простые чем у напечатанных карт символы, поскольку принтеры имеют лучшее разрешение чем экранные средства отображения.

Если вы отображаете линейные объекты, используйте различные типы линий (например двойную или пунктирную) чтобы разделить категории. Так как большинство линейных объектов узкие, окраска не является достаточным признаком различия категорий. Если вы сделали линии достаточно широкими, можете для разделения категорий использовать еще и цвет. Различные пробелы и символы часто используются для отражения результатов ранжирования категорий — например, автостреды обычно отображают более широкими символами, чем шоссе, которые, в свою очередь, шире улиц. Комплексное использование цветов и символов хорошо помогает разделять категории. На картах дорог часто совместно используют ширину и цвет линии, чтобы разделить типы транспортных путей.



Комбинация цвета и типа линии облегчает восприятие карты.

Назначение подобным категориям оттенков одного цвета может явственнее выделить закономерности распределения площадей или растровых слоев карт, но может и создать трудности.



Сильно промышленные	Сильно промышленные
Слабо промышленные	Слабо промышленные
Промышленные смешанные	Промышленные смешанные
Центральные коммерческие	Центральные коммерческие
Общекommerческие	Общекommerческие
Коммерческое окружение	Коммерческое окружение
Офисы	Офисы
Смешанные	Смешанные
Перспективные	Перспективные
Много семей (редко)	Много семей (редко)
Много семей (высокая плотность)	Много семей (высокая плотность)
Одна семья (редко)	Одна семья (редко)
Одна семья (высокая плотность)	Одна семья (высокая плотность)
Общественные туалеты	Общественные туалеты
Парки	Парки

Использование подобных оттенков для обозначении однотипных категории дает больший эффект, чем закрапка случайным набором цветов.

Текстовые обозначения могут также помочь в разделении категорий. Почвенные и геологические карты часто используют две или три символические комбинации для маркировки каждого объекта и включают полное название почвенного или геологического типа в легенде



OW	Водная поверхность
QTb	Базальты
QTba	Базальты и андезито-базальты
QTs	Осадочные породы
Qal	Аллювиальные отложения
Qgs	Ледниковые отложения
Qls	Дельтавые отложения
Qs	Озерно-ледниковые отложения
Qt	Гравийно-галечные отложения
Tbaa	Андезито-базальты
Tc	Обломочные породы
Tcg	Конгломераты
Tic	Туфы
Ts	Базальтовые лавовые потоки
Tub	Осадочные и вулканические породы
Tus	

Составление легенды карты

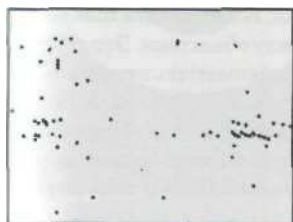
Ваша карта будет представительнее, если вы сделаете узнаваемыми основные наземные ориентиры типа автомагистралей или шоссе, административных или политических границ, территорий городов или поселков, а также главных рек.

Возможно вам понадобится отразить в легенде и специфические типы объектов, необходимые для анализа, чтобы легче воспринимать особенности их распределения. Например, если вы исследуете местоположение покупателей, то неплохо бы нанести на карту и расположение магазинов.

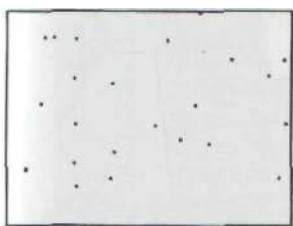
Площади на карте обычно обозначают светлосерыми оттенками или другими легкими цветами, например, бледно-зеленым или голубым, чтобы они не доминировали на карте. Если объект ваших исследований - точечные данные (школы, магазины или станции), используйте большой символ или более насыщенный цвет, чтобы сделать их более заметными.

Анализ распределения объектов

Если ваша карта составлена правильно, на ней можно будет увидеть определенные закономерности в распределении данных. Если отображается одна категория можно заметить, что объекты сгруппированы, расположены равномерно или разбросаны беспорядочно. Выявление закономерностей частично зависит и от масштаба карты. Увеличивая или уменьшая масштаб, вы можете увидеть новые зависимости, неразличимые прежде.



Сгруппированное распределение - объекты стремятся располагаться кучно

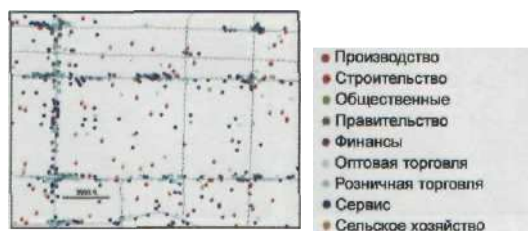


Однородное распределение — объекты находятся на одинаковом расстоянии друг от друга



Случайное распределение — объекты в равной степени могут находиться в любом

Объекты определенной категории могут быть сгруппированы или объединены с другими объектами. На карте, расположенной ниже, показаны пункты розничной продажи, банки и предприятия сферы обслуживания, расположенные вдоль главных магистралей и пересекающих их улиц. Эта информация может быть полезна для предпринимателя, посещающего эти типы предприятий.



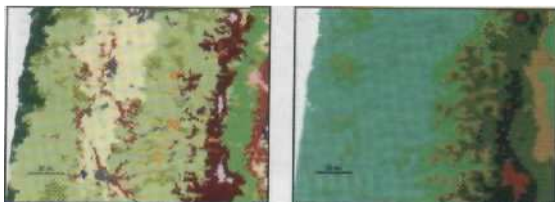
Коммерческие районы с окружением, банки и предприятия сферы обслуживания, расположенные вдоль главных магистралей и пересекающих их улиц.

Основываясь на собственном представлении о данном месте или подобных местах вы можете найти объяснения увиденным закономерностям. Эта карта показывает, что инфраструктуры многих городов подобны: центральная коммерческая зона, примыкающая к ней промышленная, многосемейные жилые дома, частные дома на окраинах и, затем, сельхозугодья. Вы видите, как развивался город и куда он может расти дальше.

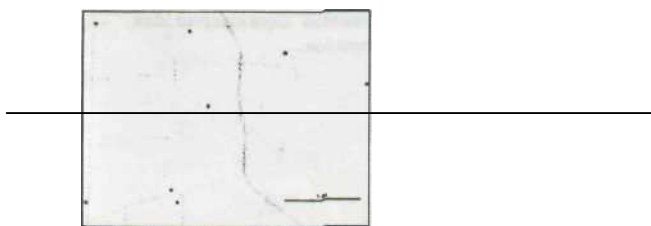


Такая закономерность развития характерна для большинства маленьких городов.

Закономерности, выявленные на карте могли бы объяснить, почему предметы находятся там, где находятся. В карте, представленной слева, наблюдается хорошо выраженная закономерность распределения растительных формаций, вытянутых с севера на юг. Подобная зональность отчетливо проявляется и на карте рельефа (справа), что может говорить о влиянии высоты рельефа на условия роста различных видов растительности.



Закономерность может определяться несколькими факторами. На карте внизу торговые точки расположены чуть ближе мили друг от друга (за исключением 'двух магазинов ниже центра карты), из чего можно предположить, что торговая область для каждого магазина ограничена полумильным радиусом. Все торговые точки расположены на главных улицах. Чтобы выяснить другие факторы, определяющие данное расположение, необходимо изучить плотность населения в данной области, специфику каждого магазина и т.д.



Исключения в виде двух торговых точек, расположенных близко друг к другу, могут объясняться другими причинами. Возможно здесь имеется достаточное количество клиентов или рядом расположено большое предприятие, а может они предлагают различные виды услуг.

Отслеживать одновременно несколько зависимостей можно просто рассматривая карту. Однако, выяснить имеются ли скрытые закономерности в распределении данных или определить их значимость можно только с использованием статистики, позволяющей количественно оценить связи между объектами. Это следует делать, если вы, например, занимаетесь научными исследованиями или юридической практикой. Ряд стандартных статистических методов для пространственного анализа вы найдете в списке рекомендаций раздела «Где получить дополнительную информацию».

3

Анализ распределения числовых показателей

Анализ распределения числовых показателей позволяет сравнивать объекты на основе их количественных характеристик, определяя места, соответствующие заданным критериям или выявляя пространственные связи между количественными показателями объектов.

В этой главе:

- *Карты распределения числовых показателей*
- *Что наносить на такую карту?*
- *Отображение количества*
- *Классификация*
- *Создание карты*
- *Поиск закономерностей*

Карты распределения числовых показателей

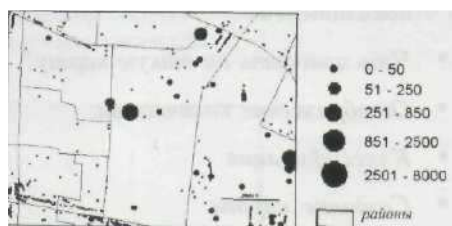
Люди наносят на карту объекты в соответствии с их числовыми значениями, чтобы определить объекты, отвечающие определенным критериям, выявить места, требующие вмешательства или же установить закономерности распределения количественных показателей объектов.

Нанести на карту заданный числовой интервал - значит указать объекты, количественные показатели которых находятся в его пределах. Например, компания, продающая детскую одежду по каталогу заинтересована получить почтовые адреса молодых семей с относительно высоким доходом. Или, служащие здравоохранения хотели бы знать число врачей на 1,000 человек в каждом регионе, чтобы видеть, какие области адекватно обслуживаются, а какие - нет.

Отображение объектов, основанное на анализе их количественных показателей добавляет новый уровень информации к сведениям об их местоположении. Например, информация о местах расположения рабочих может быть полезна для планировщика транспортных потоков. Однако, отображение еще и числа служащих каждой отрасли в данных местах намного лучше отразит картину данного распределения.



Отображение местоположения предприятий.



Отображение предприятий в зависимости от количества их сотрудников.

ГАЛЕРЕЯ КАРТ

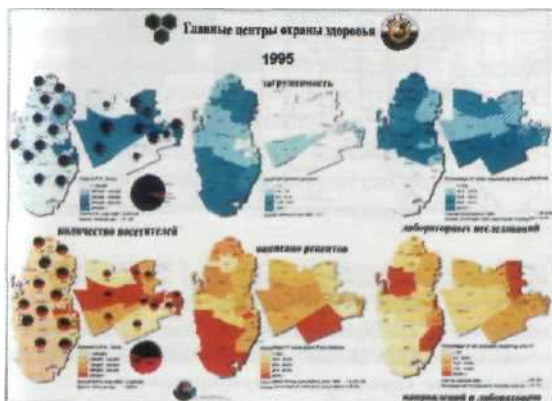
Полиция Стоктона в Калифорнии составила карту мест, где были обнаружены студенты, пропускающие лекции. Размер красной точки определяется числом детей, подобранных в данном месте. Карта позволяет школьным должностным лицам и полиции видеть, где самый высокий уровень прогулов и сосредоточиться на этих областях.



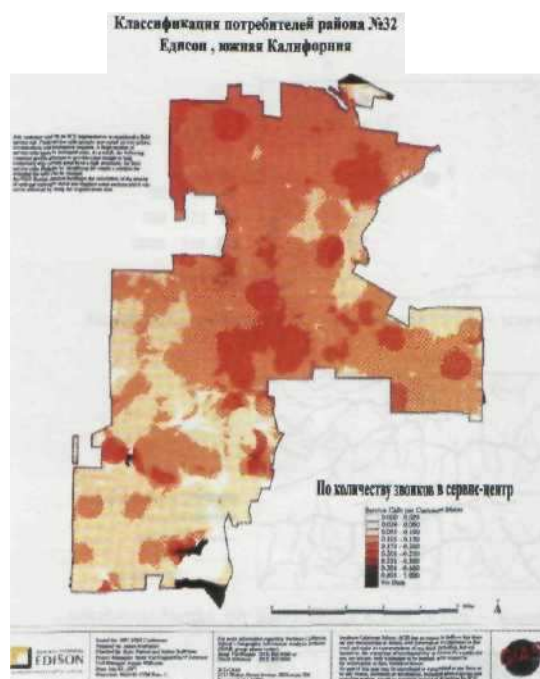
Аналитики Отдела общественных работ Лонсвилла, Штат Кентукки, создали карту, которая отражает кварталы, требующие субсидирования по условиям соответствующей программы. Зашифрованные зеленым группы кварталов показывают, что по крайней мере 51 процент их жителей имеют низкий и умеренный доход. Карта также показывает границы города, так что ответственные лица могут видеть, какой статус имеют кварталы разных частей города в соответствии с критериями программы предоставления субсидий.



Министерство Здравоохранения Квартара по данным статистики составило карту, пооволяющую оценить изменение качества здравоохранения по регионам страны. Отражение на карте получили такие данные отчетов государственных центров как: число визитов на каждого врача; процент от визитов, в которых давались предписания; процент от визитов в процессе которых давались направления врачу-специалисту, в лабораторию и другая статистика. Карты были созданы путем различной окраски исследуемых регионов. Такой способ отображения позволяет выделить некоторые различия между центрами здравоохранения. Например, центры па юге имеют тенденцию более часто предписать лекарства и реже обращаются к лабораторным исследованиям. Должностные лица, используя эти карты, имеют возможность контролировать работы службы здравоохранения в различных регионах.



Аналитики Южной Калифорнии (Эдисон) составили карту обращений в сервисные службы за трехмесячный период, чтобы видеть как обслуживаются различные части данной территории. Число обращений отображалось с помощью цветовой шкалы: от светло-красного для небольшого количества обращений - к темно-красному для большого. На карте хорошо видно, что уменьшение количества обращений наблюдается в южной части области. Кроме того, имеются отдельные небольшие участки, где увеличение числа обращений связано с падением напряжения или другой массовой проблемой. Компания использует данную карту, чтобы выявить закономерности распределения обращений по территории.

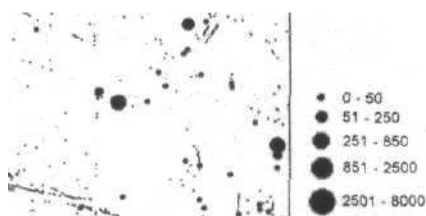


Что наносить на такую карту?

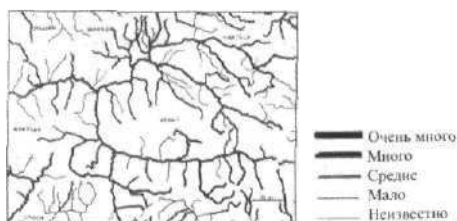
Нанесение на карту объектов с однотипными значениями позволяет визуально сопоставить количественные характеристики этих объектов. Знание типа объектов, требующих отображения на карте, поможет выбрать оптимальный способ отображения.

КАКИЕ ТИПЫ ОБЪЕКТОВ СЛЕДУЕТ НАНОСИТЬ НА КАРТУ?

Вы можете отображать величины, связанные с дискретными объектами, непрерывными явлениями, или данными, обобщенными по области. Дискретными объектами могут быть точки на местности, линии или области. Точечные и линейные объекты обычно разделяются с помощью шкалы символов, в то время как области обозначают заливкой или штриховкой, соответствующей их количественным показателям.



Точки — предприятия по количеству служащих.

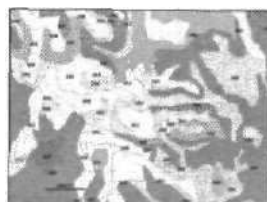


Линии - реки, ранжированные по зарыбленности.



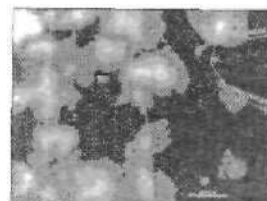
Полигоны — земельные участки по стоимости (\$US за кв. фут).

Непрерывные явления могут представлять собой области или поверхности непрерывного распределения каких-либо значений. Области условной однородности непрерывных явлений обычно отображаются различными цветами; изменения параметров поверхности могут быть обозначены оттенками цвета, изолиниями или трехмерной перспективой.



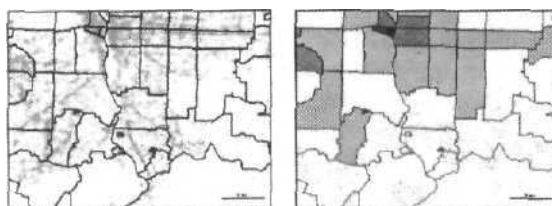
вода

Почвы, упорядоченные по пригодности для выращивания зерновых. Почвы с рангом 1 - наиболее подходящие.

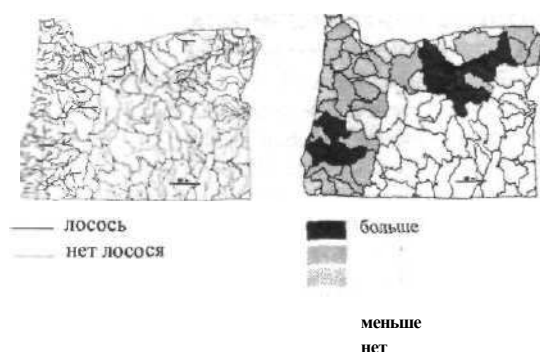


Поверхность стоимости земли (\$US за квадратный фут) созданная, путем интерполяции центров тяжести налоговых участков. Светлые области имеют более высокую стоимость.

Обобщенные по площади данные чаще отображают путем назначения глубины оттенка одного цвета для каждой области в соответствии с величиной обобщенной характеристики ИЛИ количеством объектов каждого класса в каждой области. Обобщению подвергаются также линейные объекты или даже области. Глава 5, "Поиск объектов внутри области" продолжит обсуждение темы обобщения по площади.



Число предпринимателей в пределах почтового округа позволяет создать карту, характеризующую общее число предпринимателей на квадратную милю почтового округа. Более глубокие тени указывают на возрастание концентрации предпринимателей.



Раскраска потоков, параметры которых обобщены в пределах водоразделов, показывает речные бассейны, наиболее богатые лососем.



Уровень бедности по кварталам (слева) и районам

ВЫ ОЦЕНИВАЕТЕ ДАННЫЕ ИЛИ ПРЕДСТАВЛЯЕТЕ КАРТУ?

Необходимо учитывать цель составления вашей карты и аудиторию, для которой она предназначена. От этого зависит форма представления ваших данных.

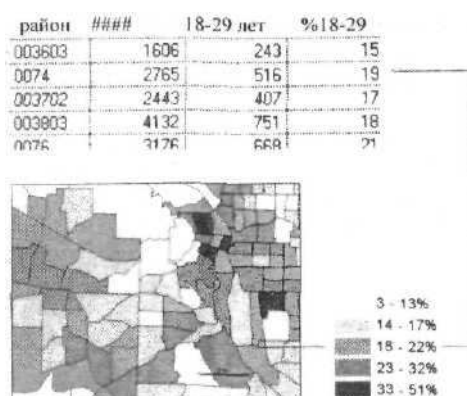
Желательно предварительно исследовать их, чтобы выявить, какие закономерности и связи следует отобразить. Например, можно исследовать распределение среднего дохода по области, чтобы выявить диапазон изменения этой величины, а также пространственные вариации высоких и низких ее значений. В процессе исследования варьируют степень детализации и способами отображения на карте.

В другом случае в процессе создания карты требуется решить частный вопрос. Например, вам требуется знать, в каких областях имеется по крайней мере 35 процентов семей, живущих ниже уровня бедности,

или какие области имеют 50 или более процентов бедных. Тогда городские власти смогут выявить территории, потенциально отвечающие критериям программы предоставления экономических субсидий. При создании данной карты вам придется обобщить данные по городским кварталам. Анализируя данные, вы увидите, что выявить нужные закономерности во многих случаях удастся лишь путем обобщения данных по площади.

Отображение количества

При отображении числовых показателей вы можете определять вид символа в зависимости от значения атрибута объекта. Числовые показатели могут быть представлены количеством, относительными величинами, категориями или рангами. *Знание* типа числового показателя помогает выбрать лучший способ для отображения данных.

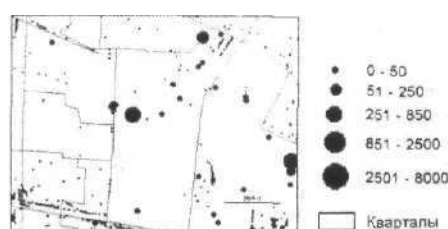


Процент жителей от 18 до 26 лет по кварталам.

КОЛИЧЕСТВО И ВЕЛИЧИНА

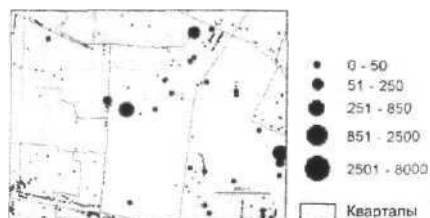
Количество и величина являются обобщенными характеристиками объектов. Количество (count) обозначает фактическое число объектов на карте. Величина (amount) - обобщенное значение, характеризующее каждый объект. Использование количества, или величины позволяет численно сопоставлять однотипные объекты.

Вы можете отображать количество и величину как дискретных объектов, например, число служащих в каждом предприятии; так и для непрерывных явлений, например, ежегодные осадки в каком-либо месте.

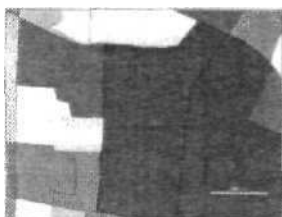
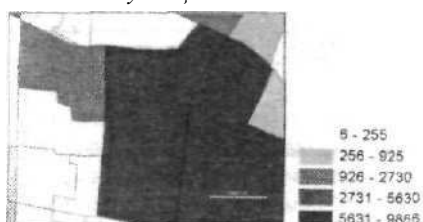


Если вы обобщаете данные по площади, используя категории "количество" или "величина" может произойти искажение реальной закономерности распределения, если размеры областей очень различаются. В этом случае лучше использовать отношения. Однако, если количественная характеристика каждой области вам нужнее, чем необходимость видеть изменения от большего к меньшему, можно отобразить эти параметры на карте, обобщая их по площади.

Например, вы могли бы отобразить каждое предприятие в зависимости от числа его служащих, но не сможете показать кварталы в зависимости от числа работающих в них людей (по данным предприятий), поскольку кварталы имеют различные размеры. Большие кварталы в этом случае получат большее число рабочих, распределенных по большей площади. Чтобы объективно показать распределение, следует рассчитать число рабочих на квадратную милю. *Отображение предприятий в зависимости от*



количества служащих.



Отображение количества служащих на квадратную милю показывает плотность их распределения.

ОТНОШЕНИЯ

Отношения отражают связь между двумя величинами и образуются путем деления одной величины, характеризующей элемент, на другую. Использование отношений позволяет сгладить резкие различия между размерами областей или количеством объектов в них так, что отображение распределения этих величин становится понятнее. Это свойство делает применение отношений особенно полезным при использовании обобщенных по площади величин.

Наиболее известные относительные величины — среднее, отношения и плотность.

Среднее удачно применяется для сравнения величин, обобщенно характеризующих какое-либо место. Чтобы получить среднее необходимо разделить суммарное значение объектов на их количество. Например, деление количества людей в каждом районе на количество домов, расположенных на той же территории, даст среднее количество людей на дом.

People per HH = Population / Households

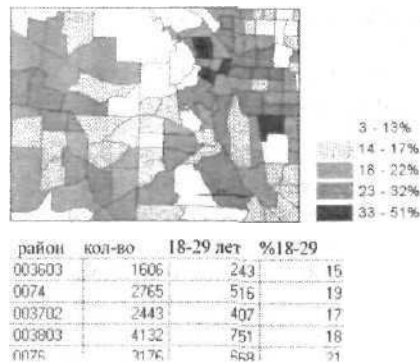


район	кол-во	семей	кол/семья
003603	1806	643	2.5
0074	2765	1104	2.5
003702	2443	894	2.7
003803	4132	1591	2.6

Среднее число жителей в домах по районам.

Отношения показывают, какую часть целого составляет данное количество. Чтобы вычислить отношение необходимо разделить одномерные величины. Например, деление числа 18-30 летних жителей каждого района на количество всего населения даст относительное количество людей возраста от 18 до 30 в каждом районе.

$$\% 18-29 = 18 - 29 \text{ years} / \text{population}$$

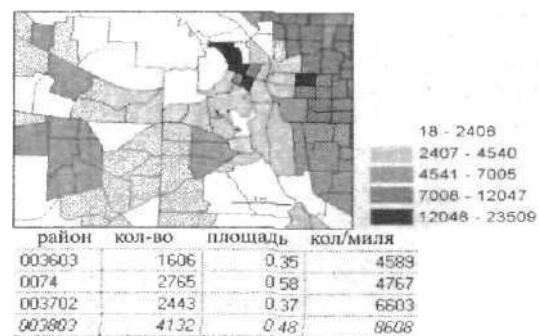


Процент населения в возрасте от 18 до 29 по районам.

Отношения часто выражаются в процентах (отношение, умноженное на 100). Люди используют термин "проценты" в размышлениях и разговорах охотнее чем "отношения". Например, "22 процента" можно услышать чаще, чем "двадцать две части от ста."

Tract	Population	18-29 Years	18-29 (Ratio)	18-29 (%)
031501	1853	241	0.13	13
003601	4439	799	0.18	18
003902	3072	461	0.15	15
003602	6528	1118	0.17	17

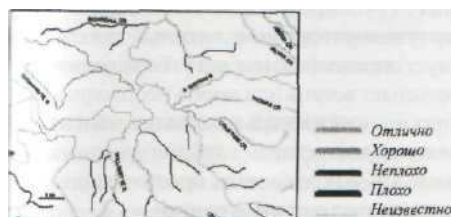
Показатель плотности отражает степень концентрации объектов в различных местах. Чтобы вычислять плотность, необходимо разделить значение параметра, обобщенного по площади на величину этой площади. Результат - количество на единицу площади. Например, разделив население области на ее площадь в квадратных милях, Вы получаете количество людей на квадратную милю. Плотность хорошо отражает распределения, когда размер областей, которыми вы оперируете, изменяется значительно. Например, маленькие и большие районы могут иметь приблизительно одинаковое количество людей, но разную плотность. Плотность является предметом рассмотрения главы 4 "Построение карт плотности".



Количество людей на квадратную милю по районам.

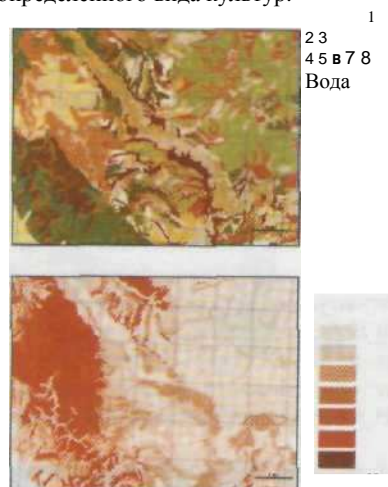
Вы создаете отношения, прибавляя новое поле к таблице данных слоя, и вычисляете новые значения путем деления двух полей, содержащих общее число или количество. Некоторые типы программного обеспечения ГИС, например — ArcInfo или Arc View, позволяют создавать отношения по ходу, производя вычисления в процессе создания карты. Вы только сообщаете, какие поля необходимо разделить. Будьте внимательным, чтобы не создать отношения от других отношений, или не создать ничего не значащие величины. Например, получение отношения процента людей от 18- до 30-летнего возраста к площади данного района является бессмысленным.

Ранги позволяют упорядочить объекты в интервале от высокого до низкого. Они отражают скорее относительные, а не измеренные величины. Ранги полезны, когда прямые измерения затруднительны или количественная характеристика зависит от целого ряда факторов. Например, трудно количественно отразить такое значение как "бурность" потока. Однако, всегда можно сказать, что поток, который проходит через горную теснину имеет более высокую "бурность" чем ручей, пробегающий в желобе молочной фермы.



Чтобы указывать ранги, Вы можете использовать описательные признаки (например: высокий, умеренный, низкий) или числа (например: от 1 до 10). Так как ранги относительны, Вы можете представлять себе только место объекта по порядку, а не определять насколько выше или ниже других данное значение. Например, Вы можете представить, что объект с рангом "3" выше чем "1", "2" - ниже чем "4", но Вы не знаете, насколько выше или ниже они друг от друга.

Ранги часто присваиваются на основании атрибута объекта (типе, классе) или комбинации атрибутов. Например, вы присвоили бы всем почвам определенного типа одинаковую пригодность для роста определенного вида культур.

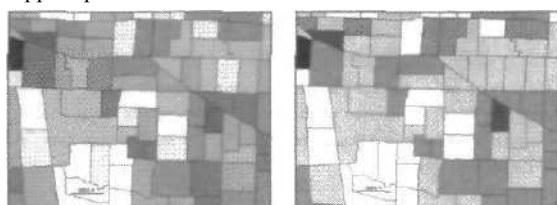


Каждый тип почвы (карта слева) имеет ранг, основанный на возможности выращивания зерновых. Самая высокая возможность - "1", в то время как "8" - самая низкая.

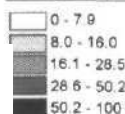
Классификация

Определив тип анализируемых величин, нужно выбрать способ представления их на карте, приписав каждому объекту собственный символ или сгруппировав значения в классы.

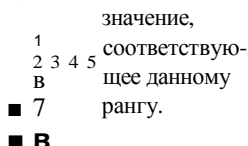
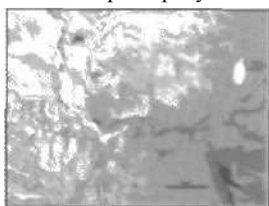
При нанесении на карту количественных показателей с целью выявления закономерностей распределения всегда существует проблема выбора между представлением точных значений данных или обобщения указанных значений по площади. Обычно общее число, количество и отношения группируются в классы, так как каждый объект потенциально имеет различное значение. Это особенно важно, если диапазон значений большой. Если каждое значение представлено на карте уникальным символом, и вы выбрали отражение точных значений объектов на карте, то оценить ситуацию можно лишь при небольшом количестве значений. Использование классов особенно ценно, когда карту планируется использовать для общественного обсуждения, когда необходимо быстрое сопоставление данных больших территорий.



Эти карты отражают процент людей, живущих ниже уровня бедности. Слева, каждый квартал оттенен уникальным серым оттенком, соответствующим значению атрибута. Светлые группы кварталов имеют низкие значения. Группировка значений в классы (справа) значительно упрощает восприятие карты.



Поскольку ранги не являются непрерывными значениями и количество их фиксировано, они могут представляться на карте как дискретные величины. При этом каждый характеризуемый объект должен иметь

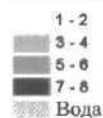
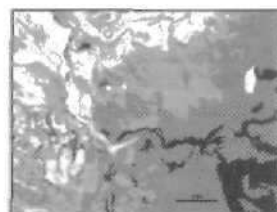
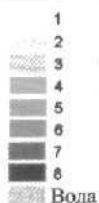
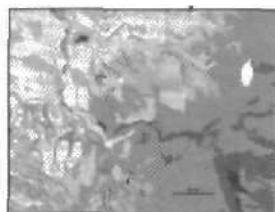


Здесь почвы оцениваются по степени пригодности для роста зерновых. Каждому рангу присвоен свой оттенок.

НАНЕСЕНИЕ НА КАРТУ СОБСТВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ

Нанося на карту собственные, не обобщенные по площади значения, вы отражаете реальное местоположение данных. Однако, при наличии большого количества значений этот подход требует существенных усилий для осмысления вынесенной на карту информации.

Собственные значения позволяют осуществлять поиск закономерностей по непроверенным данным, когда вы впервые работаете с исследуемой областью или ищите слабые места в данных. Отображение собственных значений необходимо также при принятии решения о группировке данных в классы. Если на карту наносятся ранги - каждый тип символа соответствует определенному рангу. Если количество рангов превышает восемь или девять необходимо перегруппировать их в классы, поскольку обилие различных символов на карте затруднит распознавание. Впрочем, это можно сделать, просто назначая один и тот же символ смежным рангам.



Обе карты показывают почвы, упорядоченные по степени пригодности для выращивания зерновых культур. Объединение исходных восьми рангов в четыре класса делает закономерности более наглядными.

Если отображается не больше 12 уникальных значений или количество отражаемых объектов не превышает 20, вы можете также использовать собственные значения для отображения отношений или количественных показателей.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЛАССОВ

Классы объединяют объекты с подобными значениями, приписывая им одинаковый символ. Это позволяет видеть распределение объектов с подобными значениями. Назначение диапазона класса укажет такие объекты к какому классу будут отнесены, что в свою очередь, определит облик карты. Изменяя классы, из одних и тех же исходных данных можно создавать самые различные карты. Разность значений между объектами разных классов обычно делается максимально большой, чтобы обеспечить как достаточный контраст отображения, так и попадание объектов с подобными значениями в один класс.

Вы можете создавать классы вручную или использовать стандартную схему классификации.

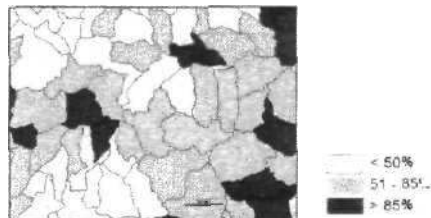
Создание классов вручную

Необходимость ручной классификации возникает тогда, когда необходимо сгруппировать объекты, отвечающие специфическим критериям или сравнить значения их атрибутов с конкретной характерной величиной. Вы определяете верхнюю и нижнюю границу интервала для каждого класса и приписываете каждому классу свой символ. Классы могут определяться интервалом, верхней или нижней граница которого определяет некоторое явление. При необходимости обозначения городской зоны бедности, например, вы отображали бы районы, в которых по крайней мере 35 процентов населения живут ниже уровня бедности. В этом случае один класс определил бы на карте 35 процентную зону. Было бы логично назначить следующий интервал до 50 процентов, показав в каких районах по крайней мере половина населения живет ниже уровня бедности.



Процент жителей, живущих ниже уровня бедности по кварталам.

Классы могут также быть основаны на принятых стандартах или результатах исследований в какой-либо отрасли хозяйства или промышленности. Например, биологи, создающие заповедник, исключили бы территории речных бассейнов, покрытых лесом менее чем на 50 процентов и выделили бы те, которые залесены более чем на 85 процентов. В этом случае классы определились бы как: "Менее чем 50% ", "51 - 85% ", и "Больше чем 85% ".



Процент залесенности речных бассейнов.

Вы могли бы также создавать классы, используя обобщающие характеристики объектов. Допустим, вам необходимо нанести на карту округа среднее для каждого района количество людей, занятых домашним хозяйством. Можно было бы подобрать классы так, чтобы один из них был ограничен средним значением данного параметра по всей стране (2.6 для Соединенных штатов). Таким образом, карта хорошо отображала бы отклонение локального показателя от среднего по стране.

Среднее по районам количество людей, занятых



домашним хозяйством. Средний показатель по стране - 2.6.

Использование стандартных схем классификации

Когда классификация данных преследует цель выявления закономерности пространственного распределения, используются стандартные схемы разбивки данных на интервалы. Схемы группировки данных в классы учитывают характер распределения вашей выборки. Вам необходимо определить схему классификации и количество классов, а верхний и нижний предел для каждого класса вычисляет ГИС. Приведем четыре наиболее известные стандартные схемы: естественная разбивка, квантиль, равные интервалы и стандартное отклонение. Проанализировав характер распределения данных, выберете лучшую схему создания разбивки класса, затем определите число классов. Хорошим способом оценки распределения данных является гистограмма. В этом примере гистограммы и карты используют одни и те же данные: средний доход на дом в долларах США. Гистограмма на странице вкладки показывает распределение значений данных для области, показанной на карте. Средний доход рассчитан вдоль горизонтальной оси, а число кварталов для каждого значения - на вертикальной. Высота стержня указывает на число кварталов с одинаковым значением. Тоновые области (соответствуют оттенкам классов на карте) показывают диапазон для каждой схемы разбивки; значения интервалов класса обозначены на горизонтальной оси. Ширина каждой области показывает, сколько кварталов относится к каждому классу.

Естественная разбивка.

Классы основаны на естественной группировке значений данных. На гистограмме, разбивка класса сделана в соответствии с резкими скачками в значениях, обозначенных большим разрывом между столбцами, так что кварталы, имеющие близкие значения размещаются в одном классе. Результирующая карта подчеркивает разногласия между кварталами с самым высоким доходом и более низким слева, а так же высоким в центре.

Квантиль

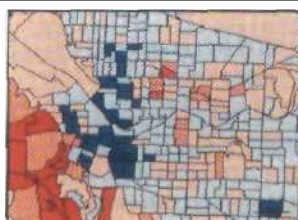
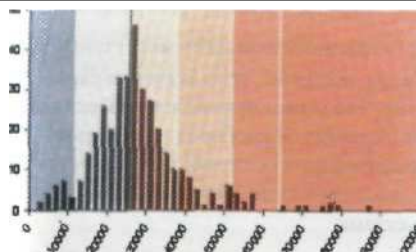
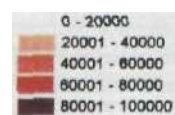
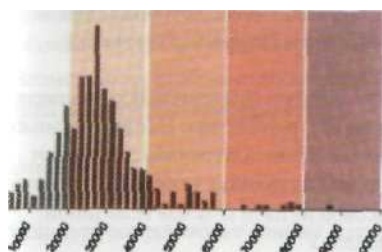
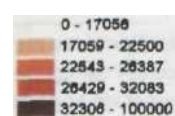
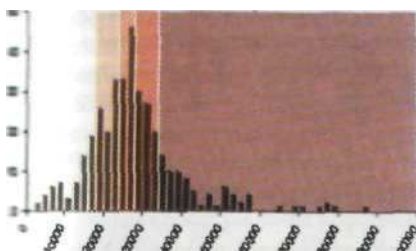
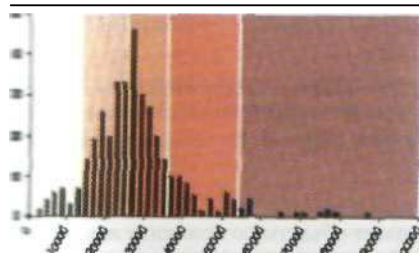
Каждый класс содержит равное число объектов. На гистограмме, заштрихованы площади, образующие один класс, и указаны интервалы класса, где они пересекают горизонтальную ось. На этой карте, кварталы с подобными значениями помещены в смежные классы, а кварталы с высокими значениями (в пределах от \$32,000 до \$ 100,000) соединены в один класс.

Равные интервалы

Разность между максимальными и минимальными значениями - в этом случае одна и та же для каждого класса - \$ 20,000. На этой карте, почти все кварталы содержатся в двух самых низких классах. Карта подчеркивает место небольшого количества кварталов с самым высоким средним доходом.

Среднеквадратичное отклонение

Объекты разбиты на классы по величине отклонения их значений от среднего. ГИС вычисляет среднее (в этом случае, приблизительно \$ 26,000) и стандартное отклонение (приблизительно \$ 12,900). Затем последовательно прибавляет среднеквадратичное отклонение к среднему или вычитает его от среднего, чтобы определить интервалы класса. Карта показывает насколько отличаются значения объектов от среднего.



Сопоставление схем классификации

Естественная разбивка

Естественная разбивка находит группировки и закономерности, свойственные вашим данным, так что внутри класса попадают близкие между собой значения, а между классами разница ощутима. Естественно существующие группы данных помещаются, таким образом, в один класс. Границы классов определяются там, где имеется резкий перепад между группами значений.

Как это работает

ГИС автоматически определяет максимальное и минимальное значение для каждого класса, используя математическую процедуру, которая анализирует резкие изменения в данных. Данная процедура выбирает интервалы, которые лучше всего группируют близкие значения и максимизирует различия между классами.

Преимущества

Эффективно при картировании данных, имеющих неравномерное распределение, так как естественная разбивка поместит разбросанные по карте близкие значения в один класс.

Недостатки

- так как диапазоны, рассчитанные для каждого класса характерны только для данной выборки, трудно сравнивать между собой классы на разных картах.
- ♦ если данные распределены равномерно, выбор оптимального числа классов будет затруднен.

Квантили

Квантили имеют равное число объектов в каждом классе.

Как это работает

ГИС упорядочивает объекты по принципу изменения их атрибута в интервале от максимального до минимального значения и, по ходу, суммирует их количество. Затем делит общее количество объектов на число классов, которые вы определили, чтобы получить число объектов в каждом классе. После этого присваивает первым по порядку объектам значения самого низкого класса, пока этот класс не будет заполнен, затем перемещается к следующему классу, заполняет его и так далее.

Преимущества

- Наглядное сопоставление областей, размеры которых приблизительно равны,
- Возможность эффективного отображения на карте объектов, значения которых равномерно распределены.
- Возможность оценить относительное положение объекта среди его окружения. Например, можно показать, какие области в государстве имеют наибольший доход (входят в состав 20 % группы, с самой высокой из пяти классов величиной среднего дохода).

Недостатки

- Объекты с близкими значениями могут попасть в разные классы, особенно, если значения расположены плотно. Это может привести к необоснованному их разделению. И наоборот - несколько далеко расположенных смежных значений могут оказаться в одном классе, скрывая различия между объектами.
- Если области имеют *большую разницу* в размерах, классификация квантилями может исказить реальные закономерности распределения.

Разный интервал

Каждый класс имеет равный диапазон значений - то есть разность между максимальным и минимальным значением одинакова для каждого класса.

Как это работает

ГИС вычитает минимальное значение в наборе данных из максимального. Полученное значение делит на число классов, которое вы определили. Затем получает предельное значение для первого класса путем извлечения результата деления к самому меньшему значению выборки. Таким же образом устанавливаются интервалы для остальной части классов.

Преимущества.

- Удобно для представления информации нетехнической аудитории. Равные интервалы более просты для понимания, так как диапазон для каждого класса одинаков. Еще лучше, если единицы измерения представленных данных знакомы зрителям, например, проценты.
- Возможность отображения непрерывных данных, типа осадков или температуры.

Недостатки

- если сгруппированные данные распределены неравномерно, возможно скопление большого количества объектов в одном или двух классах и полное их отсутствие - в других.

Стандартное отклонение

Каждый класс определен величиной отклонения от среднего по выборке.

Как это работает

ГИС сначала находит среднее по выборке, разделив сумму всех значений на общее число объектов. После этого вычисляется среднеквадратичное отклонение путем вычитания среднего из каждого значения и возведения разности в квадрат (чтобы обеспечить положительное значение). Полученные значения суммируются и делятся на число объектов. В заключение из полученного выражения извлекается корень. Формула выглядит следующим образом:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n}}$$

Где S - среднеквадратичное отклонение, x - значение объекта, \bar{x} - среднее по выборке и n - число объектов.

Это можно понимать как среднее отклонение каждого значения от среднего по выборке. ГИС рассчитывает интервал значений класса, исходя из числа среднеквадратичных отклонений, которое вы определили. Например: 1/2 или 1 среднеквадратичного отклонения.

Преимущества

- Дает возможность судить о направлении отклонения параметра объекта от среднего значения в большую или меньшую сторону.
- Хорошо отображает данные, имеющие в общей массе небольшое отклонение от среднего (логнормальное или нормальное распределение).

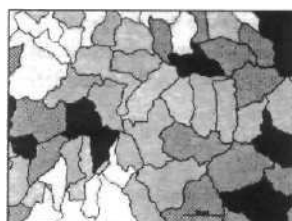
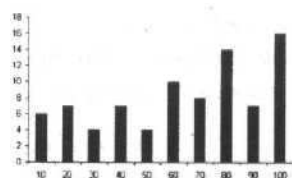
Недостатки

- карта не показывает реальные характеристики объектов - только отклонения от среднего.
- Очень высокие или низкие отдельные значения могут исказить значение среднего так, что большинство объектов окажется в одном классе.

Выбор схемы классификации

Прежде чем выбирать схему классификации вам необходимо выяснить характер распределения ваших данных. Постройте гистограмму и отрегулируйте разбивку горизонтальной оси так, чтобы избежать пустых интервалов. Вертикальная ось должна отражать число объектов, попадающих в пределы каждого интервала. Большинство электронных таблиц могут создавать гистограммы, так же как это делают программы статистической обработки или ГИС типа ArcInfo или Arc View. Прodelайте эту работу в процессе выбора схемы классификации.

- если ваши данные распределены неравномерно (многие объекты имеют одинаковые или близкие значения и заметные перепады между значениями групп) используйте естественную разбивку.

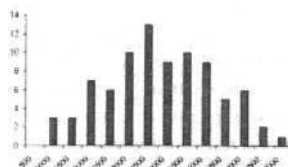


0 - 10
11 - 30
31 - 48
49 - 67
68 - 86
89 - 100

Залесенность речных бассейнов в процентах. Диаграмма показывает промежутки между группами значений (более короткие столбцы).

Если ваши данные распределены равномерно, и необходимо подчеркнуть разницу между объектами, используйте равные интервалы или средне-квадратичное отклонение.

если ваши данные распределены равномерно, а показать необходимо относительные различия между объектами - используйте квантили.



617 - 1818
1819 - 3020
3021 - 4221
4222 - 5423
5424 - 6625



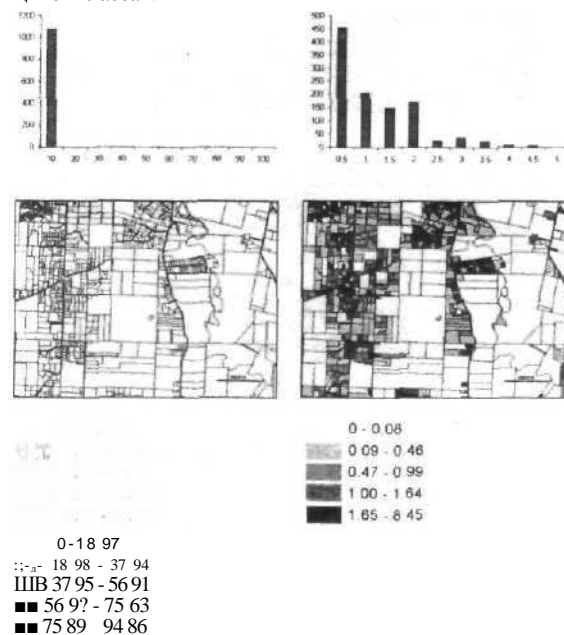
617 - 2296
2428 - 3346
3355 - 3879
4037 - 4766
4800 - 6625

Распределение населения по районам. Гистограмма показывает, что значения данных достаточно равномерно распределены и не содержат больших промежутков между значениями. В этом случае, хотя схемы разделения по равным интервалам и квантилям дают похожие результаты, первые размещают меньшее количество объектов в самые высокие и самые низкие классы, подчеркивая тем самым экстремумы.

ГИС легко и быстро позволяет изменять диапазоны класса, число классов и вид символов, отображающих объекты класса, что дает возможность визуально оценить и выбрать лучший из нескольких подходов. Это особенно удобно, если вы оцениваете новую выборку или определяете закономерности распределения.

Аномальные значения

В процессе визуализации данных вы можете обнаружить, что имеете несколько очень высоких или очень низких значений. Эти аномальные значения могут исказить диапазоны ваших классов, а следовательно, и те закономерности, которые вы выявили. Это особенно заметно при использовании схемы разбивки на равные интервалы или по среднеквадратичному отклонению, когда все значения, за исключением аномального, могут попасть в один класс. Использование естественной разбивки может изолировать аномальные значения в самом высоком или самом низком классе, но это все равно отразится на остальных классах.



Стоимость земли за квадратный фут в долларах США. В этом примере ошибка в базе данных привела к появлению чрезвычайно высокого значения \$ 94.86 за квадратный фут (левая диаграмма и карта). Классификация с равными интервалами поместила все объекты в самый низкий класс, а единственное аномальное значение - в самом высоком. Оставшиеся классы не имеют никаких объектов. Когда ошибка была исправлена, гистограмма и карта показали более ровное распределение значений.

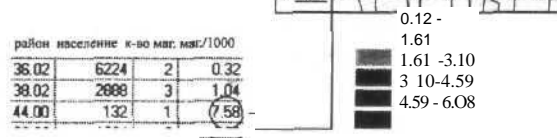
Нужно рассмотреть аномальные значения внимательно. Они могут оказаться результатом ошибки в базе данных или случайной для данной выборки величиной, полученной из непредставительного образца, но могут быть и вполне представительной информацией. Если это не ошибки в базе данных, которые можно исправить, вы можете выбрать один из вариантов обращения с аномальными значениями в зависимости

от того, как они влияют на остальные данные и на закономерности пространственных распределений на карте:

- Можно разместить каждое аномальное значение в собственном классе. Это возможно, если аномальные значения существенно разбросаны.
 - Сгруппировать их вместе в один класс. Такой вариант возможен, если группа аномальных значений локализована в одном месте.
 - Сгруппировать их со следующим самым близким верхним или нижним классом, если они расположены также недалеко от других значений в этом классе.
- " Если вы уверены, что ваши аномальные значения непредставительны, их можно отображать, используя специальный символ. Например, их можно залить серым цветом и маркировать ссылкой "Недостаточно данных" в легенде.

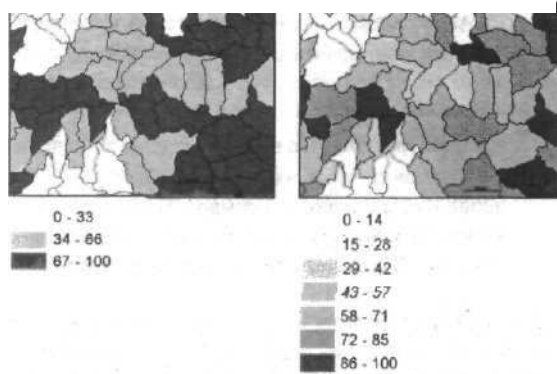
Аномальные значения могут встречаться и как результат вычисления отношений. В то время как каждое из исходных значений было представительно, результат деления может вводить в заблуждение. Это может быть также вызвано способом хранения объектов в базе данных или организацией взаимосвязей между значениями на карте. Предположим, вы наносите на карту количество бакалейных лавок в каждом районе на 1,000 человек. Если эти торговые точки расположены в районе, где живет немного людей (возможно это участок, в котором большое количество производственных зданий и мало жилых домов), расчет лавок на 1,000 человек в этом случае приведет к сильно завышенному значению, искажая классы и затеняя закономерности в распределении данных.

Количество бакалейных лавок на 1,000 человек по району. Маленькое население в районе - 44.00 создает аномальное значение при расчете.



Сколько необходимо иметь классов

Если вы определились со схемой классификации, необходимо определить количество создаваемых классов. Основываясь на этом количестве и схеме классификации, ГИС вычисляет диапазоны классов. Если вы выбрали оптимальную схему классификации, появление дополнительной информации не изменит число классов, а лишь сделает закономерности лучше различимыми.



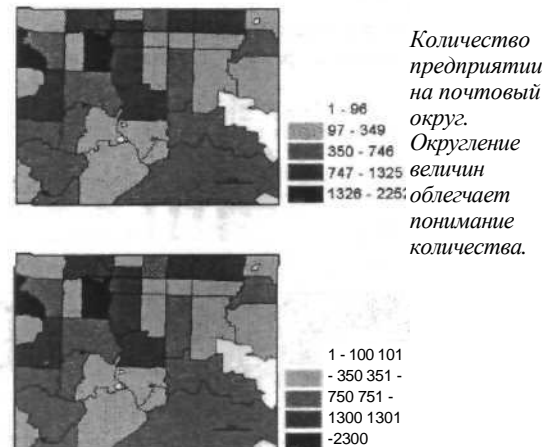
Залесенность речных бассейнов в процентах. Использование четырех классов позволяет различать закономерности распределения объектов; использование большего количества классов отражает тонкости данных закономерностей.

- Большинство пользователей может отличать на карте до семи цветов, поэтому использование более семи классов делает затруднительным поиск объектов с близкими значениями. Обычно четырех или пяти классов достаточно, чтобы отразить основные закономерности распределения данных, не путая пользователя. Использование менее трех-четырех классов может привести к утере многих взаимосвязей между объектами, а следовательно - и ряда закономерностей.

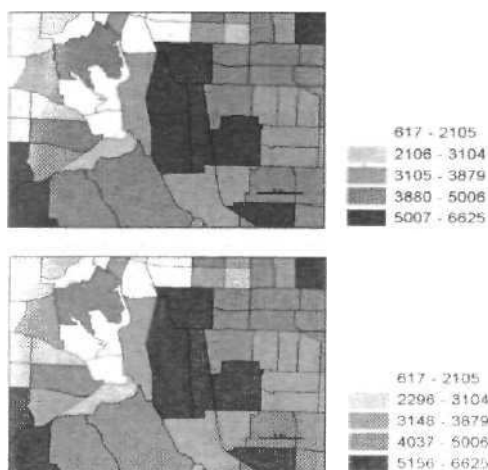
Если вы изучаете новые данные с целью определения типа группировки объектов или выявления закономерностей их распределения, вам может потребоваться увеличить число классов. Диапазон каждого класса тогда будет уже, а значения попавших в него объектов ближе к своей реальной величине.

Облегчение восприятия классов

Чтобы упростить и ускорить процесс восприятия карты необходимо корректировать диапазоны разбивки в сторону упрощения классов. Если вы не ставите целью нанести на карту точные значения данных, то с помощью округления минимальных и максимальных значений можно получить более легкую для чтения легенду без изменения видимых на карте закономерностей.

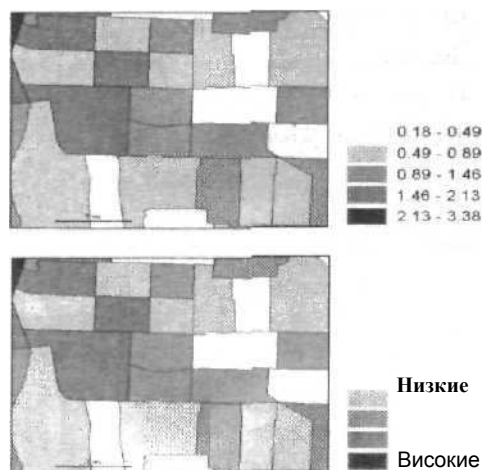


Некоторые ГИС по умолчанию создают при разбивке классов непрерывные диапазоны, в которых максимальное значение каждого класса является минимальным для следующего более высокого класса. На самом деле, самая низкая фактическая величина данных для более высокого класса может быть значительно выше минимального значения класса, показанного в легенде. Используя возможности ГИС, определите классы. Затем, измените самое низкое значение для каждого класса в соответствии с самым низким значением объектов. В то время как закономерности на карте не будут изменяться, легенда лучше отразит диапазоны реальных значений. Это особенно эффективно, если вы используете классификацию с помощью естественной разбивки. Однако, не стоит делать этого, если вы используете метод равных интервалов, так как получаемые с его помощью диапазоны непрерывны по определению.



Население по районам. Использование непрерывных диапазонов дает возможность более детального отображения данных.

Вы можете переименовывать классы в легенде подобно упорядоченным величинам типа "очень высоко", "высоко", "умеренно", "низко", или "нет данных". Это может сделать вашу карту более легкой для понимания, а также бывает необходимо тогда, когда относительные величины более важны чем реальные значения. Особенно выручает этот прием при использовании отношений или работе с большим количеством данных. Например, при определении количества бакалейных лавок на 1,000 человек для каждого исследуемого района вы можете получить числа с дробной частью, что в данном случае бессмысленно, поскольку важно только сопоставить районы между собой. Чтобы сделать карту более легкой для понимания можно изменить полученные числовые значения на определения типа "высокий", "средний" и "низкий".



Создание карты

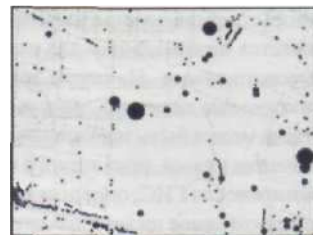
Если проблема классификации решена, возникает потребность как можно доходчивей представить ее результаты на карте. Старайтесь сделать карту простой и отражайте на ней только ту информацию, которая служит для выявления необходимых для отражаемой темы закономерностей. Поскольку ГИС создает карты легко и просто, а база данных часто имеет больше доступной информации, чем нужно для конкретного анализа, часто возникает искушение представить информацию более подробную чем может легко воспринять пользователь.

ГИС дает вам ряд возможностей для отражения числовых значений на карте:

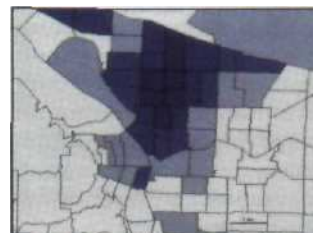
" Шкала символов

- Шкала цветов
- Диаграммы
- Изолинии
- Трехмерная перспектива

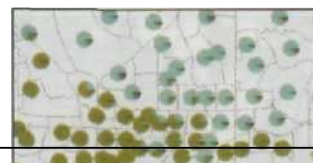
Шкала символов



Шкала цветов



Диаграммы



Изолинии



Трехмерная перспектива



Тип объекта	Тип величины	Преимущества	Недостатки
Точки Линии Полигоны	Количество Отношения Классы	Интуитивно люди сопоставляют размер символа с величиной	Возможны трудности восприятия большого количества объектов
Полигоны Непрерывные явления	Количество Отоаошения Классы	Облегчает понимание закономерностей распределения и значений объектов	Цвета не передают интуитивного ощущения величины
Точки Полигоны	Количество Отоаошения	Одинаково хорошо отражает как категории, так и числовые значения	При большом шличестве информации скрывают закономерности
Непрерывные явления	Величина Отоаошения	Хорошо отражает интенсивность изменений по площади	Могут затруднять восприятие закономерностей распределения и собственных значений объектов
Непрерывные явления Точки Полигоны	Количество Отношения	Высокая эффективность визуального восприятия	Затрудняет получение значения конкретного объекта

ВЫБОР ТИПА КАРТЫ

Тип карты, создаваемой вами, зависит от типа отображаемых объектов и их числовых характеристик.

Используйте для отображения точечных объектов или линий:

- Шкалу символов, чтобы показать диапазоны изменения величин
- Диаграммы, чтобы дать количественную оценку категориям
- Трехмерное отображение, чтобы показать относительные превышения

Для отображения дискретных областей или обобщенных по площади данных:

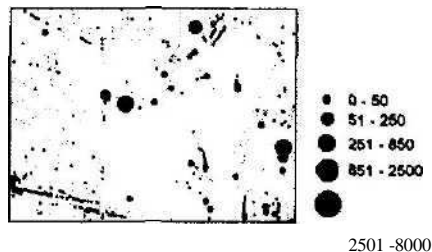
- Шкалу цветов и штриховок, чтобы показать диапазоны изменения величин
- Диаграммы, чтобы дать количественную оценку категориям
- Трехмерное отображение, чтобы показать относительные превышения

Для пространственного отображения непрерывных явлений:

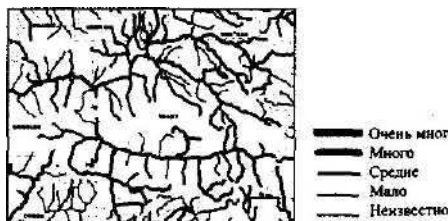
- Шкалу цветов и штриховок, чтобы показать диапазоны изменения величин
- Изолинии, чтобы показать характер распределения величин
- Трехмерное отображение, чтобы показать относительные превышения

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ШКАЛЫ СИМВОЛОВ

Шкала символов используется, чтобы отобразить на карте точечные объекты или линии. Шкала точечных символов дает возможность показать изменение значения параметра в точке. Шкала линейных объектов используется, чтобы показать масштаб или ранг линейных объектов типа дорог, сервисных линий, или рек.

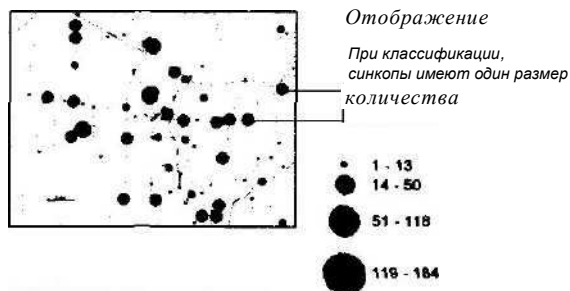


Точки — количество служащих на предприятии



Линии — реки, упорядоченные по местам обитания рыбы

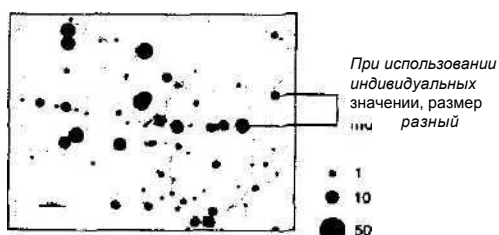
Для отображения классов с использованием шкалы символов необходимо определить минимальные и максимальные размеры символов и количества классов. Промежуточные размеры ГИС рассчитывает самостоятельно.



служащих на предприятиях с использованием классов. Точки отнесены к классу на основании их величин. Объекты каждого класса имеют одинаковый размер символа.

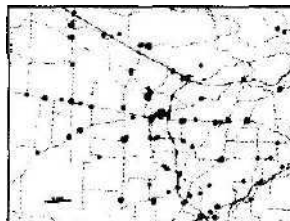
При использовании шкалы символов для отображения отдельных объектов вы присваиваете одному значению размер символа, а ГИС масштабирует все другие символы соответственно. Легенда представляет собой совокупность величин и символов, отражающих относительную величину каждого объекта. Например, когда выносятся на карту количество служащих в каждом предприятии, легенда рисует четыре круга, представляющих предприятия с 1, 10, 50, и 100 служащими. Сравнивая их с кругами на карте, вы можете приблизительно оценить, сколько служащих работает на данном предприятии.

- Наиболее часто для отображения точечных объектов используются круги, хотя можно определить и любой другой символ. Большинство пользователей воспринимает относительную величину круга более легко, чем любого другого символа.
- Все символы должны быть одинакового цвета. Убедитесь, что они достаточно заметны. Если вы заполняете их внутренние области, используете светлые цвета для площадных заливок.

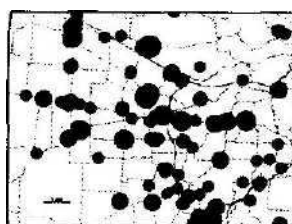


Отображение количества служащих на предприятиях с использованием собственных значений. Размеры каждого круга отражают значение в данной точке

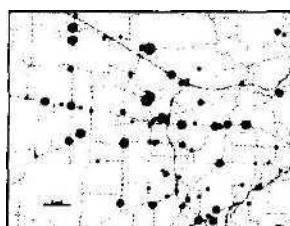
Отличать самые большие символы от самых маленьких более чем достаточно для того, чтобы заметить разницу в представляемых величинах данных.



Размеры символов мало отличаются, чтобы выявить закономерности



Символы достаточно различаются, чтобы показать закономерности, но затемняют точки расположения объектов

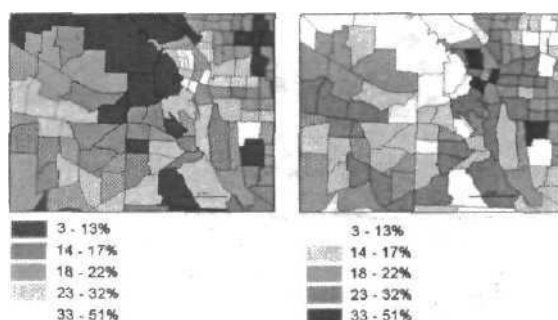


Символы отражают закономерности, не затемняя точек расположения объекта.

Удостоверьтесь, что самые маленькие символы будут видны в масштабе, который вы используете, а самые большие - не затемняют объектов на карте.

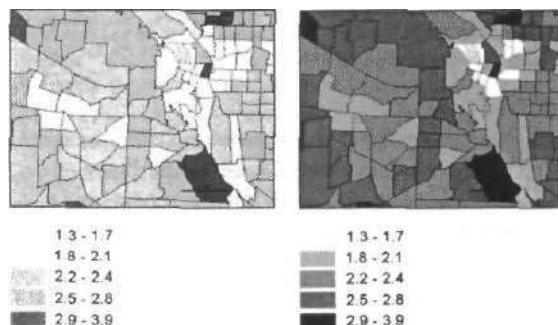
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ШКАЛЫ ЦВЕТОВ

Шкала цветов используется для отображения на карте дискретных областей, обобщенных по площади данных или непрерывных явлений. Обычно, всем классам присваиваются оттенки одного или двух цветов. Вначале выбираются цвета самых низких и самых высоких классов. Промежуточные цвета можно выбрать самому или поручить это ГИС. Если у вас менее пяти-шести классов, используйте оттенки одного цвета. Не забывайте, что большинство людей различает до семи цветов. Большинство людей также ассоциирует более темные цвета с понятиями "больше" или "большой", поэтому самую глубокую тень определите самому высокому классу.



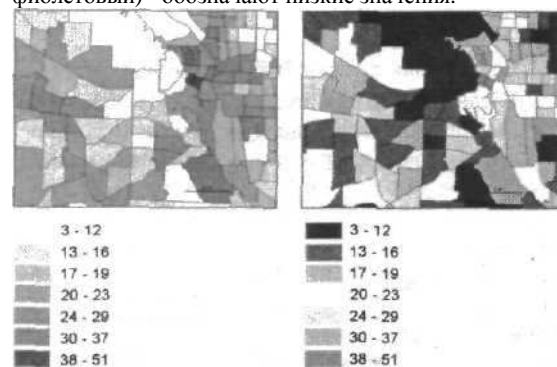
Процент возрастной категории от 18 до 29 по районам переписи. Люди обычно связывают более темные цвета с большими величинами, так что карта слева может первоначально вводить в заблуждение.

Различные цвета имеют различную силу воздействия. Красный и оранжевый притягивают внимание наиболее сильно; синий и зеленый - слабее других.



Количество жителей на дом по районам переписи. Контраст между оттенками красного заметен и хорошо высвечивает высокие и низкие значения.

Лучше других различаются оттенки пурпурного и синего, поэтому при отображении более четырех-пяти классов лучше использовать эти цвета. Имейте также в виду, что отдельные цвета специфически воспринимаются некоторыми людьми. Например, красный часто используется для обозначения горячих точек, например, районов с высокой преступностью, территории, непригодной для заданного вида использования или передвижения. Если вы располагаете более чем семью или восьмью классами, лучше использовать для их обозначения комбинацию оттенков двух или даже трех цветов (от синего - к оранжевому, или от синего - к зеленому, а потом - к желтому). Теплые цвета (красный, оранжевый и желтый) - хорошо отражают повышенные значения, в то время, как прохладные (зеленый, синий или фиолетовый) - обозначают низкие значения.

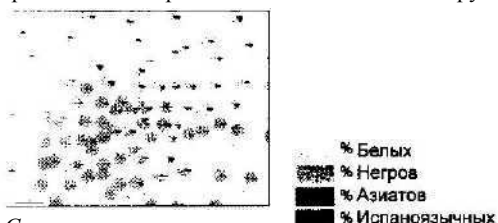


Процент возрастной категории от 18 до 29 по районам переписи. Использование оттенков двух или более цветов помогает различать классы.

Использование двух цветов также хорошо для разделения данных имеющих разные знаки, например, отклонение вверх или вниз от нуля или среднего значения. В этом случае оттенками одного цвета (например красного) можно показать отклонение от среднего вверх, в то время как тени другого цвета (например синего) покажут отклонение вниз. Этот подход особенно эффективен для карт, использующих классы, основанные на стандартном отклонении. Узкий диапазон величин, объединяющий смежные классы, может быть представлен совершенно разными оттенками на карте, особенно, если ваши данные распределены неравномерно. По этой причине очень важно стараться делать так, чтобы отображение классов отражало фактическое распределение данных.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИАГРАММ

Диаграммы используются для отображения на карте обобщенных по площади данных, точечных объектов эти областей. С помощью диаграмм вы можете отобразить закономерности распределения количественных показателей и категорий одновременно (см. главу 2 "Анализ местоположения объектов"). Это позволяет повысить информативность карты. например, если вы наносите на карту сведения о селении округа, можно использовать круговую диаграмму, которая отразит процентное содержание каждой этнической группы.



Соотношение этнических групп населения по районам, диаграммы отражают тенденцию изменения соотношения с левого нижнего угла к правому верхнему.

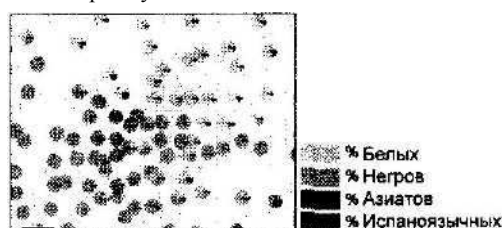
Процент белых

Процент негров

Диаграммы полезны для быстрого изучения закономерностей распределения, однако, некоторые закономерности удобнее все же рассматривать на отдельных картах. Карты с диаграммами также требуют больших усилий для понимания, поскольку приходится воспринимать количественные характеристики и категории одновременно.

Данные можно представлять в виде круговых или столбчатых диаграмм.

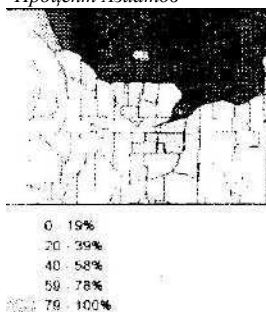
- Круговые диаграммы применяются, когда необходимо показать вклад каждой категории в общую сумму. Ваша задача определить категории и атрибуты, которые будут использоваться как обобщающее значение. ГИС вычислит процент для каждой категории и соответственно закрасит диаграмму.



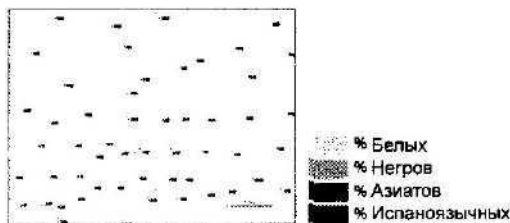
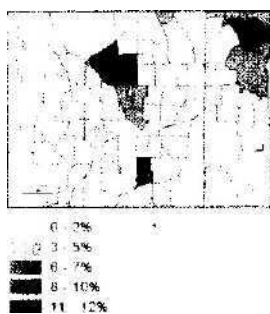
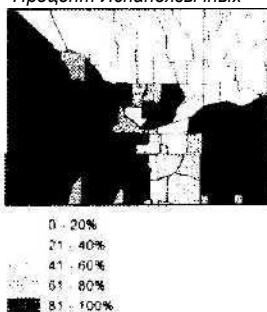
Круговые диаграммы, отражающие процентное соотношение.

Столбчатые диаграммы чаще используют для отображения относительного количества, а не пропорций от общего. Вы определяете минимальную и максимальную высоту столбца, и каждая категория отобразится согласно своей величине.

Процент Азиатов



Процент Испаноязычных



Столбчатые диаграммы эффективны для отображения количества.

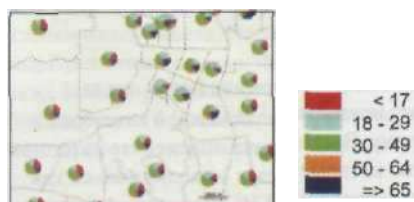
Эти четыре карты, использующие шкалу цветов,

*показывают закономерности распределения более
детально, чем карта с круговыми диаграммами.*

Анализ распределения числовых показателей - 61

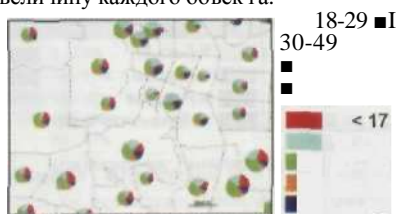
Вы можете создавать круговые диаграммы одного размера или менять размер согласно общей сумме атрибутов. Например, размер диаграммы может варьировать в зависимости от суммарного населения каждого района.

Диаграммы одного размера позволяют сосредоточиться на величине каждой категории относительно общего количества.



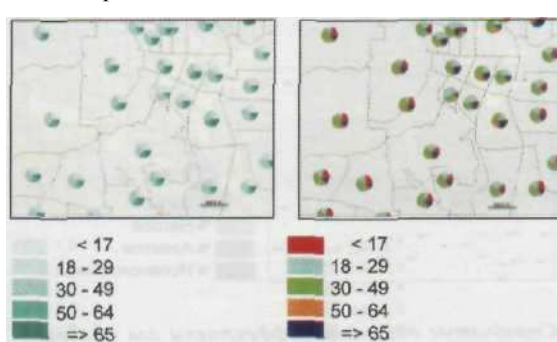
Оценка населения районов по возрастным категориям.

Размер диаграммы хорошо отражает относительную величину каждого объекта.



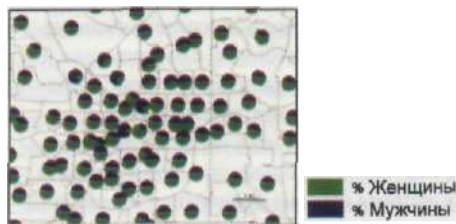
Размер каждого круга указывает на количество населения в каждом районе

Диаграммы, представляющие категории, отображаются столбцами или клиньями, раскрашенными обычно в разные цвета.



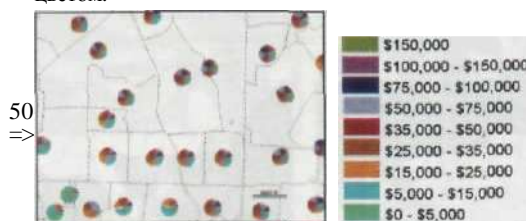
Лучше разделять категории разными цветами, а не оттенками одного цвета.

Диаграммы эффективны когда отображается не больше 30 объектов. В противном случае закономерности на карте будут трудноразличимы



Диаграммы неэффективны для отображения большого количества объектов; Закономерности распределения неразличимы.

Не используйте более пяти категорий на одной диаграмме; если необходимо показать большее их количество, лучше оттените каждую категорию цветом.



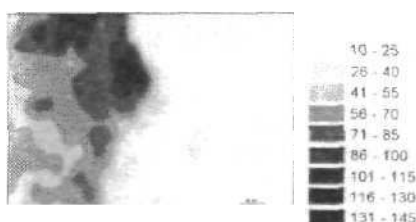
Средний доход по районам переписи населения. Слишком много категорий - карта трудно читается.

Удостоверьтесь, что размер диаграмм достаточен для уверенного чтения их в используемом масштабе. Если вы варьируете размером диаграмм, удостоверьтесь, что самые маленькие достаточно хорошо читаются, а самые большие не затевают границы области и не накладываются друг на друга.

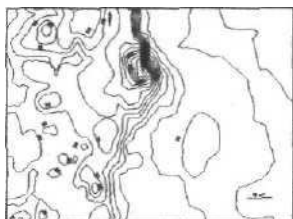
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗОЛИНИЙ

Изолинии используются, чтобы показать характер изменения величин пространственно-непрерывных явлений в пределах области. Сгущение линий говорит об ускорении изменения. Изолинии обычно используют при составлении карт рельефа или атмосферного давления.

Изолинии рисуют через определенные интервалы. Например, структурная карта осадков с сечением горизонталей 10 дюймов имела бы изолинии в 10, 20, 30, и так далее. Каждая точка изолинии имеет одинаковую величину, в то время как значение в точке, расположенной между изолиниями, находится в пределах диапазона, ограниченного их значениями. Интервал определяет количество линий и расстояния между ними. Когда назначается меньший интервал, получается карта с большим количеством изолиний.

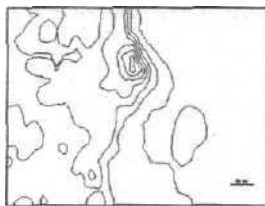


Среднегодовое количество осадков в дюймах в виде поверхности.

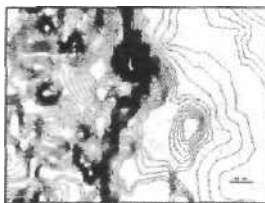


Среднегодовое количество осадков в дюймах в виде изолиний.

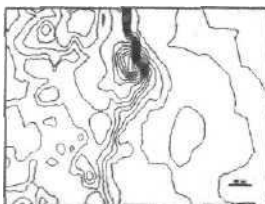
Выберите интервал рисовки изолиний, который достаточно мал, чтобы дать некоторое представление о поверхности, но не настолько, чтобы линии сливались.



Сечение горизонталей слишком большое, чтобы показать форму поверхности на рисунке.

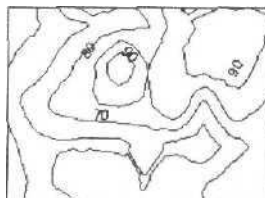


Сечение горизонталей слишком маленькое, чтобы уверенно различать изолинии.



Сечение горизонталей оптимальное, поэтому карта хорошо отражает форму поверхности.

- На изолинии должна быть написана их отметка, чтобы оперировать реальными значениями при изучении распределения.



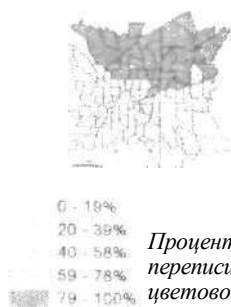
Использование полужирной линии для каждого пятого интервала делает значения более легкими для чтения. Например, если интервал - 10 дюймов, полужирные линии провели бы для величин 50, 100, и 150 дюймов.

СОЗДАНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ОТОБРАЖЕНИЙ

Объемные (трехмерные) отображения наиболее часто используются для визуализации непрерывных явлений, делая поверхность видимой. Можно также создавать трехмерные отображения для областей или точек. В этом случае высота объекта укажет на величину точки или области.



Представление среднепогодных осадков, как поверхности (слева) и средствами трехмерной перспективы (справа).



Процент белого населения по данным переписи, выраженный средствами цветовой шкалы (слева) и перспективного отображения.

При использовании трехмерных отображений вы можете визуально оценить разницу между высокими и низкими величинами, однако определить величину в любой конкретной точке местности будет достаточно сложно.

Для создания трехмерного отображения необходимо задать три обязательных параметра, определяющих вид вашего отображения: точку наблюдения, вертикальный масштаб (Z-фактор) и точку расположения источника света.

Точка наблюдения.

Точка наблюдения определяет, какие объекты являются видимыми в отображении, так как более высокие объекты могут перекрывать объекты позади себя. Отрегулируйте точку наблюдения, вращая трехмерную сцену, пока не добьетесь необходимого положения обзора. Можно также определить координаты наблюдателя и цели, расположенной в поле зрения (обычно в центре объекта, который вы выделяете), наряду с углом наблюдателя выше поверхности.

Так как направление обзора может меняться для лучшего отражения закономерностей в широких пределах между севером и югом, важно дать пользователю ориентировку на положение севера или отобразить хорошо узнаваемые объекты (например, границы или автомагистрали).

После поворота на 180 градусов (справа) трехмерное отображение данных переписи не отражает резкого снижения доли белого населения.

Z-фактор

При создании трехмерного отображения вы можете определять величину, называемую «z-фактором», которая увеличивает диапазон изменения поверхности и облегчает визуальную оценку различий. Эта величина умножается на значение каждого объекта. Например, при использовании величины Z-фактора 2, район, который имеет 40 процентов белого населения получит новое значение 80, а район, характеризующийся 10 процентным содержанием белых, будет иметь величину 20. Первоначальная разность между величинами 30 - теперь составит 60, увеличив разницу в высотах трехмерного отображения. Цель использования z-фактора состоит в том, чтобы сделать заметным изменение поверхности, но не чрезмерно, чтобы не исказить различия между величинами.



Если Z-фактор слишком мал (справа), перспективное отображение не достигнет своей цели.

Источник света

Точка расположения источника света в совокупности с Z-фактором определяет, как распределятся тени на поверхности, и таким образом, насколько различимы будут на ней объекты. Вы определяете два параметра для определения источника света: направление и угол.

Направление, из которого выходит свет, определяется в градусах от 0 до 359 (где 0 является севером). Если степень перекрытости тенями важна (например, вы создаете карту и хотите видеть области, которые в данный момент находятся в тени), можно отрегулировать направление подсветки экспериментальным путем. Угол фактически определяет высоту источника света над горизонтом и также выражается в градусах. Чем ниже угол - тем длиннее тени



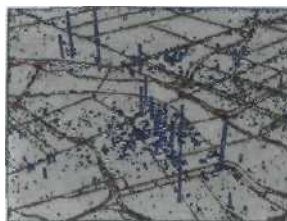
Источник света с северо-запада



Источник света с юго-востока

Отображение перспективы.

Если вы отображаете непрерывные данные, то перспектива обычно реализуется средствами шкалы цветов или теней. Вы можете также отображать изолинии и подписать их, чтобы сделать рисунок более четким и снабдить его точными значениями. Вы можете показать отдельные точки и области одним цветом или определить цвета на основе категорий. Снизу показаны повышения в местах не только центров занятости - (группы более высоких пиков), но и на предприятиях, имеющих самое высокое число служащих.



Высота пика соответствует количеству служащих на каждом предприятии.

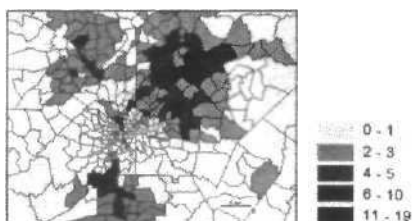


Цветная маркировка разделяет их по типам деятельности

Поиск закономерностей

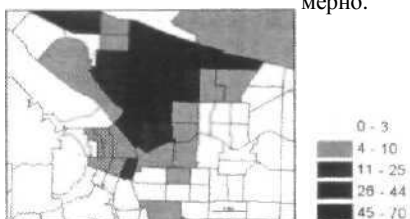
Если ваша карта оптимально представляет информацию, у вас есть возможность сравнивать различные ее части, чтобы видеть закономерности распределения самых высоких и самых низких величин. Визуальное перемещение между минимумами и максимумами по поверхности позволяет отметить места с резкими и плавными изменениями и может дать более глубокое представление о связях между участками на местности.

Допустим, вам необходимо оценить равномерность распределения величин. Согласно этой карте американцы азиатского происхождения сгруппированы в трех областях. Владелец магазинов, продающий товары для этой категории населения именно здесь и организовал бы рекламную деятельность.

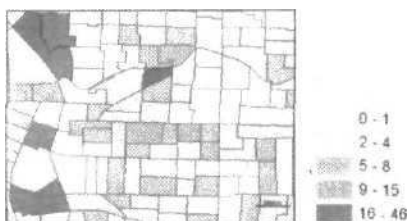


Процент американцев азиатского происхождения по данным переписи.

Близкие величины могут быть сконцентрированы на одном участке местности или рассеяны в пределах всей области. Согласно верхней карте чернокожее население сконцентрировано в пяти районах и постепенно уменьшается в направлении от них. Зато испанцы распределены на карте достаточно равномерно.

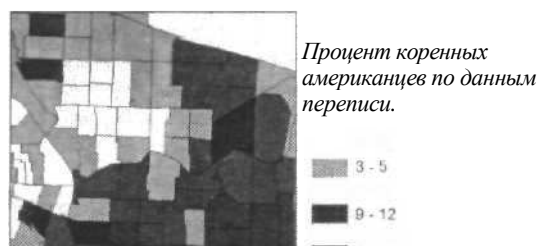


Процент афро-американцев по данным переписи.

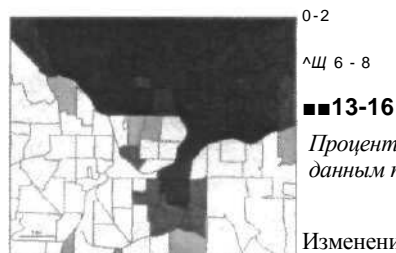


Процентное содержание испанцев по кварталам.

Анализ зависимостей между местоположением объектов и их величиной часто помогает понять, как ведут себя люди или явления. Может иметься область! постепенного перехода от низкого до высокого, как показано в верхней карте (процент коренных американцев или определенная граница, разделяющая области высоких и низких значений, как видно на другой карте (процент белых). Социологи могли бы изучать по этим картам различные способы соединений этнических групп на этих территориях.

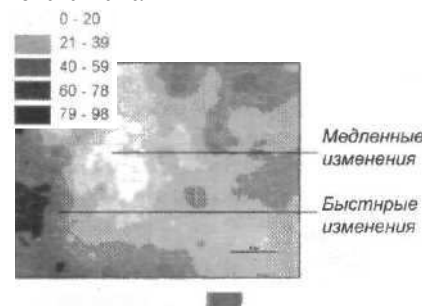


Процент коренных американцев по данным переписи.



Процент белых по данным переписи.

Изменение величины в



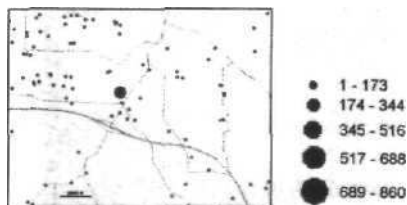
пределах области может быть резким или плавным. Эта карта поверхности распределения дохода на семью могла бы помочь маркетинговой фирме определить области целенаправленной рекламы.

5210-9.54D-Щ& S9.S41-18,670
Д1 Я8.871-28,200 — S26.2Q1-
37,540 ИИ 137.541-46.870



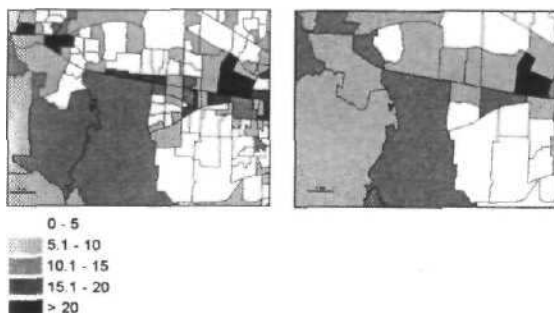
Средний доход на семью

Некоторые объекты могут выделяться из окружения. На карте внизу видно, что большинство предприятий имеет небольшое число служащих, исключение составляет лишь одно. Планировщик транспортной службы желал бы знать, где именно расположено это предприятие.



Предприятия по количеству служащих

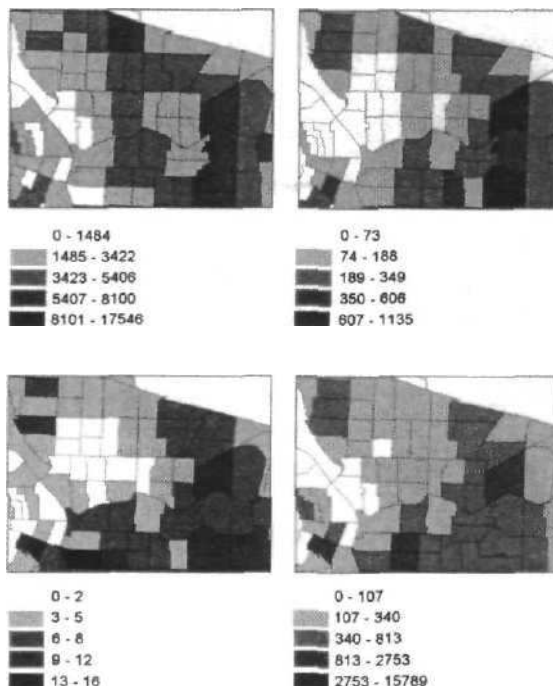
Если вы обобщаете данные по области, обращайтесь внимание на характер исследуемых областей, поскольку это может влиять на видимые закономерности. Так несколько больших областей могут затенить тонкие закономерности. И наоборот- использование большого количества маленьких областей может представить слишком много местных изменений, чтобы увидеть общие закономерности. Часто, представление данных меняется в зависимости от уровня обобщения. Это находит свое отражение в видимых закономерностях распределения. В изображениях, показанных ниже, вы видите, как отличается представление уровня жизни по кварталам (слева) или районам города (справа).



Уровень жизни по кварталам (слева) и районам переписи. Обратите внимание на то, как высокие значения уровня жизни, различные при поквартальном отображении (вверху слева), сглаживаются при обобщении данной информации по районам.

Имейте в виду, что данные, собранные для маленьких областей могут в итоге характеризовать и большие, но не наоборот. Например, если вам известно количество учащихся средней школы в каждом квартале, можно получить общее их количества в районе. Но из количества школьников в районе нельзя узнать их количество в каждом квартале района.

Чтобы дать развернутое представление о том, что делается на исследуемом участке местности, может потребоваться несколько карт. Например, чтобы изучить распределение коренного американского населения по территории округа нужно создать карты, отражающие: общее количество населения по данным переписи; процент каждой категории от общего количества населения и плотность коренного населения Америки.



Карты общего количества населения и количества коренных американцев представлены вверху справа и слева. Карта процентного содержания коренных американцев (слева внизу) отражает относительное количество данной категории, в то время как карта плотности (справа внизу) показывает закономерности распределения коренного населения на данной территории

4

Карты плотности

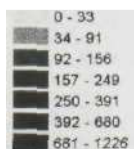
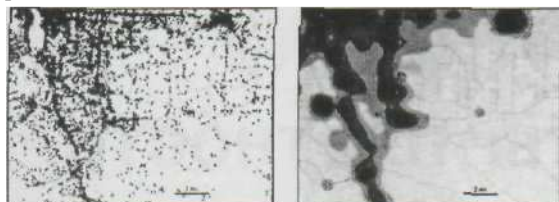
Построение карт плотности дает возможность визуально оценить концентрацию объектов на участке местности. Это помогает отыскивать области, которые требуют принятия срочных мер или отвечают другим вашим критериям, а также контролировать изменение условий.

В этой главе:

- *Зачем нужны карты плотности?*
- *Как отобразить плотность на карте?*
- *Два способа отображения плотности*
- *Карты плотности дискретных объектов*
- *Создание поверхности плотности*

Зачем нужны карты плотности?

Отображение плотности дает возможность оценить изменение концентрации объектов по площади. Карты плотности достаточно эффективны как для оценки характера распределения индивидуальных объектов, так и для картирования областей различных размеров.



Карта слева показывает точки расположения предприятий. Поверхность плотности (справа) отражает концентрацию предприятий нагляднее, чем отдельные точки.

Вы можете заметить, что, просто фиксируя на карте местоположение большого количества объектов, трудно увидеть изменение их концентрации по различным областям. Карты плотности дают такую возможность путем применения однородной площадной характеристики - например гектара или квадратной мили. Например, анализируя преступления, можно сопоставлять части города, отображая на карте плотность краж со взломом на квадратную милю за год; планируя транспортные перевозки, можно вынести на карту плотность проживания рабочих, чтобы определить, где лучше расположить остановки общественного транспорта. Отображение плотности особенно полезно, когда такие области картирования, как районы или округа, значительно меняются в размере. Если показать на карте количество людей на район, в больших районах получится большее количество людей, чем в меньших. На самом деле при более высокой плотности населения меньшие районы могут иметь большее количество жителей на квадратную милю.

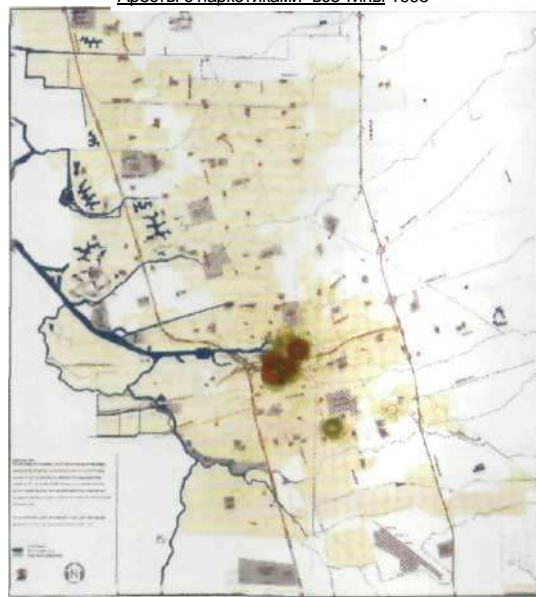


Если вам необходимо приблизительно оценить, сколько людей проживает в каждом районе — возьмите карту общего населения (левая карта). Если же вы хотите узнать места наибольшей концентрации жителей - воспользуйтесь картой плотности населения (правая карта), которая показывает количество жителей на квадратную милю.

ГАЛЕРЕЯ КАРТ

Полиция города Стоктона в Калифорнии отобразила на карте города места, в которых арестованы наркоманы, чтобы выявить горячие точки. Карты отображают количество арестов, произведенных в течении года на квадратную милю. Две горячие точки расположены вблизи центра города, третья область высокой плотности находится южнее.

Аресты с наркотиками - все типы 1995

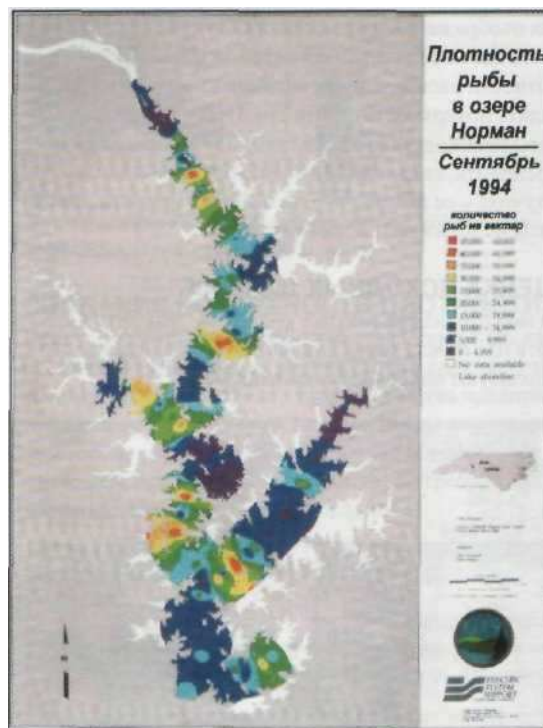


Карта помогает руководству полиции ориентировать офицеров, а также информировать городское руководство и общественность о местах активной деятельности наркоманов.

Правительственный совет юго-востока штата Мичиган в процессе поиска оптимального места для офиса госсекретаря составил карту плотности населения Детройта и окружающих областей. Карта создана путем цветовой заливки каждого района соответственно плотности населения на квадратную милю и показывает самую высокую плотность в областях, закрашенных красным. Круги указывают границы 3-х и 5-ти мильных зон вокруг каждого существующего офиса. Красные области вне кругов - потенциальные места для нового офиса.



Дюк Пауэр Компани создала карту плотности распределения рыбных запасов в озере Норман, водоеме на западе Северной Каролины. С помощью гидроакустического оборудования, установленного на судне, проведены измерения количества рыбы по регулярной сети наблюдений, охватывающей всю акваторию водоема. Данные введены в ГИС и использованы для построения карты, показывающей плотность рыбы на гектар. Некоторые места (окрашенные в желтый, оранжевый и красный цвета) показывают высокую плотность рыбных запасов. Биологи используют данную информацию для контроля рыбных запасов и оценки тенденции их изменения в различных местах.



Аналитики отдела лесоводства штата Орегон использовали ГИС, чтобы отобразить на карте объем произведенной ежегодно древесины в кубометрах на гектар в лесах, принадлежащих государству. Карта показывает самую высокую производительность в прибрежных районах (темно-зеленые области) и помогает контролировать лесозаготовки.

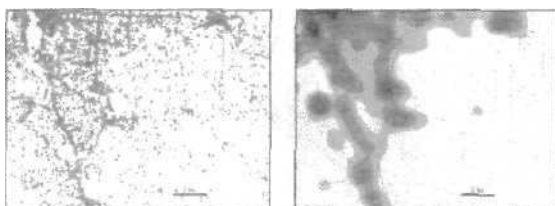


Как отобразить плотность на карте?

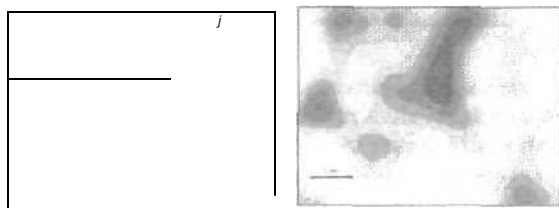
Для отображения плотности на карте можно использовать цветные заливки областей, основанные на плотности распределения величин внутри них, или создать поверхность плотности. Перед созданием карты необходимо оценить объекты отображения и определить, какую информацию предполагается получить с ее помощью. Это поможет решить, какой метод использовать в данном случае.

ОЦЕНКА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ.

Вы можете использовать ГИС, чтобы отразить на карте плотность точек или линий. Обычно для этого используют поверхность плотности.

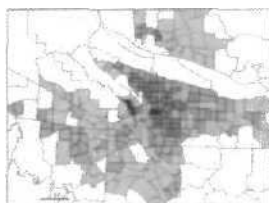


Точки расположения предприятий и поверхность плотности предприятий на квадратную милю.



Расположение дорог и плотность дорожной сети (в футах на квадратную милю).

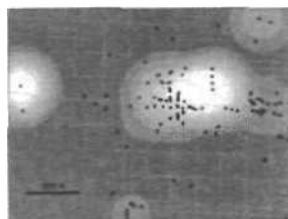
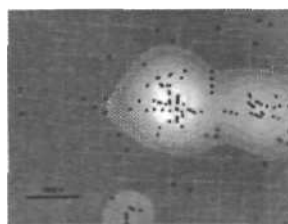
Вы также можете отображать на карте данные, полученные в результате обобщения по определенным областям, например, районам, округам, лесным кварталам или другим административным границам.



Плотность населения на квадратную милю по районам.

ЧТО ВЫ ХОТИТЕ ВЫНЕСТИ НА КАРТУ: ОБЪЕКТЫ ИЛИ ИХ ВЕЛИЧИНЫ?

Вы можете показать на карте как плотность распределения самих объектов (например, предприятий), так и их числовых характеристик (например, количество служащих в каждом предприятии). Полученные в результате закономерности могут быть совершенно различны. Карты внизу показывают распределение плотности предприятий по области и плотности рабочих на каждом предприятии. Когда отображается количество предприятий, аномалия высокой плотности смещается вправо, между двумя участками скопления предприятий. Слева - большое количество служащих в одном предприятии создают другой центр высокой плотности. Наблюдение за плотностью предприятий может быть полезно для продавца, посещающего данный район, а плотность служащих интересует планировщика транспортного обслуживания, которому необходимо разместить остановки поближе к пассажирам.



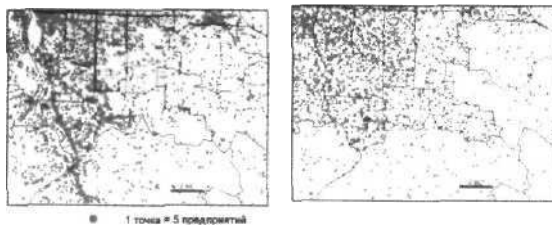
Два способа отображения плотности

Хотя вы можете просто отображать на карте местоположение объектов, чтобы видеть, где они сконцентрированы, создание карты плотности позволит еще и измерить концентрацию на единицу площади, и вы сможете более точно сопоставлять области или определять, соответствуют ли они вашим критериям. Вы можете также создавать карту областей различной плотности или построить поверхность плотности.

ОТОБРАЖЕНИЕ ПЛОТНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕКТОВ

Вы можете отображать на карте плотность графически, используя карту точечных объектов, или вычислить величину плотности для каждой дискретной области.

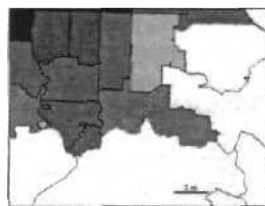
Вы можете также использовать карту, представляющую плотность распределения дискретных объектов (людей, деревьев, преступлений) путем обобщения отдельных объектов в некую условную точку. Каждая точка представлена указанным количеством объектов, например 1,000 человек или 10 краж со взломом. Точки распределены беспорядочно внутри каждой области и не отражают фактического расположения объектов. Чем выше концентрация полученных таким образом точек, тем выше плотность реальных объектов в данной области. Отображение на карте плотности в виде точечных объектов нагляднее, чем простое указание величины плотности или отображение каждого объекта в отдельности. Кроме того, точки распределены по всей представляемой области, что облегчает понимание карты. Рассчитывая значение плотности для каждой области,



■^^ границы Питам-ян

Расположение предприятий (слева) и количество предприятий в пределах почтового округа.

вы делите общее число объектов или обобщенное их значение на ее площадь. Каждая область окрашивается соответственно полученной величине. Таким путем легко обнаружить области более высокой плотности, однако сложно определить точное место аномалии.



0-12
ОТНЭ-ЭВ

Ш

Ш 37 - В7

^■ВВ-116

^И 117-176

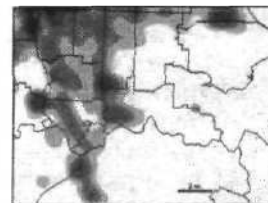
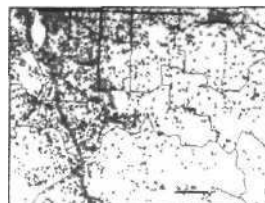
ШШ 177 -307

■Щ 308- 558

Почтовые округа, заштрихованные по количеству предприятий на квадратную милю.

СОЗДАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ПЛОТНОСТИ

Поверхность плотности обычно создается в ГИС как растровый слой. Каждая ячейка такого слоя получает величину плотности (например количества предприя-

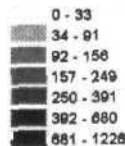


тий на квадратную милю), основанную на количестве объектов внутри ячейки. Этот подход обеспечивает наиболее конкретную информацию, но требует более



значительных усилий для выполнения.

Расположение предприятий (слева) и поверхность плотности предприятий на , квадратную милю.



Вы можете создавать поверхность плотности, интерполируя отдельные точки или линейные объекты, например, дороги или потоки, которые могут представлять собой:

- Места расположения объектов (клиентов, преступлений или гнездовой орла).
- Точки сети наблюдений (пробы качества воды в пределах озера), которые часто располагаются регулярно и используются для отображения на карте непрерывных явлений.

Для линий, плотность обычно выражается длиной на единицу площади. Например, метрами дорог на гектар.

СОПОСТАВЛЕНИЕ МЕТОДОВ

Метод	Используется, если ...	Вид представления результата	Особенности применения
Построение карты плотности дискретных объектов	Вы имеете данные, уже агрегированные по площади или линии и точки, которые можно суммировать по области.	Карта плотности, выполненная в виде залитых цветом областей или полей точек.	Относительно простой, но не дает точного местоположения конкретных значений плотности, особенно для больших областей; может требовать предварительной обработки данных
Построение поверхности плотности	Вы имеете точки расположения отдельных объектов, точки сети наблюдений или линии	Оттененная поверхность плотности или изолинии	Дает более точное представление о значении плотности в любом месте, но требует больших затрат на обработку данных

ВЫБОР МЕТОДА

Если ваши данные уже агрегированы по площади, или вам необходимо сравнить административные или естественные области с определенными границами, такими как районы или речные бассейны, создайте карту плотности дискретных объектов.

Концентрацию линейных или точечных объектов лучше отображает поверхность плотности.

Каждый из этих методов более детально обсуждается на следующих страницах.

T4- Руководство по ГИС анализу

Карты плотности дискретных объектов

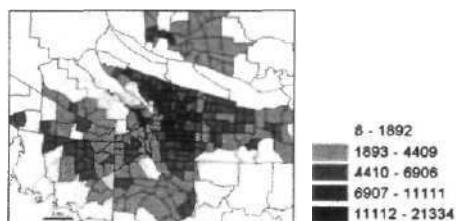
Как упоминалось ранее, отображать на карте плотность определенных областей можно двумя способами - используя поле точек или оттеняя области штриховкой, соответственно их плотности.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ПЛОТНОСТИ ДЛЯ ДИСКРЕТНЫХ ОБЛАСТЕЙ.

Согласно этому методу, вы определяете плотность, базирываясь на величине площади каждого полигона. Сначала необходимо добавить новое поле к таблице данных объекта, куда разместится величина плотности. Затем получить значения плотности, разделив величину, обобщенную в пределах полигона на его площадь. Если единицы измерения плотности отличаются от единиц измерения площади полигона, необходимо использовать переводной коэффициент, чтобы согласовать единицы измерения. Например, если вы наносите на карту, плотность населения района на квадратную милю, а площадь каждого района в квадратных футах, выражение приобретет вид:

$$\text{Pop_dens1ty} = \text{total_pop} / (\text{область} / 27878400)$$

Так как в квадратной миле имеются 27,878,400 квадратных футов. Результат получится в количестве населения на квадратную милю для каждого района.

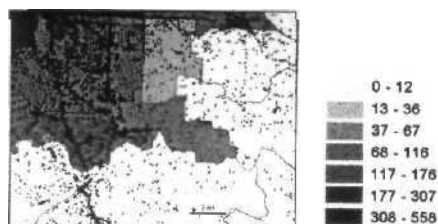


Tract	Area (sq ft)	Population	People per sq mi
406.02	406839193	4791	328
105.00	5345396639	4642	24
427.00	10332982	3442	9287
424.00	18704917	1067	1590
430.00	14282314	1610	3143
771.00	771357760	6974	216

Плотность населения по районам (количество людей на квадратную милю)

Плотность определенной области обычно выделяется на карте заливкой с использованием оттенков одного или двух цветов. В этом случае, плотность трактуется как отношение и похожа на карту любого другого отношения. В Главе 3 'Анализ распределения числовых показателей' обсуждалось отображение классов и отношений с использованием шкалы цветов

Некоторое программное обеспечение ГИС, типа ArcInfo и Arc View ГИС, позволяет вам также вычислять плотность по ходу - в процессе создания карты вы указываете величину, плотность которой будет вычисляться и атрибут таблицы слоя, содержащий - площадь каждого объекта. ГИС определяет плотность и штрихует каждую область соответственно. Величины плотности не сохраняются в базе данных, а переопределяются каждый раз. Имейте в виду, что величина плотности для каждого полигона характеризует весь полигон, поэтому фактическая плотность в любой данной точке, расположенной внутри данной площади может значительно отличаться от этой величины. Особенно характерно это для больших полигонов. На этой карте показано несколько больших почтовых округов с очень низкой общей плотностью предприятий, хотя фактически они содержат участки с очень высокой плотностью предприятий.

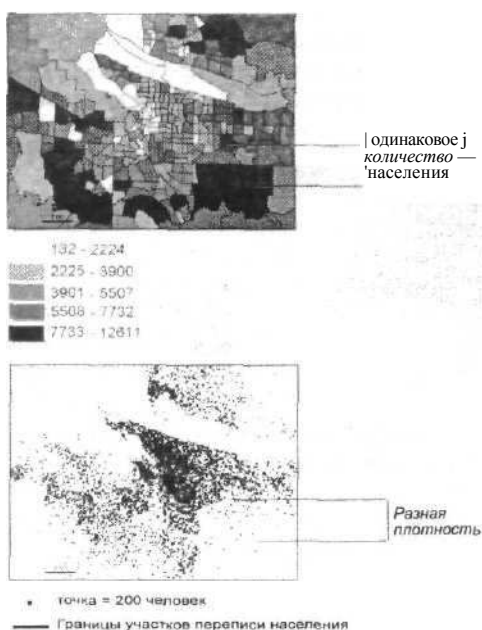


Плотность предприятий на почтовый округ с отражением местоположения предприятий.

СОЗДАНИЕ КАРТЫ ПЛОТНОСТИ ТОЧЕК

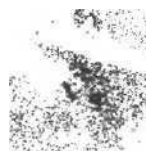
Используя этот метод, вы отображаете на карте каждую область, определяя какое количество объектов представлено о каждой точкой. ГИС делит обобщенную по площади величину на количество, представляемое одной точкой, чтобы выяснить сколько точек расположить в каждой области. Если, например, каждая точка представляет 200 человек, а район переписи имеет 6,000 жителей, ГИС отобразит в этом районе 30 точек. Точки размещаются внутри области беспорядочно и не представляют фактического расположения объектов.

Карты плотности точек дают пользователю возможность быстрой оценки плотности распределения объектов на участке местности. Например, два района различных размеров, но с одинаковым количеством населения имели бы одинаковый цвет на карте с заливкой, но карта плотности точек покажет, что меньший район имеет более высокую плотность, поскольку содержит то же количество точек на меньшей площади.



Два района имеют приблизительно одинаковое население и закрашены одним цветом (верхняя карта); карта плотности точек (ниже) показывает разницу между ними.

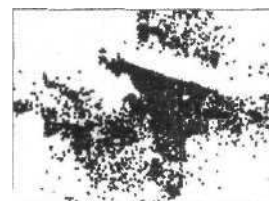
Карта плотности точек дает возможность оценить плотность графически. Точки отражают количество или величину в каждой области нагляднее, чем рассчитанное значение плотности. При создании карты плотности точек вы определяете количество объектов, которое представляет каждая точка и ее размеры. Лучше *попробовать несколько* комбинаций количества и размеров, чтобы увидеть лучшие варианты представления. Чем большее количество представляется каждой точкой, тем более редки они будут. Выберите значение, которое гарантирует, что точки расположатся не настолько близко, чтобы слиться и скрыть закономерности, но и не так далеко друг от друга, чтобы затруднить распознавание плотности. Вы можете изменять размеры точек, чтобы подчеркнуть закономерности. Только вначале удостоверьтесь, что точки не настолько велики, чтобы слиться в области с высокой плотностью.



Количество и размер оптимальны; точки отражают характер распределения.



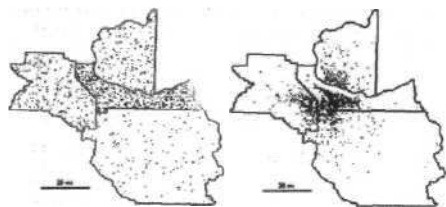
Количество слишком мало; точки затеяют закономерности распределения.



Количество слишком велико; размеры точки слишком большие; точки расположены слишком далеко друг от друга и неясно показывают распределение.

Размер слишком велик; точки затеяют закономерности распределения.

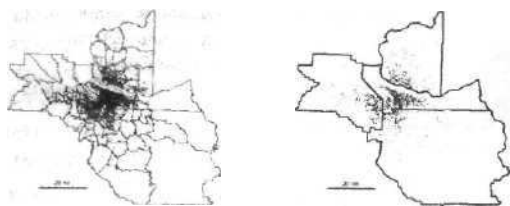
Области, которые вы выбираете для отображения на карте в значительной степени могут влиять на характер распределения. Например, карта плотности населения, составленная по районам, может выглядеть совершенно иначе, нежели составленная по данным округов той-же территории.



Домашние хозяйства по данным округов (1 точка - 500 домашних хозяйств).

Домашние хозяйства по данным районов в пределах границ округа. (1 точка - 500 домашних хозяйств).

При создании карты плотности точек часто используют данные, полученные из областей более низкого порядка, например, районов, но отображаемых в границах областей высокого порядка, например, округов. Таким образом, границы не затеяют точек. Карта представляет более реалистичное отображение плотности чем та, которая опиралась бы на данные округов. Вы должны обозначить на карте фактические области, используемые для обобщения данных.



Домашние хозяйства по данным районов (1 точка - 500 домашних хозяйств).

Домашние хозяйства по данным районов в пределах границ округа. (1 точка - 500 домашних хозяйств).

Если вы имеете отдельные объекты, но хотите отобразить на карте плотность величин, полученных в результате обобщения по площади ...

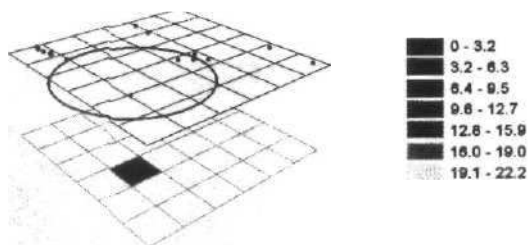
Вы можете использовать ГИС, чтобы обобщать объекты или их величины в пределах каждого полигона. Вам придется делать это для сопоставления областей, чтобы выяснить, какие из них соответствуют вашим критериям или, если вы создаете ряд карт областей, таких как общего количества населения по районам, процент от общего количества молодежи в возрасте от 18 до 30 лет или плотности преступлений. Взаимосвязи лучше обнаруживаются, если преступления отнесены к районам, а не просто показаны отдельными точками. Это достигается маркировкой каждой точки идентификатором области, по признаку которого объекты, расположенные внутри данной области суммируются, а затем делятся на ее площадь, (см. главу 5 «Поиск объектов внутри области»).

Создание поверхности плотности

Поверхность плотности создается в ГИС как слой раstra - ГИС вычисляют величину плотности для каждой ячейки слоя. Поверхности плотности хорошо отражают места концентрации точечных или линейных объектов.

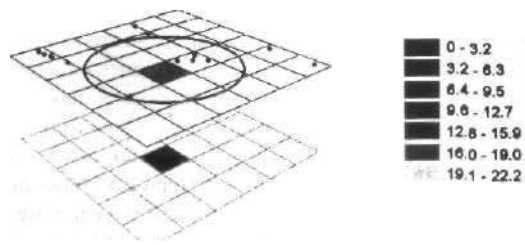
КАК ЭТО ДЕЛАЕТСЯ В ГИС

Чтобы создать поверхность плотности ГИС оценивает окружение (основываясь на радиусе захвата, который вы определяете) вокруг каждого центра ячейки. Определив количество объектов, которые попадают в заданное окружение, система делит его на площадь заданного окружения. Данная величина присваивается текущей ячейке. Затем ГИС перемещается к следующей ячейке и делает то же самое. Таким образом создается текущее среднее число объектов на область, совокупность которых и образует сглаженную поверхность.



При радиусе захвата в 100 футов оцениваемая область окружения составит - 31,349 квадратных футов или 0.72 акра. В окружение данной ячейки попадают три предприятия, так что величина плотности составит 3 разделить на 0.72, или 4.2 предприятия на единицу площади. Это отвечает второму снизу классу.

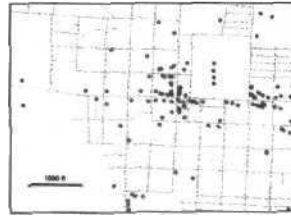
Если вы используете значение объектов вместо их Количества, ГИС обобщает значения всех объектов, попадающих в заданное окружение и делит полученное число на площадь окружения. Так, если вы строите карту плотности распределения служащих, основываясь на их количестве в каждом предприятии, ГИС распознал бы предприятия, попадающие в окружение и общее число их служащих разделил бы на площадь данного окружения.



В окружение следующей ячейки попадает пять предприятий - три тех же самых, что имела предыдущая ячейка, плюс два дополнительных. 5 разделить на 0.72 — 6.9, так что эта ячейка попадает в следующий более высокий класс.

РАСЧЕТ ВЕЛИЧИНЫ ПЛОТНОСТИ

Существует несколько параметров, из числа определяемых вами, которые влияют на то, как ГИС вычисляет поверхность плотности, и, таким образом, на получаемые в результате закономерности распределения. Речь идет о размере ячейки, радиусе захвата, методе и единицах расчета.



Расположение предприятий

Размер ячейки

Размер ячейки определяет, насколько грубо или детально будут проявляться закономерности. Чем меньше размер ячейки, тем глаже кажется поверхность. Однако, это влечет за собой увеличение времени обработки и используемого пространства памяти. Большой размер ячейки обрабатывается быстрее, но приводит к загрузлению поверхности. Если каждая ячейка настолько велика, что включает много объектов, тонкие закономерности могут быть скрыты.

Так как ячейки представляют собой квадраты, размер их определяется длиной любой из сторон. В общем случае, размер ячейки подбирается таким образом, чтобы получить от 10 до 100 ячеек на единицу площади. Например, вы подсчитываете количество населения на квадратный километр, а размер ячейки дается в метрах, тогда размер ячейки должен находиться в пределах от 100 до 300 метров.

Определяя размер ячейки, сначала приводят единицы измерения площади (квадратные километры) к единицам измерения ячейки (метры), затем, чтобы получить площадь ячейки, делят площадь области на планируемое на единицу площади количество ячеек. Так как размер ячейки определен длиной одной стороны, вы берете квадратный корень от площади ячейки, чтобы получить эту величину. Например, при использовании 100 ячеек на единицу площади необходимо:

1 Преобразовать единицы плотности в единицы ячеек

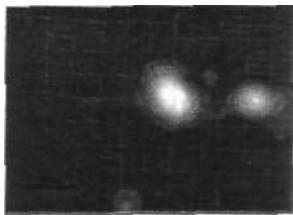
$$\begin{aligned} 1 \text{ sq. km} &= 1,000 \text{ m} * 1,000 \text{ m} \\ &= 1,000,000 \text{ sq. m} \end{aligned}$$

2 Разделить на количество ячеек

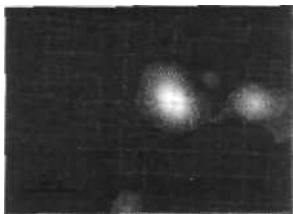
$$\begin{aligned} 1,000,000 \text{ sq. meters} / 100 \text{ cells} &= \\ 10,000 \text{ sq. meters per cell} \end{aligned}$$

3 Извлечь квадратный корень, для получения размера ячейки

$$\sqrt{10,000 \text{ m}} = 100 \text{ m}$$

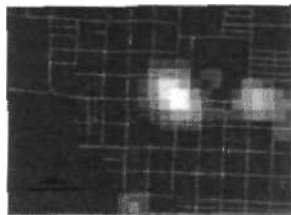


Размер ячейки - 5 футов; гладкая поверхность, требующая большего времени на обработку.



Размер ячейки - 50 футов; видны те же закономерности, что и при использовании меньшего размера ячейки,

но обработка идет быстрее, и результат занимает меньшее пространство в памяти.

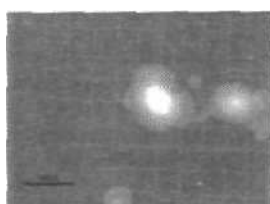
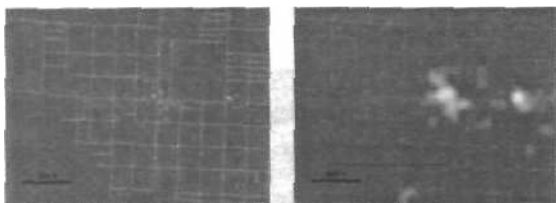


Размер ячейки - 200 футов; ячейки настолько велики, что детали отображения начинают теряться.

Радиус захвата

Обычно, использование большого радиуса захвата ведет к более обобщенному отображению поверхности плотности. При большом радиусе захвата ГИС, вычисляя величину каждой ячейки, рассматривает большее количество объектов. Количество объектов (или суммарное значение их величин) делится соответственно на *большую площадь*. *Меньший* радиус захвата обычно отображает более локальные изменения. Однако, если он настолько мал, что большинство ячеек имеет очень низкие величины плотности, общие закономерности в распределении данных могут не обнаружиться. Единицы радиуса захвата и единицы плотности не обязательно должны совпадать; можно вычислять плотность на квадратную милю, а радиус захвата, определять в футах.

Плотность предприятий на квадратную милю



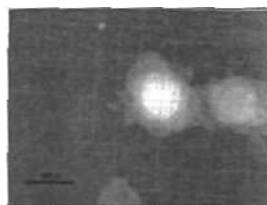
Радиус захвата - 20 футов; закономерности трудно различимы. Радиус захвата - 500 футов; изображение оптимально обобщено.



Радиус захвата - 200 футов; закономерности видны в деталях. Радиус захвата - 1,000 футов; слишком грубое обобщение скрывает детали.

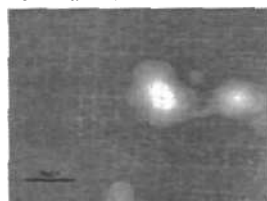
Методика расчета

ГИС использует один из двух методов на ршесчета величины ячейки. Первый, более ~~пр~~остой метод, подсчитывает количество только тех объектов, которые находятся внутри радиуса захвата каждой ячейки. Результат - множество перекрывающихся друг друга колец вокруг каждой ячейки. Ячейкам, в радиус захвата которых не попал ян один объект, значение не присваивается.



Простое вычисление

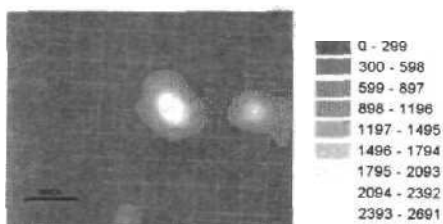
Метод весовых коэффициентов использует математическую функцию для повышения значений объектов, расположенных ближе к центру ячейки. Веса назначаются как близко расположенным объектам, так и находящимся за пределами радиуса захвата. Каждой ячейке поверхности рассчитывается и назначается величина (хотя бы и очень маленькая для самых отдаленных объектов). В результате при сглаживании учитывается большая площадь поверхности плотности. Во многих случаях, используя метод весовых коэффициентов, получают карту более простую для понимания.



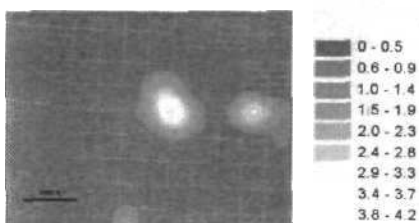
Расчет с учетом весовых коэффициентов.

Единицы измерения

ГИС позволяет устанавливать принятые в данной области единицы измерения, в которых вам необходимо представить величину плотности. Вы должны только указать размерность значений, характеризующих объекты на вашей карте. Например, использование квадратных метров присуще картам растительности или насекомых, поскольку можно получить несколько таких объектов на квадратный метр, в то же время плотность предприятий или людей обычно подсчитывают на гектары или квадратные мили.



Количества предприятий на квадратную милю.



Количество предприятий на акр (0.4 га)

Если региональные единицы измерения отличаются от единиц измерения ячейки, значения в легенде экстраполируются, чтобы количество объектов, попадающих в каждую область на карте не слишком превышало фактическое. Если региональные единицы - квадратные мили, значения легенды отражают количество предприятий, которое в среднем могло бы быть в пределах квадратной мили при данной плотности. В данном примере площадь вынесенной на карту области - около 1 квадратной мили. На ней содержится приблизительно 130 предприятий. Карта, использующая квадратные мили как единицу измерения плотности, может подразумевать большее количество предприятий, чем там фактически имеется. Использование акров в качестве региональной единицы измерения даст более реальные величины, не ухудшая качества отображения.

Если вы хотите создать поверхность плотности по данным, обобщенным по площади...

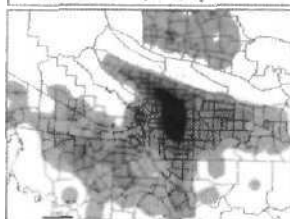
Вы можете использовать геометрические центры, или "центры тяжести" определенных областей типа почтовых округов, чтобы создать поверхность плотности по величинам, присвоенным каждой области. Это лучше всего работает, если вы используете большое количество равномерно распределенных точек. Например, вы можете использовать центры тяжести районов, чтобы создать поверхность плотности населения. Это дает возможность лучше выявить закономерности распределения на карте и отвлечься от восприятия плотности по полигонам.



Районы, раскрашенные в соответствии с общим количеством населения.



Центры тяжести районов, которым присвоена обобщенная значимость количества населения



Поверхность плотности населения, созданная по центрам тяжести районов, с отражением реальных границ районов

Вы можете отображать поверхность плотности, используя шкалу цветов или изолинии.

Использование шкалы цветов

Поскольку каждая ячейка поверхности имеет уникальную величину плотности, необходимо классифицировать эти значения, чтобы систематизировать изображение.

Вы можете определить параметры классов вручную или использовать возможности ГИС в реализации стандартных схем классификации. Наиболее общие схемы классификации:

Естественная разбивка - диапазоны класса фиксируют естественную группировку значений данных. В примере, показанном справа, это дало возможность отобразить области самой высокой плотности при сохранении тонких зауженностей.

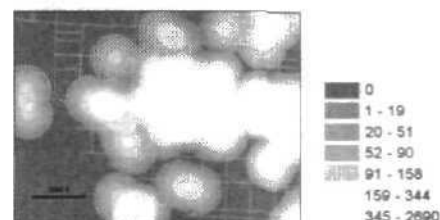
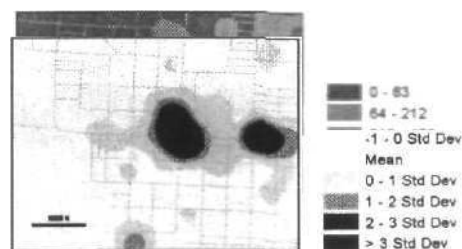
Квантили - каждый класс имеет одинаковое количество ячеек. В примере показано, что большое количество ячеек в этом случае может попасть в более высокие классы, скрывая положительные аномалии.

Равные интервалы - разность между максимальной и минимальной величиной одинакова для каждого класса. В данном примере области самой высокой плотности высвечены за счет сгущения элементов с более низкой плотностью.

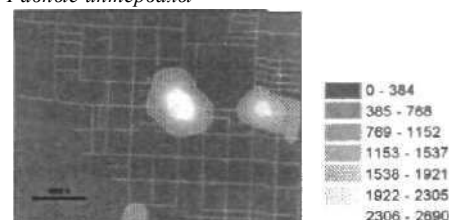
Стандартное отклонение - классы определены рядом среднеквадратичных отклонений от среднего всех величин слоя. Данная схема хорошо выявляет области с аномально высокими или низкими значениями.

Глава 3 «Построение карт по числовым критериям» содержит подробное обсуждение процесса создания классов и методов классификации.

Плотность сотрудников на квадратную милю

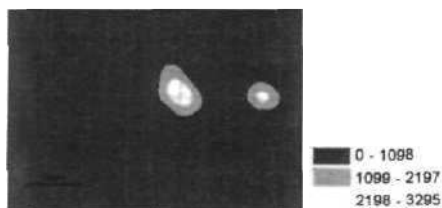


*Квантили
Равные интервалы*

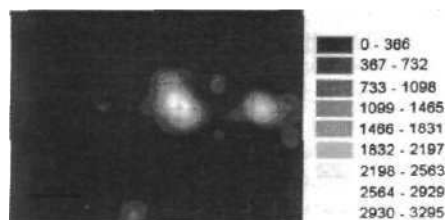


Среднеквадратичное отклонение

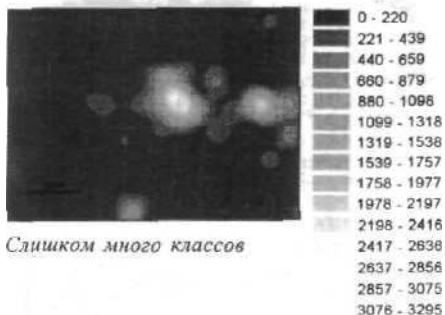
ГИС предоставляет возможность пользователю самому определять количество классов для размещения значений плотности. Большое количество классов создает визуальный сглаживающий эффект. Если классов слишком много - больше чем 15 или около того - информации на карте не прибавляется, поскольку цвета начинают смешиваться, и классы становятся трудноразличимыми. Использование малого количества классов (меньше, чем три или четыре) выявит области с самой высокой плотностью, но не сможет отразить тонкостей распределения.



Слишком мало классов



Оптимальное количество классов



Слишком много классов

Плотность предприятий на квадратную милю. Большое количество классов может стать средством для отражения самых тонких особенностей вплоть до точки.

Поверхности плотности обычно отображают в оттенках одного цвета. Но если вы применили метод классификации по среднеквадратичному отклонению уместно использовать оттенки двух цветов: одного - для величин ниже среднего значения, а другого - для величин выше среднего.

Обычно, области более высокой плотности отображаются более темными цветами, так как большинство людей ассоциирует более темный цвет с понятием "больше". Однако, вы можете создать эффектную карту, используя светлые цвета для более высокой плотности, так как человеческий глаз больше тянется к светлым, а не темным областям.



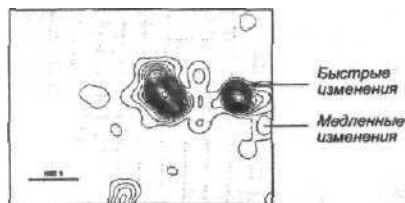
Темнее — плотность выше.



Светлее - плотность выше.

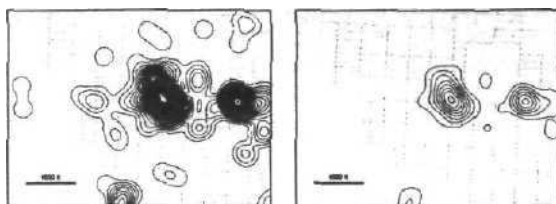
Использование изолиний

Изолинии соединяют точки равной плотности на поверхности. Большинство программного обеспечения ГИС, включая ArcInfo и Arc View, создает изолинии поверхности автоматически. Вы просто назначаете сечение горизонталей - то есть разницу в значениях соседних изолиний. Изолинии хорошо показывают интенсивность изменения поверхности - гуще изолинии, интенсивнее изменение.



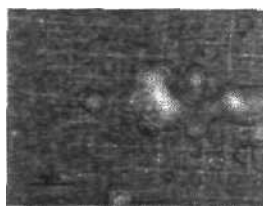
Плотность предприятий на квадратную милю.
Сечение горизонталей - 200

Лучше выбрать интервал, который выявляет закономерности в областях плавного изменения поверхности, не добиваясь адекватного отражения аномальных участков. Впрочем, жестких правил для отражения величины и скорости изменения поверхности не существует.



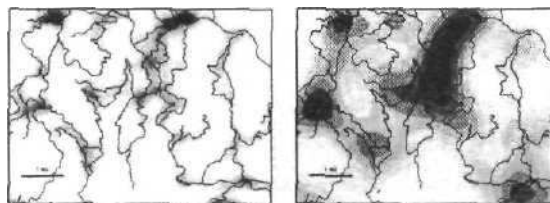
На карте слева очевидны тонкие закономерности, но изолинии трудно различить в областях высокой плотности. В карте справа, изолинии различимы, но некоторая информация утеряна.

Комбинация изолиний с цветной градуировкой поверхности плотности позволяет пользователю, быстро обнаруживать области самой высокой плотности, а также оценить интенсивность изменения.



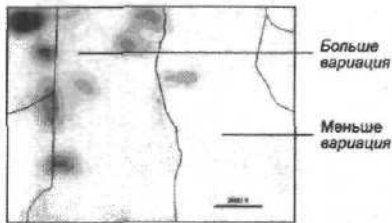
ПРОСМОТР РЕЗУЛЬТАТОВ

Закономерности, отраженные на вашей карте частично зависят и от того, как создавалась поверхность плотности. Например, две карты внизу показывают плотность дорожной сети в лесных районах, выраженную в длине пути на единицу площади. Слева использование маленького радиуса захвата позволило выявить *несколько* аномалий плотности. Карта справа, при использовании большего радиуса захвата, показывает лишь одну область высокой плотности. Биолог, который ищет уединенные уголки для изучения дикой природы определил бы радиус захвата, основываясь на характере сгущения дорожной сети в заслуживающих внимания территориальных разностях. Повысить чувствительность к присутствию дорог можно при использовании большего радиуса захвата



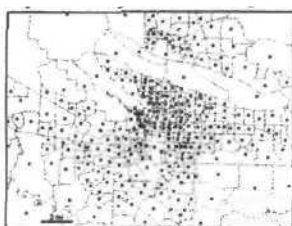
Плотность дорожной сети. Карта слева использует меньший радиус захвата и отражает только локальные изменения: карта справа, применяя больший радиус, позволяет увидеть более общие закономерности. Более темные цвета указывают на более высокую плотность.

Поверхность плотности может показать, как происходит изменение величины в пределах области. Эта карта показывает стоимость квадратного фута земли. Правая половина карты показывает небольшое различие в стоимости участков, в то время как левая сторона отражает рост изменения. Более интенсивное изменение плотности может говорить о большем многообразии землепользования в данной области.



Поверхность плотности стоимости земли на квадратный фут. Для привязки показаны автомагистрали.

На результат, полученный с помощью поверхности плотности влияет также распределение исходных точек. Чем больше количество исходных точек и равномернее их распределение, тем представительнее будут выявленные закономерности. Таким образом, промежутки между исходными точками могут



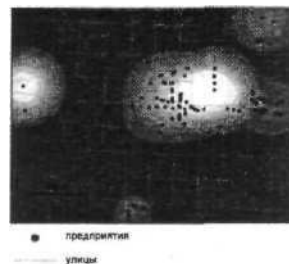
служить мерой оценки представительности данных.

Исходные точки для построения поверхности плотности населения (центры тяжести районов).



Плотность населения, построенная по центрам тяжести районов. Значения в областях, имеющих много равномерно расположенных исходных точек, более обоснованы, чем значения областей с редкими точками измерений.

Также имейте в виду, что в месте появившейся в результате аномалии плотности может вовсе не быть конкретного объекта, так как ГИС вычисляет величины в пределах окружения каждой ячейки. На этой карте плотности служащих не видно ни одного предприятия, и, таким образом, никакие конкретные служащие не могут ассоциироваться с самыми высокими величинами плотности (светлая область справа). В данном случае аномально высокая плотность расположена между несколькими главными нанимателями. Пятно слева, однако, попадает как раз на точку расположения предприятия, поскольку оно единственное на данном участке.



Точки расположения предприятий с поверхностью плотности служащих этих предприятий (количество служащих на квадратную милю)

При создании поверхности плотности в процессе интерполяции данных аномально высокие или низкие величины могут исчезать. Это упрощает и делает нагляднее распределение, но неизбежно уводит от конкретного места аномалии. Поэтому рекомендуется отображать точки расположения исходных объектов либо прямо на поверхности плотности, либо на отдельной карте.

5

Поиск объектов внутри области

Поиск объектов внутри области позволяет видеть, что происходит в ее пределах или обобщить информацию по каждой из исследуемых областей с целью их сопоставления.

В этой главе:

- *Что дает поиск объектов внутри области?*
- *Постановка анализа*
- *Три пути определения объектов внутри области*
- *Визуальное сопоставление*
- *Построение пространственного запроса*
- *Анализ методом наложения слоев*

Что дает поиск объектов внутри области?

Люди анализируют объекты, находящиеся в пределах области, чтобы контролировать происходящие в ней события или сравнивать различные области на основании их содержимого.

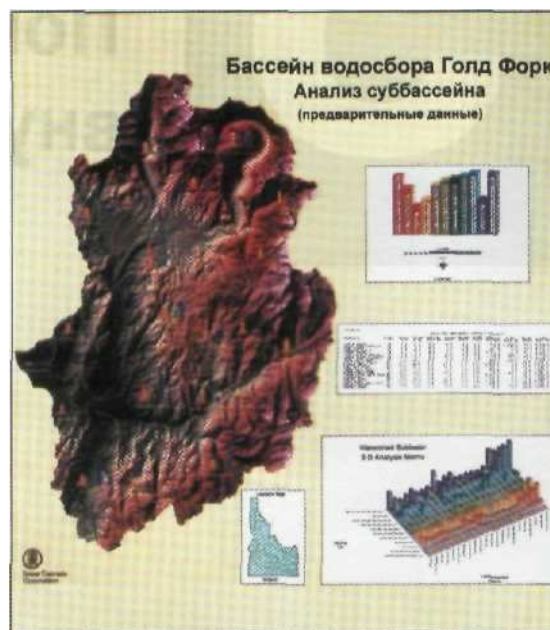
Контролируя пространство в пределах области, люди оценивают адекватность принимаемых мер. Например, районный прокурор мог бы более жестко наказывать нарушения порядка, происходящие в 1000 футовой зоне вокруг школы. Начальник пожарной охраны, отображая область опасного задымления, мог бы оценить окружающую территорию и оптимально организовать эвакуацию пострадавших.

Обобщение объектов по признаку принадлежности к какой-либо области позволяет сравнивать территории по количественным критериям. Например, руководству полиции могла бы понадобиться ежемесячная сводка краж, происшедших в различных районах города, чтобы контролировать горячие точки.

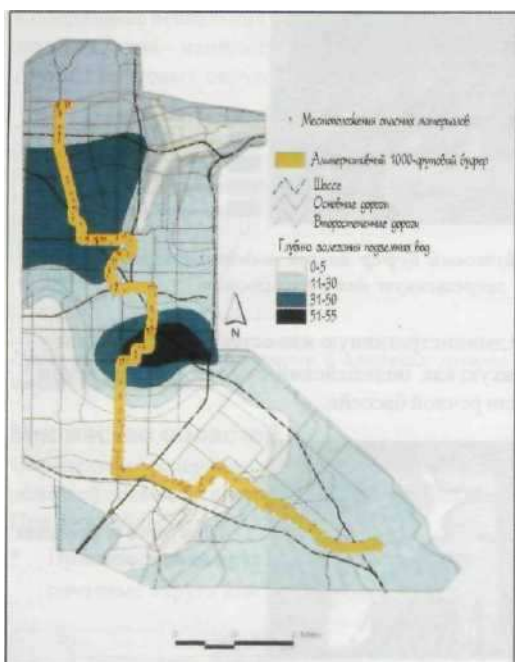
Администрация заповедника хотела бы видеть, в пределах каких речных бассейнов находится больше старого леса, что бы принять меры к его сохранению.

ГАЛЕРЕЯ КАРТ

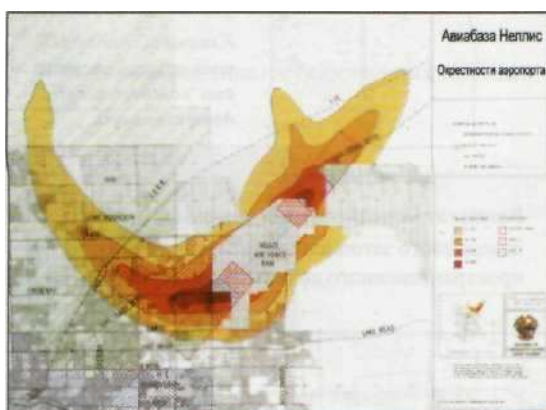
Лесоперерабатывающая компания Боис Каскад составила карту распределения типов лесной растительности по речным бассейнам Голд Форка, штат Айдахо, чтобы более эффективно управлять лесным хозяйством внутри каждого речного бассейна.



Проектная фирма Парсон Бринкерофф создала ряд карт, отражающих альтернативные маршруты для прокладки железной дороги. Каждая карта показала участки складирования опасных материалов, расположенных внутри 1,000-футовой буферной зоны вокруг полотна, на фоне глубин залегания грунтовых вод. Карты использовались, чтобы анализировать потенциальные осложнения, связанные с охраной водных ресурсов вдоль маршрута



Планировщики Кларк Каунда, штат Невада, вынесли на карту улии и частных застроек изолинии распределения шума, создаваемого базой военно-воздушных сил Неллис. Карта помогает разрабатывать меры по ограждению школ и больниц от влияния наиболее сильных шумов.



В международном заповеднике, работающий с местными агентствами Мадагаскара, создана карта заповедных областей и ореолов обитания различных животных для всей страны. Вычисляя долю площади каждого ореала обитания, попадающую внутрь заповедных областей, правительственные агентства могут оценить защищенность каждого типа животных.



Постановка анализа

Чтобы находить объекты, попадающие внутрь области, вы можете нанести границу области поверх всех объектов или использовать ее в качестве критерия автоматизированного выбора объектов, попадающих внутрь. Затем можно составить перечень выбранных объектов, суммировать или обобщать другим способом их значения в пределах заданной области.

Метод, который вы выберете определяется типом данных и характером информации, которую вы собираетесь получить в результате анализа.

ВАШИ ДАННЫЕ

Вы должны представлять себе количество анализируемых объектов и их тип.

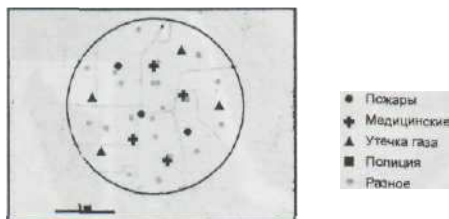
Количество исследуемых областей

Вы можете проводить анализ содержимого одной области или сразу нескольких.

Одна область

Поиск объектов внутри одной области позволяет вам контролировать деятельность или обобщать информацию относительно данной области. Единичная область может представлять собой:

- Район обслуживания вокруг определенного центра, например, библиотечный район или зона пожарной охраны.



Звонки по 9-11 в полуторамильон зоне пожарной станции

Буфер, определяющий назначенное расстояние вокруг некоторого объекта, например, буфер вокруг водотока, ограничивающий территорию лесозаготовок.



200-футовый буфер вокруг водотока ограничивает зону, запрещенную для лесозаготовок.

- Административную или естественную границу, такую как полицейский квартал, участок земли или речной бассейн.



Типы почв в пределах участка земли

Область оценки, например, территорию коммерческой деятельности, которая может быть нанесена вручную.



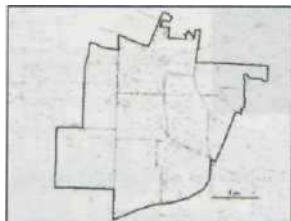
Клиенты, попадающие внутрь территории коммерческой деятельности.

Результат моделирования, например, зона паводкового затопления, полученная средствами пространственного анализа ГИС.



Участки внутри зоны, затопляемой паводком в 100 лет.

Содержимое нескольких областей, которые тракуются как одна - например, предприятия в пределах группы почтовых округов.



Предприятия, расположенные в пределах группы почтовых округов.

Множество областей

Определение содержимого каждой из нескольких областей позволяет производить их сопоставление. При этом области могут быть:

- Прилегающими друг к другу, такими как почтовые округа или речные бассейны.



Почтовые округа - пример прилегающих областей.

Разобщенными, типа государственных заповедников



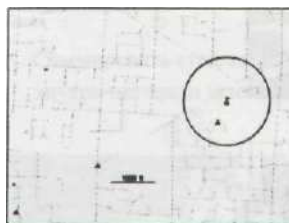
Эти области, занимаемые государственными парками, разобщены.

" Вложенными, типа областей, затопляемых паводком раз в 50- и 100-лет или областей внутри 1, 2-х и 3-х мильных зон.

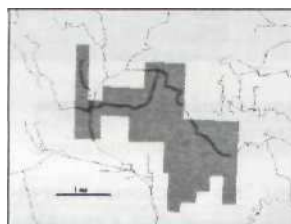
Вы можете определить каждую область, используя ее название, например, имя речного бассейна или уникальный номер, такой как номер городского квартала.

Анализ дискретных или непрерывных объектов

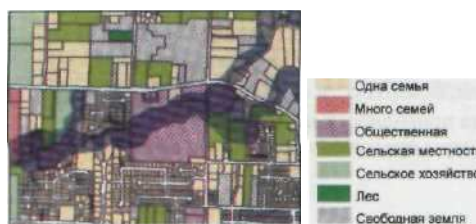
Дискретные объекты - это те, которые можно идентифицировать отдельно. Вы можете составить их список, посчитать их или суммировать числовые атрибуты, связанные с ними. Они являются либо точками на карте, такими как адреса студентов, преступления или орлиные гнездовья; либо линейными объектами, такими как потоки, трубопроводы или дороги; либо дискретными областями, например, участками затопления.



Точки - места правонарушений, обнаруженные вблизи школы



Линейные объекты — дороги, проходящие через заповедную область



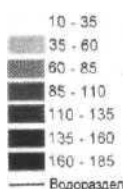
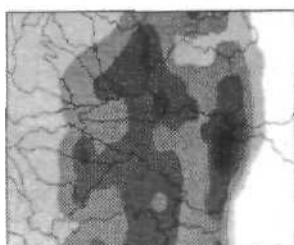
Дискретные области — участки, затопляемые во время паводка.

Непрерывные объекты представляют собой неразрывные географические явления. В связи с этим приходится предварительно обобщать значения таких объектов для каждой области. Непрерывные объекты могут представлять собой:

- Непрерывные категории или классы, такие как тип растительности или отметки рельефа. Можно оценить долю каждой категории или класса внутри области - например, количество растительности каждого типа в пределах речного бассейна.

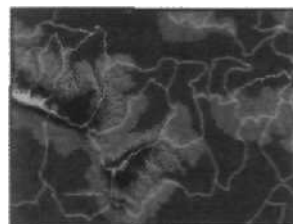


Типы почв представлены непрерывными категориями.



Зоны распределения осадков (в дюймах в год) представлено непрерывными классами.

- Непрерывные величины. Это - числовые величины, которые непрерывно изменяются в пределах поверхности. Они могут быть представлены температурой, отметками рельефа или количеством осадков. Ими могут также являться величины, полученные средствами ГИС из других типов данных. Поверхность стоимости земли, поверхность плотности дорожной сети или карта пригодности мест обитания - это все примеры представления непрерывных величин.



Представление поверхности рельефа как непрерывной величины.

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ОБ ИНФОРМАЦИИ, КОТОРУЮ ВЫ ХОТИТЕ ПОЛУЧИТЬ.

Представление об информации, которую вы хотите получить в результате анализа, поможет решить, какой метод лучше использовать.

Вам необходим перечень, общее количество или обобщение?

Вы можете использовать ГИС, чтобы выяснить, находится ли конкретный объект внутри области; получить перечень всех объектов области; выяснить их количество или обобщить данные, попадающие внутрь одной области или каждой из нескольких областей, основываясь на атрибутах объектов.

Например, для участков, расположенных в затопляемых областях, вы можете:

- Выяснить, попадает ли данный участок внутрь площади затопления.



Land Value	Bldg Value	Bldg SqFt	Year Built	Landuse
54530	82350	1756	1952	Single Family
53720	103480	2896	1954	Single Family

Получить перечень всех участков, попадающих внутрь площади затопления



Land Value	Bldg Value	Bldg SqFt	Year Built	Landuse
83800	143200	1726	1979	Single Family
414700	6000	1156	1915	Rural
42060	55630	806	1942	Single Family
38720	84170	1260	1963	Single Family
92900	69260	2040	1912	Single Family
92900	22000	0	0	Single Family
62900	83160	2176	1920	Single Family
38720	64130	1456	1952	Single Family

Подсчитать количество участков внутри площади затопления



Count: 79

Поиск объектов

Подсчитать количество участков каждого типа землепользования внутри затопляемой площади.



Одна семья	1
Много семей	1
Общественная	11
Сельская местность	6
Сельское хозяйство	41
Свободная земля	

Landuse	# of Parcels
Agriculture	1
Multi Family	1
Public	11
Rural	6
Single Family	41
Vacant	T 19

- Суммировать стоимость земли всех участков внутри площади затопления



Sum: 4896330
Count: 79
Mean: 61979
Maximum: 504000
Minimum: 0

Суммировать площади каждого типа землепользования внутри площади затопления.



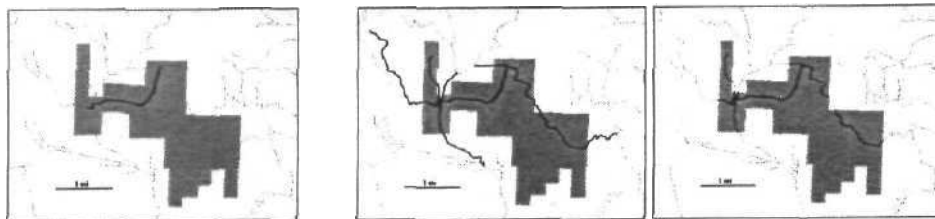
Одна семья	1
Много семей	1
Общественная	11
Сельская местность	6
Сельское хозяйство	41
Свободная земля	

внутри области

Agriculture	261126
Multi Family	437246
Public	2592582
Rural	1055339
Single Family	2282555
Vacant	1424548

Можно также определить степень попадания объектов в пределы исследуемой территории.

Линейные и площадные дискретные объекты могут только частично попадать в пределы области. ГИС может выбирать в процессе анализа только те из них, которые попали полностью или только те, которые частично выходят за установленные границы. Можно также количественно оценить части объектов, которые находятся в пределах области.

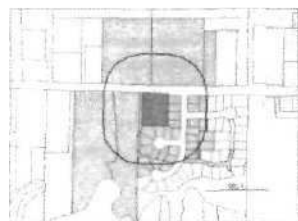


На этих картах изображены (слева направо): дороги, попадающие полностью внутрь области, дороги, которые частично расположены в ней и часть дорог, которые проходят в пределах области.



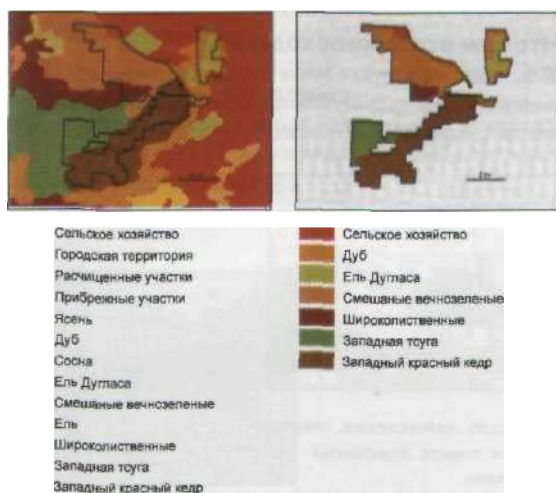
Этот ряд карт (слева направо) отображает участки, полностью затопляемые в результате наводка, частично затопляемые и затопленные части участков.

Допустим, вам необходимо получить перечень или общее количество объектов, которые частично попадают в границы области. Например, при регистрации владельцев собственности в округе в процессе районирования вам необходимо выбрать участки, частично попадающие внутрь 300-футового буфера.



Участки, расположенные внутри 300 -футовой зоны.

Вам может понадобиться только определенная часть величин, рассматриваемых в пределах заданной области. Например, если вы хотите знать долю каждого типа ландшафта, попадающую внутрь области, можете с помощью ГИС наложить исследуемую область на интересующие типы ландшафтов. Вы увидите только те части ландшафтных элементов, которые попадают внутрь данной области и рассчитаете их долю от общей площади каждого типа.



Три пути определения объектов внутри области

Нанесение исследуемой области на карту поверх исследуемых объектов - быстрый и простой способ увидеть, что в нее попадает. Однако, это можно сделать и иначе, получив дополнительную информацию в виде перечня объектов или итоговой статистики.

ВИЗУАЛЬНОЕ СОПОСТАВЛЕНИЕ ГРАНИЦ ОБЛАСТЕЙ И ОБЪЕКТОВ

Вы создаете карту, одновременно отображая на ней границы области и объекты. Уже это позволяет оценить, какие объекты попадают внутрь, а какие остаются снаружи области.

Когда это применимо

Этот подход хорош для зрительной оценки взаимного расположения одного или нескольких объектов и одной области.

Что для этого необходимо

Все, в чем вы в этом случае нуждаетесь - набор данных, содержащий границы области и набор данных, содержащий объекты.



Площадь затопления, отрисованная поверх земельных участков.

ПОСТРОЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ЗАПРОСА

Вы строите пространственный запрос, в котором определяете область и слой, содержащий объекты, а ГИС, в свою очередь, выбирает совокупность объектов внутри данной области.

Когда это применимо

Этот подход хорош для получения перечня или суммы значений объектов, расположенных в пределах одной или нескольких областей, воспринимаемых, как одна. Это также удобно для оценки содержимого буферных зон, построенных от объекта.

Что для этого необходимо

Вам необходим набор данных, содержащий области и набор данных с объектами и их атрибутами, которые предполагается оценивать



Участки, выбранные с использованием пространственного запроса.

АНАЛИЗ МЕТОДОМ НАЛОЖЕНИЯ СЛОЕВ

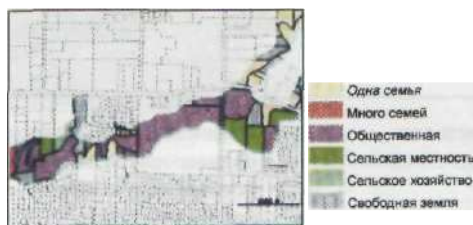
ГИС может автоматически оценить области пересечения объектов и исследуемых территорий, полученные в результате наложения слоев карты, и вынести результаты оценки в новый слой, содержащий атрибуты обоих. Возможно также вычисление итоговой статистики по ходу сопоставления.

Когда это применимо

Этот подход хорош для обнаружения объектов данного типа сразу в нескольких областях или выяснения доли объектов, попадающих в заданные области.

Что для этого необходимо

Необходимы данные, содержащие области и объекты с необходимыми атрибутами.



Landuse	# of Parcels	Total Sq Ft
Agriculture	1	81046
Multi Family	1	137099
Public	11	1450742
Rural	6	420247
Single Family	43	788642
Vacant	20	814649

Площадь затопления наложена сверху на земельные участки, чтобы выяснить затопленную площадь каждого участка.

СОПОСТАВЛЕНИЕ МЕТОДОВ

Метод	Когда это применимо	Типы объектов	Компромиссы
Визуальное сопоставление границ области и объектов	Для визуальной оценки объектов, попадающих в определенную область.	Точки, линии, полигоны, поверхности.	Быстрый и простой метод, но визуальный подход не позволяет оценивать атрибуты объектов, расположенных внутри области
(Построение пространственного запроса	Получение перечня или суммы объектов внутри области	Точки, линии, полигоны	Хорош для оценки содержимого одной области, но не может одновременно проанализировать несколько областей (если они не трактуются как одно целое). ;
Анализ методом наложения слоев.	Количественная оценка полного или частичного попадания объектов в пределы различных областей.	Точки, линии, полигоны, поверхности.	Эффективен во всех приведенных случаях, однако требует значительно больших усилий для реализации.

ВЫБОР МЕТОДА

При выборе метода руководствуйтесь следующими принципами:

Если ваша задача - определить, какие объекты попали в пределы одной области - просто нанесите совместно область и объекты на карту.

При необходимости получить перечень или сумму объектов, полностью или частично попадающих в границы области - воспользуйтесь возможностями пространственного запроса данных.

Наложением областей и объектов можно воспользоваться в случаях, если:

Вы имеете совокупность областей и необходимо проанализировать каждую.

Вы имеете одну область, но в задачу входит получение перечня или обобщенного значения объектов, попадающих только в определенную ее часть.

Вы имеете одну область, но речь идет об обработке непрерывных величин.

Визуальное сопоставление

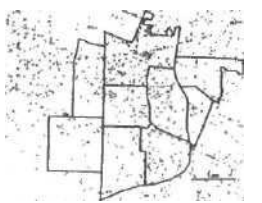
Иногда весь необходимый анализ ограничивается созданием и просмотром карты. Наложив на карту необходимые области поверх исследуемых объектов, вы можете визуально оценить, какие дискретные объекты попадают в ее пределы или какие классы непрерывных величин она содержит.

СОЗДАНИЕ КАРТЫ

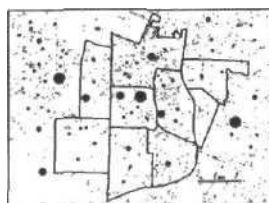
Суть этого метода в создании карты, на которой легко определяется пространственное соотношение объектов и области.

Точки и линии

Если вы анализируете местоположения точечных или линейных объектов, есть смысл отображать их, используя один символ или назначая символ для каждой категории или количественного диапазона. Полезно также отобразить границу области поверх всех слоев толстой линией. Если на карту выносятся сразу несколько областей, нужно обозначить их так, чтобы пользователи карты могли опознать каждый. Чтобы области лучше отличались, вы можете оттенить их.

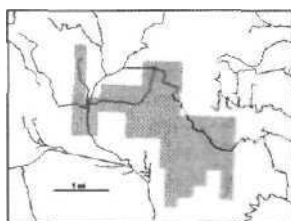


Все обращения в службу спасения (9-11)



● Пожар
● Взрыв
■ Медицинские
• Утечка газа
• Полиция
• Дым
• Разное

Обращения в службу спасения, расцветоченные по типу



Дороги внутри защищенной области

Дискретные области

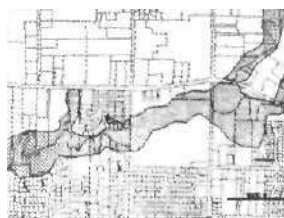
Если вам необходимо определить, какие дискретные области, например - земельные участки, попадают в пределы какой-либо области, например - площади затопления, есть *несколько* вариантов отображения. Эти варианты зависят от того, на что именно вы хотите обратить внимание - на положение объектов, находящихся в пределах области или на положение самой области:

- Если пространство внутри области осветлить, а границы объектов наложить сверху, станут хорошо различимы объекты или группы объектов, попадающие внутрь.



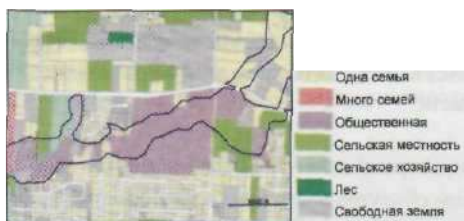
Нанесение границ участков поверх заштрихованной площади затопления подчеркивает положение каждого участка относительно площади затопления.

Заливка внешней области полупрозрачным цветом или штриховкой (например, диагональной) поверх границ участков подчеркивает пространственное положение самой области.



Нанесение заштрихованной площади затопления поверх участков подчеркивает положение площади затопления.

В случае обозначения дискретных участков в соответствии с их классом или категорией отобразите внешнюю границу области жирной линией, а границы дискретных участков - тонкой, более светлого оттенка или другого цвета.

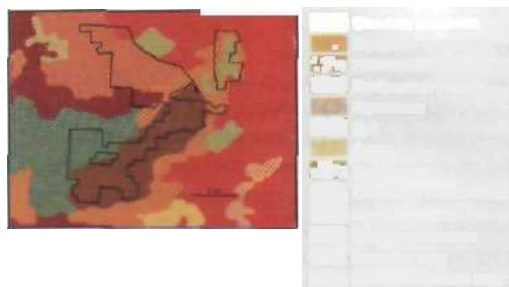


Нанесение границы площади затопления поверх участков, расцветочных соответственно типу землепользования, отражает характер землепользования внутри и снаружи площади затопления.

Если перед вами стоит задача обнаружения дискретных площадей, например, земельных участков, попадающих в пределы нескольких прилегающих областей, допустим, речных бассейнов, используйте противоположные оттенки или штриховки, чтобы отделить каждую область. Лучше к тому же промаркировать каждую из них. Удаление границ областей делает карту более простой и наглядной в случае отражения специальными символами типа или количественного показателя области (например, земельных участков, отрайонированных по оценочной стоимости).

Непрерывные объекты

Если вы отображаете на карте непрерывные данные, такие как почвы или рельеф, выделяя участки поверхности различными символами в соответствии с их категорией или количеством, то границу области или областей лучше разместить над поверхностью. Обычно границы области, в которой размещены непрерывные данные, помечаются тонкой серой линией, нанесенной на поверхность. Использование более толстой черной линии может сделать карту более контрастной.



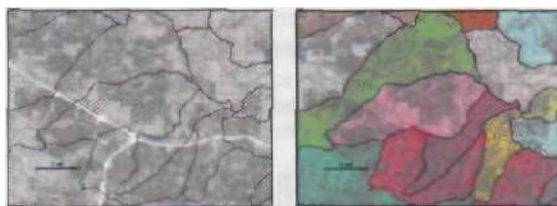
Щ Сельское хозяйство
- Городская территория
"С" Расчищенные участки
SBS8? Прибрежные участки
Горельники
Ш&Дуб
Сосна
тй? Ель Дугласа Ш^ С смешанные
вечнозеленые НИ Ель

ЦК Широколиственные
ЯШ Западная тсуга

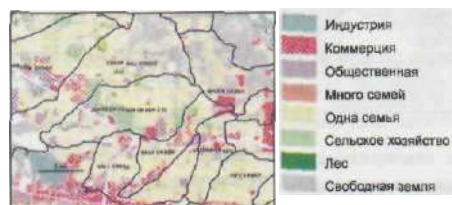
м-

НЯ Западный красн

Если вы наносите на карту одну область, ее можно выделить с помощью толстой линии границы, полупрозрачной заливки или штриховки. Выделенная граница подчеркивает то, что находился внутри, в то время как затенение подчеркивает размеры и форму области. Вы можете также экранировать объекты, расположенные снаружи области. Этот прием также облегчает восприятие того, что находится в ее пределах.



Оконтуривание или оттенение территорий речных бассейнов помогает лучше различать их.



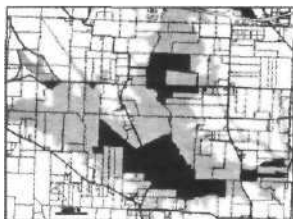
Отрисовка линий водоразделов совместно с земельными участками, обозначенными в соответствии с характером землепользования, поможет увидеть доминирующие типы в пределах каждого речного бассейна.



Три способа отображения границ участков с различными типами почв: Оконтуривание подчеркивает типы почв, которые находятся внутри; затенение выделенной области подчеркивает ее пространственное положение и форму, экранирование наружной части области локализует внимание на том, что попадает внутрь данного ее фрагмента.

Построение пространственного запроса

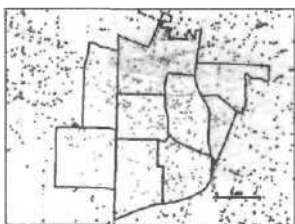
Пользуясь этим методом, вы оцениваете взаиморасположение объектов и областей, в которые они попадают. ГИС автоматически проверяет местоположение каждого объекта и помечает те из них, которые соответствуют условию запроса. Объекты, выделенные таким образом, получают соответствующую подсветку строк в атрибутивной таблице слоя. Вы можете использовать ее, чтобы получить перечень или подсчитать общее количество объектов. Вы можете также обобщить их атрибуты.



Участки внутри площади, затопляемой раз в 100-лет.

Parcel ID	Land Value	Bldg Value	Acres
2N4250002100	10900	0	5.45
2N4260D01500	55250	118780	0.00
2N4320600200	0	0	26.94
2N4250002500	42200	27490	1.17
2N4320000100	0	0	14.60
2N4250002001	59950	51240	0.79
2N4260D02200	66300	213660	0.00

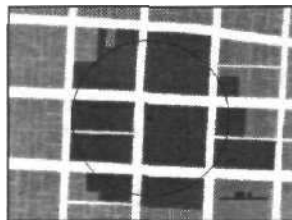
Вы можете также использовать данный метод при анализе совокупности областей, трактуемых как одна. Например, вы хотели бы получить перечень обращений в службу спасения из нескольких смежных районов, или подсчитать стаи орлов внутри нескольких государственных парков. Однако, таким путем ГИС не сможет определить, какой объект какой области принадлежит, отмечая лишь принадлежность к данной группе областей.



Звонки в службу 911 по соседним районам.

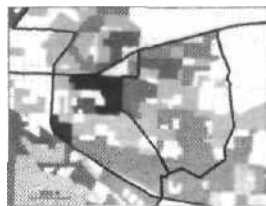
Case #	Date	Type
98005399	3/03/98	CFIRE
98004738	2/23/98	UND3
98010458	4/30/98	CFIRE
98012512	5/24/98	TAB1

Пространственный выбор - также быстрый способ выяснить, какие объекты находятся в пределах заданного расстояния от других объектов. Например, вам необходим перечень людей, постоянно живущих не далее 500 футов от ресторана, для получения лицензии на торговлю спиртным. Вы задаете местоположение ресторана, подключаете слой распределения жителей района и указываете расстояние (500 футов); ГИС решает данную задачу.

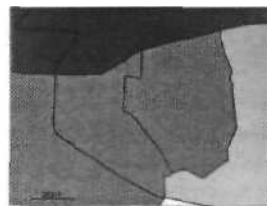


Участки внутри 500 футовой зоны от ресторана, запрашивающего лицензию на торговлю спиртным.

Если ваши данные агрегированы по площади, можно суммировать их в пределах общей границы изучаемых площадей. Например, если у вас имеется количество учащихся средней школы по каждому кварталу, вы можете найти общее их количество по району,



0 - 60
61 - 194
195 - 440
441 - 921
922 - 2008



1016 - 2620
2620 - 4241
4241 - 5424
5424 - 8830
8830 - 9595

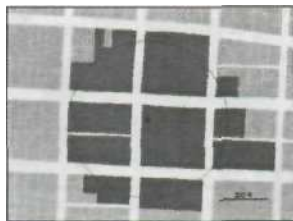
Количество учащихся в районе

используя данные соответствующих кварталов.

Суммарное количество учащихся по кварталам. Вы можете найти общее количество учащихся в каждом районе, суммируя данные входящих в него кварталов.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

С помощью ГИС вы можете составить отчет по результатам анализа. Например, составить перечень собственности, расположенной не далее 500 футов от проектируемого магазина, в форме сообщения резидентам.



Участки внутри 500 футовой зоны от проектируемого магазина.

TLID	SITEADDR	LANDUSE
IN231CD07400	554 E MAIN ST	MFR
IN231CD07300	566 E MAIN ST	MFR
IN231CD07201	574 E MAIN ST	MFR
IN231DC05000	614 E MAIN ST	SFR
IN231DC05001	622 E MAIN ST	SFR
IN231DC04900	634 E MAIN ST	SFR
IN231DC04800	650 E MAIN ST	SFR
IN231DC04700	663 E MAIN ST	MFR
IN231CD07200	105 SE 6TH AV	SFR
IN231DC05100	132 SE 6TH AV	SFR
IN231DC05200	142 SE 6TH AV	SFR

Вы можете также создавать статистические обобщения, используя инструментальные средства ГИС или программы, работающие с электронными таблицами. Приведем примеры наиболее известных обобщений:

Общее число

Общее число - это количество объектов, расположенных внутри области, например, количество предприятий в округе.



Count 887

Общее число предприятий « округе.

Частота

Частота - это количество встреченных объектов с определенной или попадающей в нужный диапазон величиной, показанное в таблице. Пример частоты - количество предприятия каждого типа из числа окружения. Частота может также быть показана в виде диаграммы (для собственных значений) или круговой диаграммы (в процентах).



Количество предприятий каждого типа в пределах заданного окружения.

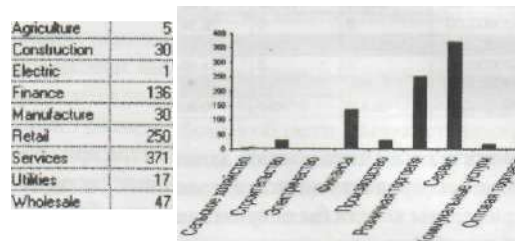
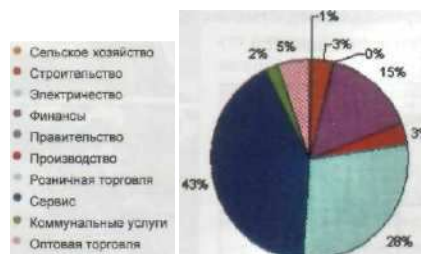


Диаграмма показывает относительное количество предприятий каждого типа



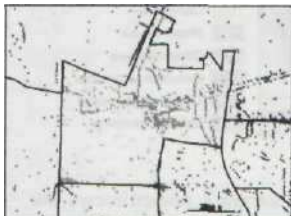
Круговая диаграмма показывает, какой процент от целого составляет каждый тип предприятия. В данном случае 43 процента предприятий представляют сферу услуг.

Обобщение числовых атрибутов

Наиболее известные обобщения:

- * Сумма. Это может быть общее количество, например общее числа рабочих на предприятиях данного окружения, или общее количество по категории, например, общая площадь земли в акрах для каждого типа землепользования, попадающего в возможную площадь затопления.

Sun 9615



Общее число рабочих, занятых в производстве на окрестных предприятиях.



Сельское хозяйство
Строительство
Электричество
Финансы
Правительство
Производство
Розничная торговля
Сервис
Коммунальные услуги
Оптовая торговля

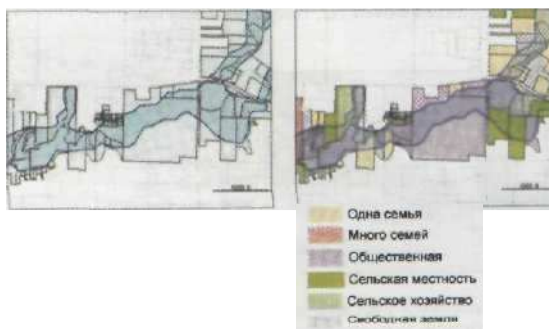
Type	# of
Agriculture	~100
Construction	268
Electric	..??
Finance	..???
Manufacture	дѣ^
Retail	2844
Services	238
Utilities	237
Wholesale	237

Количество рабочих для каждого типа предприятия. Сравнивая эту таблицу с показанной на предыдущей странице, вы можете заметить, что в розничной продаже задействовано большее количество людей.

Среднее значение. Это - сумма значений атрибутов, деленная на общее количество объектов, например - среднее количество рабочих в каждом предприятии заданного окружения. Помните, что аномально высокие и аномально низкие значения могут искажать значение среднего.

- Медиана. Это - величина, обозначающая середину диапазона значений атрибута (половина объектов имеет значение выше этого, половина - ниже). К примеру, половина предприятий в окружении имеет количество рабочих больше данной величины, а половина - меньше ее.
- Стандартное отклонение. Это, по существу, отклонение значения конкретного атрибута от среднего значения по выборке. Стандартное отклонение дает представление о том, насколько хорошо сгруппированы значения.

В дополнение к докладу или итоговой статистике полезно показать карту, отображающую расположение объектов. Если необходимо сосредоточиться только на том, что попадает внутрь области, можно показать только эти объекты. Однако, для создания представления об общей картине распределения лучше показать и объекты окружения. Если вы все же наносите на карту только избранные объекты, можно использовать для их отображения оттенки одного цвета или определять цвет в зависимости от значения атрибута. Например, можно закрасить земельные участки в соответствии с классом землепользования. Нанесение границ площадей также является желательным.



Участки, хотя бы частично попадающие внутрь площади затопления

Участки, заштрихованные в соответствии с классом землепользования

Если вы отображаете все объекты, выделяя те, что попадают внутрь области, имеется возможность;

- * Объекты, попадающие внутрь и наружу области обозначить разными цветами (внешние - более бледными оттенками). Это даст возможность визуально различать их.



Отображение всех участков с выделением более ярким оттенком тех, которые попадают внутрь, обеспечивает лучшее понимание ситуации.

- * В случае построения тематической карты, на которой цвета выделенных объектов меняются в зависимости от значения атрибута, остальную часть объектов отображают одним цветом. Для наглядности внешние дискретные области можно отобразить *контурами* без заливки. Тем самым выделятся объекты, попавшие внутрь.



Все выделенные участки обозначены в соответствии с категорией землепользования

Если тематическая раскраска в зависимости от значения атрибута необходима всем отображаемым объектам, внешние объекты сделайте более бледными. Это сделает карту более информативной относительно положения объектов.



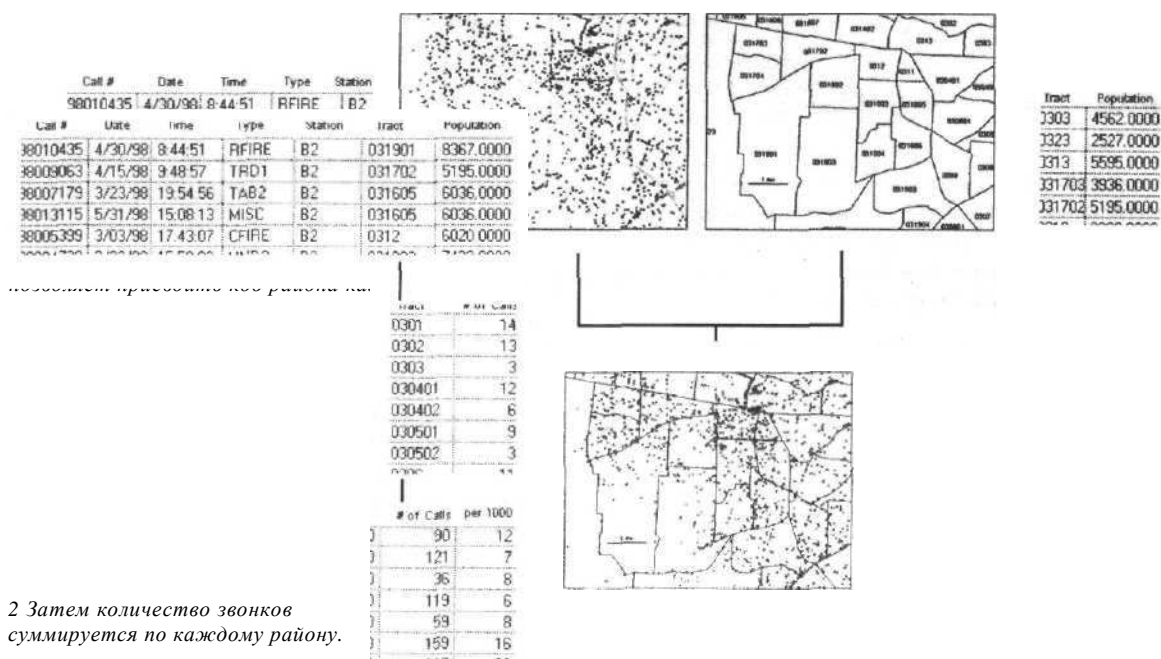
Всем участкам назначены цвета в зависимости от категории землепользования, но те, которые попадают на затопляемую территорию высвечены.

Анализ методом наложения слоев

Этот метод позволяет определять дискретные объекты, попадающие внутрь заданных областей с тем, чтобы суммировать их значения, вычислять долю каждой категории или класса среди всех областей или обобщать непрерывные величины внутри одной или нескольких областей.

НАЛОЖЕНИЕ ОБЛАСТЕЙ НА ДИСКРЕТНЫЕ ОБЪЕКТЫ.

ГИС соотносит каждый объект с кодом области, в которую тот попадает и присваивает его в виде атрибута каждому объекту. Таким образом, легко получить перечень объектов или сумму атрибутов, имеющих общий код области. Так как атрибуты постоянно хранятся в таблице данных объекта, можно делать любое количество обобщений. На диаграмме внизу показан процесс подсчета на карте звонков в службу спасения на 1,000 человек по районам.



3 Итоговое значение появляется в таблице районов.

4 Количество звонков делится на общее количество населения и умножается на 1,000, чтобы получить звонки на 1,000 человек.

Tract	Population
030501	4684.0000
031006	5690.0000
030502	3298.0000
031803	4996.0000
031004	5747.0000
0309	3873.0000



Что делает ГИС

ГИС оценивает местоположение объекта и присваивает идентификатор области к его атрибутивной строке в таблице слоя.



Звонки в службу спасения по районам.

Call #	Date	Time	Type	Station	Tract	Population
98010435	4/30/98	8:44:51	RFIRE	B2	031901	8367.0000
98009063	4/15/98	9:48:57	TRD1	B2	031702	5195.0000
98007179	3/23/98	19:54:56	TAB2	B2	031605	6036.0000
98013115	5/31/98	15:08:13	MISC	B2	031605	6036.0000
98005399	3/03/98	17:43:07	CFIRE	B2	0312	6020.0000
98004786	3/23/98	15:58:03	MISC	B2	031203	7132.0000

Если линия или площадной объект попадают сразу в несколько областей, ГИС разделяет такой объект по границе пересечения, создавая новые объекты в новом наборе данных. Каждый новый объект имеет те же атрибуты области, что и исходный.

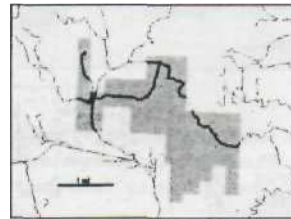


Участки шоссе в пределах каждого речного бассейна

Hwy ID	Length	Watershed
617	52140.30420	MILK CREEK
617	8766.39146	MOLALLA RIVER LOWER
583	550.38252	BIG CREEK / GNAT CREEK
583	445.50424	BIG CREEK / GNAT CREEK

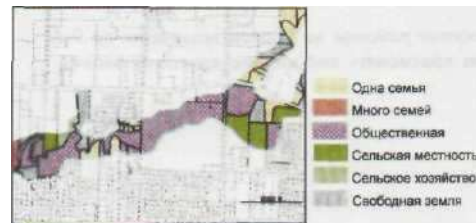
Использование результатов

Если вы накладываете только одну область, можно воспользоваться тем же видом анализа, который применялся бы при пространственном запросе. Для линий или областей, однако, можно получить в результате лишь часть объекта, попадающую в область. Например, можно вычислить длину пути только в пределах государственного парка или процент от площади каждого участка, попадающей в зону затопления.



Sum
33404.458
Count 12

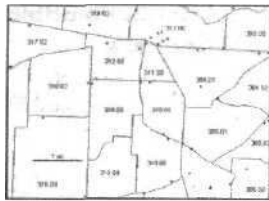
Общая длина дорог внутри заповедника.



Процент затопленной части от общей площади каждого участка.

Parcel ID	Total Area	Flood Area	% Flood Area	Landuse
1N2340004204	105250.328	33950.203	32.3	Single Family
1N2340004700	79810.703	35784.797	45.4	Vacant
1N235C801200	104142.078	65856.688	63.2	Single Family
1N235C801000	73228.562	52819.656	72.1	Vacant
1N235C801000	72150.734	2499.600	10.7	Single Family

Если вы накладываете несколько областей на большое количество объектов, есть возможность обобщить объекты по областям. Например, вам необходимо узнать количество бакалейных лавок на душу населения в каждом районе. В этом случае вы сначала суммируете записи в таблице данных, имеющие общий код района. Затем присоединяете эти значения в новое поле атрибутивной таблицы районов, предварительно разделив его на количество жителей в каждом районе, как показано ниже.



1. Наложите границы районов на точки расположения бакалейных лавок с целью присвоения кода района переписи каждому магазину.

2. Подсчитайте

Store	SIC	Tract	Population
Han Kuk Market	5411	312.00	6160
Daehan Oriental Foods & Gifts	5411	304.01	4013
Walmart	5411	304.01	4013
Kienows Food Stores	5411	304.01	4013

количество магазинов в каждом районе.

Tract	Population	Tract	# of Stores
303.00	4719	303.00	2
304.01	4013	304.01	5
304.02	3900	304.02	1
305.01	4947	305.01	1
305.02	3536	305.02	2

Tract	Population	# of Stores
301.00	8273	
314.01	10263	2
316.06	4112	1
316.07	5077	1
314.02	1052	2
303.00	4719	2
313.00	5879	8

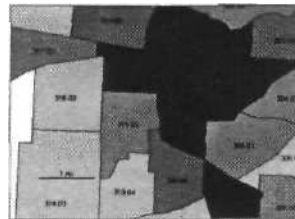
3. Присоедините итоговую табл. 4. Для каждого района разделите количество бакалейных лавок на население и умножьте результат на 1,000, чтобы получить количества магазинов на 1.000 человек.

Tract	Population	# of Stores	Stores per 1000
301.00	8273		
314.01	10263	2	0.2
316.06	4112	1	0.2
316.07	5077	1	0.2
314.02	1052	2	1.9
303.00	4719	2	0.4
313.00	5879	8	1.4



0.1 - 0.2
0.2 - 0.4
0.4 - 0.6
0.6 - 1.5
1.5 - 1.9

Вы можете также суммировать данные по категориям, чтобы оценить, например, количество предприятий каждого типа в каждом районе или общее число служащих на квадратную милю. При обобщении числовых величин в пределах области важно отобразить изменения (например - в размере или количестве населения). С этой целью необходимо разделить исследуемую величину на площадь или население данной области. В главе 3 «Анализ распределения числовых показателей» обсуждаются способы сопоставления областей.



Количество рабочих на квадратную милю в каждом районе.

0 - 21 23 - 54

IPM55- 105
ШШ106-151
^Ш152-422

Tract	Sq Mi	Workers	Workers per Sq Mile
314.02	1.6	216	137
302.00	1.8	154	86
303.00	1.2	150	120
313.00	1.4	599	422

Если вы накладываете область на данные, агрегированные по площади (например - наложение площади затопления на районы), необходимо удостовериться, что районы, по которым обобщены данные, полностью попадают в зону затопления. В противном случае вы допустите ошибку, взяв в расчет величину, полученную по всему району применительно к его части. Вы не можете пропорционально разделить обобщенную величину соответственно площади новых объектов. Предположим, что 50 процентов исследуемого района находятся внутри площади затопления. Арифметическое деление количества населения на 2 не может гарантировать правильный результат, поскольку большая часть людей может жить как раз в незатапливаемой части района.



Площадь затопления и количество населения в районах.

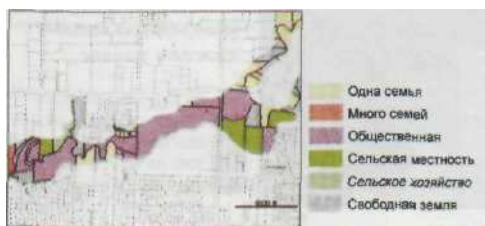
общенное по районам.
0Н
12-26
29-65
66-113
111 - 290

Tract	Block	Total Area (Sq Ft)	Flood Area (Sq Ft)	% Flood Area	Pop
0333	239	20565456 000	12325147 5000	60	20
0327	249	3194687 250			8

Создание карты

Если вы исследуете одну область, объекты наносятся на карту примерно так, как описывалось выше при рассмотрении пространственного запроса.

Если рассматриваются линейные и площадные объекты, возможен вариант их частичного попадания в исследуемую область. Если существует необходимость цветами символизировать категорию или класс объекта, отобразите наружную часть объектов более бледным оттенком.



Оттенение части каждого района, попадающей внутрь площади затопления. Цветовая гамма участков подобрана в соответствии с типом землепользования.

Затенение всех участков землепользования и осветле-

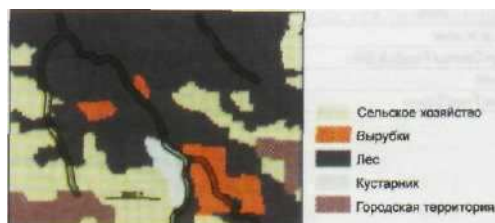


ние тех из них, которые попали в зону затопления. Таким образом, показано землепользование внутри и вне зоны затопления.

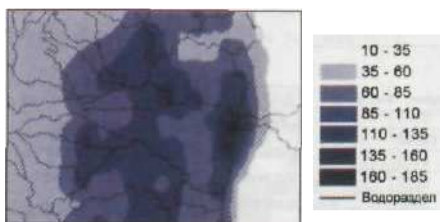
Если вы суммируете элементы по области, в зависимости от типа обобщаемых данных выбирается вариант отображения. Выбор оптимального варианта описан в главе 3 "Построение карт по числовым критериям".

НАЛОЖЕНИЕ ОБЛАСТЕЙ НА НЕПРЕРЫВНЫЕ КАТЕГОРИИ ИЛИ КЛАССЫ ДАННЫХ.

ГИС суммирует количество объектов по каждой категории или классу, попадающих внутрь одной или нескольких областей. Результат можно отобразить в виде карты, таблицы или диаграммы.



Наложение 200-футового буфера, окружающего водотоки, на растительный покров, представленный непрерывной категорией.



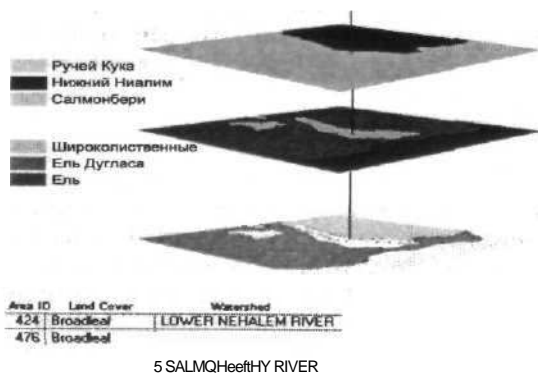
Распределение дождевых осадков по бассейнам водосбора. Количество осадков представлено в классах.

Что делает ГИС.

ГИС дает возможность использования векторного или растрового метода наложения областей на непрерывные категории или классы данных. Иногда вы располагаете только одним из этих методов, в то время как многие ГИС позволяют сделать оптимальный для данного случая выбор.

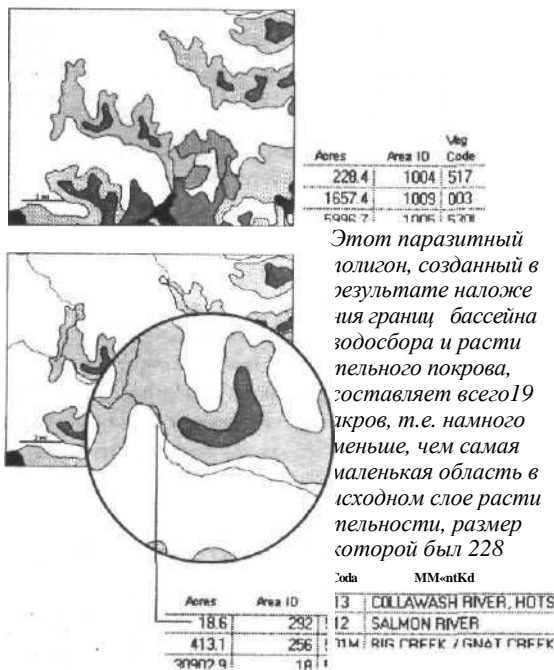
Векторный метод

ГИС разделяет категории или устанавливает границы класса путем пересечения сопоставляемых областей и создания нового набора данных, в котором каждой результирующей области присвоены атрибуты обеих исходных. Этот процесс ничем не отличается от описанного в предыдущем разделе "Наложение областей на дискретные объекты". Затем, вы используете таблицу данных нового слоя для того, чтобы суммировать атрибуты объектов каждого класса в каждой области.



Через область леса проходит граница бассейна водосбора, поэтому ГИС делит эту область, создавая новые в пределах границ каждого бассейна водосбора.

Когда области накладываются на области, часто в местах небольших смещений границ возникают очень маленькие полигоны, называемые паразитными. Чтобы упростить и ускорить последующие вычисления необходимо слить их с одной из соседних больших областей. ГИС располагает инструментальными средствами, чтобы автоматизировать этот процесс. Какие полигоны можно считать паразитными зависит

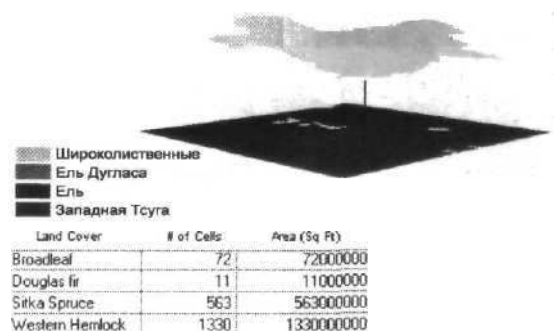


акров.

от ваших данных. Хотя имеются некоторые руководящие принципы:

- Любые области с площадью меньшей, чем самая маленькая область в любом исходном наборе данных (иногда называемой "минимальной единицей картографирования") должны рассматриваться как потенциальный паразитный полигон. Минимальная единица картографирования - это самая маленькая область, которая может быть идентифицирована как уникальная область на поверхности земли (для данного масштаба исследований - прим. перевод.) Любая область, имеющая еще меньшие размеры, не принимается в расчет.
- Оцените точность ваших данных. Если вы знаете, что граница проведена с точностью до 10 футов, то область, полученная в результате наложения и имеющая ширину 8 футов скорее всего не может приниматься в расчет.
- Оптимальным является подход, при котором вначале автоматически удаляются явно маленькие участки, затем, вручную проверяются любые оставшиеся, вызывающие подозрения небольшими размерами. Вы можете использовать ГИС для их автоматического устранения или удалить их вручную.

В процессе вычисления площади каждого типа растительного покрова в пределах бассейна водосбора



ГИС умножает число ячеек каждого типа на площадь ячейки (здесь - 1,000,000 квадратных футов).

Растровый метод.

Когда вы совмещаете слои раstra, ГИС сопоставляет каждую ячейку анализируемой области с соответствующей ячейкой слоя, содержащего категории. Затем подсчитывается число ячеек каждой категории внутри каждой области, вычисляется площадь полученных элементов путем умножения числа ячеек на их площадь, а результаты представляются в таблице.

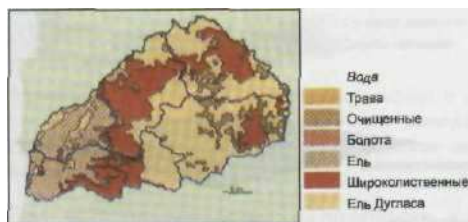
Что использовать - вектор или растр?

Векторное отображение обеспечивает более высокую точность измерения площади, но требует большего времени для предварительной подготовки и последующей обработки, состоящей в устранении паразитных полигонов и определении значения каждого класса в каждой области.

Растровый метод в данном случае более эффективен, поскольку площади определяет автоматически, хотя и с точностью, соизмеримой с размером ячейки.

Маленький размер ячейки дает более точные результаты, но требует больших затрат дискового пространства и вычислительных ресурсов. При сопоставлении раstra исчезает проблема оценки паразитных полигонов, что также ускоряет и упрощает процесс анализа в ГИС.

Поскольку растровые методы часто бывают более эффективны для получения конечного результата, некоторое программное обеспечение ГИС предоставляет возможность быстрого преобразования векторных данных в растровые и наоборот.



Растительный покров в пределах речных бассейнов.

В процессе растрового анализа ГИС автоматически создает таблицу такого типа:

Watershed	Water	Beach Grass	Cleared	Saltmarsh	Sitka Spruce	Broadleaf	Douglas fir
MIDDLE NEHALEM RIVER	0.000	0.000	585236877.35	0.000	0.000	1444718477.4	2863577651.0
LOWER NEHALEM RIVER	0.000	0.000	124532963.43	0.000	304867582.62	2773070087.4	1752308092.0
NORTH FORK NEHALEM RIVER	0.000	0.000	72133847.674	0.000	1916310519.3	127935503.42	597486021.30
UPPER NEHALEM RIVER	0.000	0.000	1041177235.3	0.000	0.000	623345325.18	4556001039.4
SALMONBERRY RIVER	0.000	0.000	78256419.647	0.000	14290667.936	552933509.50	1337138213.9
COOK CREEK / LOWER NEHALEM RIVER	72133847.674	57942179.739	0.000	27220319.877	1898617311.4	930934939.79	77577911.650

Площадь каждого типа растительного покрова в пределах каждого речного бассейна, полученная в результате наложения слоев.

Использование результатов

Чтобы увидеть и проанализировать результаты сопоставления вам понадобится внести в таблицу перечень величин площадей каждого класса, попадающих внутрь каждой области.

Если вы сопоставляете методом наложения векторные данные, то в результирующих элементах значение каждой вышележащей области будет присоединено к значению нижележащей. Чтобы получать обобщенное значение каждого класса в каждой области необходимо суммировать значения элементов данного класса для каждой области. Вы можете сделать это, используя код области или класса, а также, назначив поле для суммирования площади. Например, вы определили название речного бассейна и код растительности как идентификаторы, а поле площади назначили для суммирования. В результате вы получите перечень каждой уникальной комбинации речного бассейна и типа растительности с подсчитанной площадью территории, на которой она встречена.

Watershed	Land Cover	Area (Sq Ft)
COOK CREEK / LOWER NEHALEM RIVER	Beach grass	58416213
COOK CREEK / LOWER NEHALEM RIVER	Saltmarsh	27965554
COOK CREEK / LOWER NEHALEM RIVER	Sitka Spruce	1907418261
COOK CREEK / LOWER NEHALEM RIVER	Broadleaf	923613244
COOK CREEK / LOWER NEHALEM RIVER	Douglas Fir	75559646
LOWER NEHALEM RIVER	Cleared	125007672
LOWER NEHALEM RIVER	Sitka Spruce	307656023
LOWER NEHALEM RIVER	Broadleaf	2767003921
LOWER NEHALEM RIVER	Douglas Fir	1757032484
MIDDLE NEHALEM RIVER	Cleared	582739056

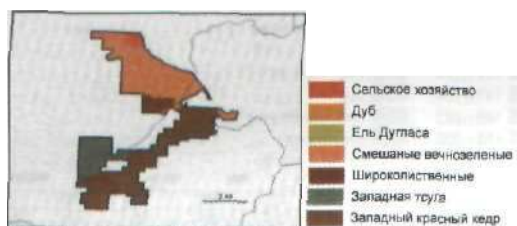
Площадь каждого типа растительности (в кв. футах) подсчитана в пределах каждого речного бассейна в результате векторного наложения.

Затем результат можно преобразовать в виде файла, который имеет одну строку для каждой области и колонку для значений каждого класса. Это легко сделать средствами электронных таблиц. Можно также выбрать все строки, имеющие определенное значение класса и создать новую таблицу, присоединив к нему значение анализируемой области. Данную операцию можно проделать для каждого значения класса.

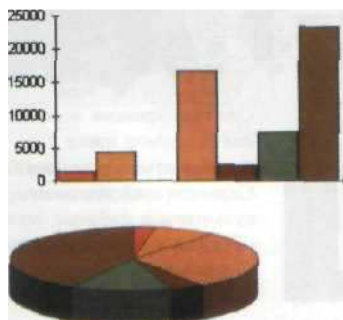
Если вы уже получили итоговую таблицу, может возникнуть необходимость вычислить процент попадания *каждого класса в пределы* каждой области, чтобы сравнивать области на основе относительных величин. Особенно это важно в случае сопоставления областей различного размера. Например, вы хотите сравнить речные бассейны по степени залесенности. Чтобы сделать это, прибавьте новое поле к имеющемуся полю класса в таблице и вычислите искомое значение, разделив площадь занимаемую каждым классом в пределах данной области на общую площадь области. Круговые и столбчатые диаграммы хорошо отображают процентное содержание. Однако, не хуже это выглядит и на карте, когда процентным содержанием помечен каждый класс в пределах исследуемой области. Чтобы показать результат вы можете предоставлять информацию в таблице, присоединять к этой таблице данные, вмещающей области или использовать карты.

Одна область и множество категорий.

Если вы исследуете количество элементов каждого класса, попавших внутрь одной области, можно по табличным данным создать диаграмму, показывающую величину каждого класса в области, или круговую диаграмму, отражающую долю данного присутствия.



Растительный покров заповедника.



Столбчатая диаграмма показывает количества каждого типа растительного покрова, в то время как круговая - процент содержания каждого типа.

Много областей с единственным классом объектов.

Если вы рассматриваете единственный класс в каждой из отдельных областей, сравнить эти области можно с помощью простой диаграммы. Вы можете также построить отображение на основе данного сопоставления. Например - отобразить каждый речной бассейн в зависимости от его степени залесенности.

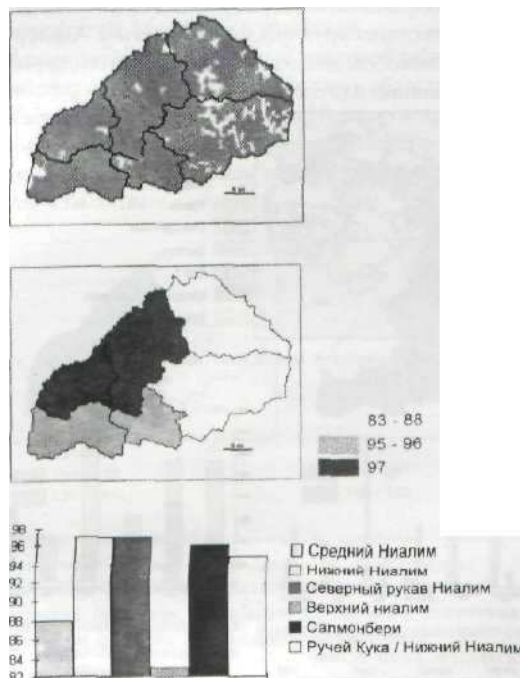
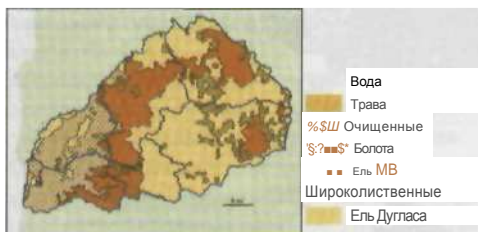


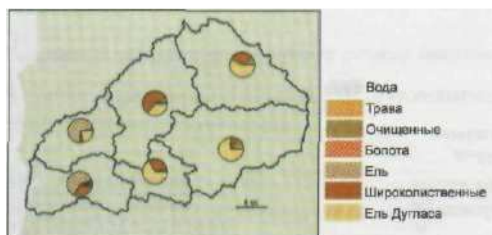
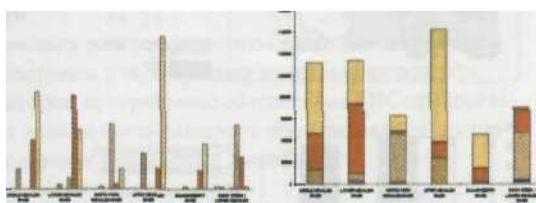
Диаграмма дает возможность оценить процент залесенности каждого речного бассейна.

Несколько областей и множество категорий.

Если вы рассматриваете каждый класс в каждой области, можно создать диаграмму в виде многократно повторяющихся сомкнутых стержней. Конечно и карта дает возможность графически отразить структуру каждой области - то есть увидеть количество каждого класса в данной области, а также сопоставить области по обобщенным показателям классов. Однако, данный метод эффективен лишь для небольшого количества классов и областей. Иначе карта станет трудной для восприятия. Альтернативным способом анализа является метод создания сгруппированных или сложенных диаграмм.



Растительный покров в пределах каждого речного бассейна.



Круговые диаграммы показывают процент содержания каждого типа растительности в пределах речного бассейна.

Сгруппированная диаграмма показывает количество каждого класса растительности в пределах каждого речного бассейна, что наглядно отражает присутствие каждого класса.

Сложенная диаграмма показывает относительное распределение типов растительности в пределах каждого речного бассейна.

Вы можете также размещать круговую или столбчатую диаграмму прямо на карте в каждой характеризуемой области, хотя таким образом можно охарактеризовать лишь не очень большое количество областей и категорий.

Вначале необходимо убедиться, что карта достаточно большая, чтобы хорошо читаться. Вы можете использовать этот метод для выявления взаимосвязей на карте - определение вероятности совместного расположения предметов - без привлечения средств корреляционного анализа. Например, можно найти средний уровень осадков для каждого типа растительности, чтобы затем определить, не имеется ли связь между количеством осадков и типом растительности. В других условиях для выявления причинно-следственных связей такого типа понадобилось бы провести вероятностный анализ.



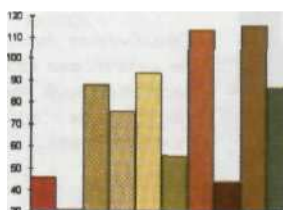
Количество осадков (дюймы в год) и растительный покров

Средний уровень осадков для каждого типа растительного покрова.



Сельскохозяйственные

Land Cover	Acres	Min	Max	Range	Mean	Std Dev
Agriculture	41946	0	90	90	90	8
Urban	4796	0	43	43	43	17
Beach grass	3640	75	98	23	23	6
Cleared	86516	46	168	122	122	28
Saltmarsh	2578	83	102	19	19	5
Ash/Cottonwood	3156	50	70	20	20	5
Spruce/Hemlock	249738	75	177	102	102	17
Oak woodland	11482	0	51	51	51	12
Broadleaf	328006	50	200	150	150	49
Douglas fir	518630	0	200	200	200	33

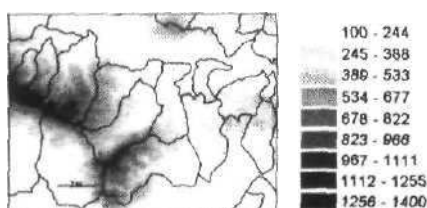


культуры и дубовые леса обнаруживаются в более сухих местах, чем хвойные.

СОПОСТАВЛЕНИЕ ДИСКРЕТНЫХ ОБЛАСТЕЙ С НЕПРЕРЫВНЫМИ ВЕЛИЧИНАМИ.

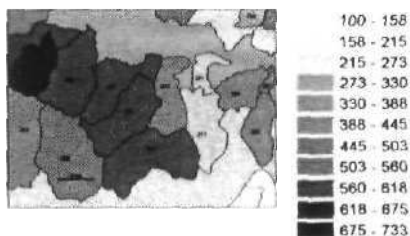
Если анализу подлежит слой с непрерывными значениями величины, например - поверхность рельефа, ГИС может суммировать значения и отобразить на карте или в таблице итоговую статистику для каждой области. Речь идет о подсчете среднего, предельных значений, разницы между минимальным и максимальным, среднеквадратичного отклонения и суммы.

Например, ГИС может подсчитать среднее превышение рельефа внутри каждого речного бассейна, попутно определив минимальное и максимальное превышение, диапазон их изменения и стандартное отклонение. Таким образом готовится материал для сопоставления исследуемых речных бассейнов.



Поверхность рельефа (в футах) и границы речного бассейна.

Wbthnhtd	Mn	M»	Rang»	U»i
SPRING BROOK CREEK	100.0000	1200.0000	1100	328
AYERS CREEK	200.0000	1400.0000	1200	843
MC FEE CREEK	200.0000	1359.6935	1160	452
HEATON CREEK	200.0000	1300.0000	1100	601
JACQUITH CREEK	200.0000	1400.0000	1200	687
BEGAN CREEK	110.7155	700.0000	500	265



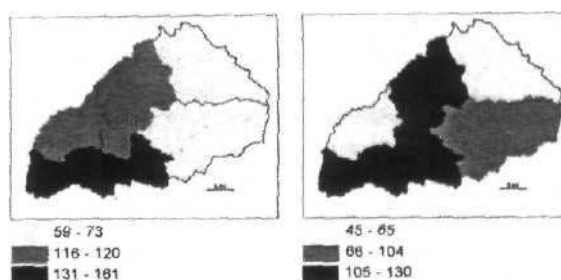
Классификация речных бассейнов по средней высоте рельефа.

Что делает ГИС.

ГИС, как и в прежних случаях, сначала определяет ячейки, попавшие в каждую область. После идентификации просчитывает статистику распределения исследуемой величины и присваивает соответствующее значение каждой ячейке раstra. Тот же процесс выполняется и в остальных областях.

Использование результатов

Чтобы провести сравнение областей по данным (итоговой статистики можно построить карту по результатам, занесенным в таблицу. Можно также внести данные итоговой таблицы в таблицу слоя областей и отобразить области соответственно любому ее значению. Некоторое программное обеспечение ГИС, например ArcInfo, позволяет автоматически создавать карту в процессе формирования таблицы.



Речные бассейны, окрашенные по среднему уровню осадков; в дюймах в год (слева), и диапазону их изменения в пределах бассейна (справа). Более широкий диапазон указывает на сильные изменения величины осадков по площади водораздела

Watershed	Min	Max	Range	Mean
MIDDLE NEHALEM RIVER	51	96	45	59
LOWER NEHALEM RIVER	60	190	130	116
NORTH FORK NEHALEM RIVER	97	162	65	120
UPPER NEHALEM RIVER	49	153	104	73
SALMONBERRY RIVER	95	200	105	161
COOK CREEK / LOWER NEHALEM	85	190	105	131

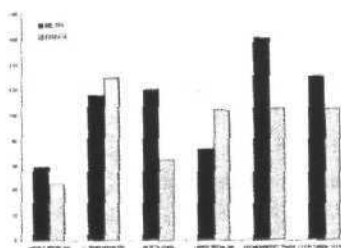


Диаграмма сравнивает средний уровень осадков с диапазоном его изменения. Речные бассейны с высоким средним значением и узким диапазоном изменения имеют достаточно стабильное количество осадков по площади.

6

Анализ окружения

Анализ окружения позволяет в пределах заданного расстояния оценить территорию, прилегающую к объекту или оценивать его пространственные изменения. Это дает возможность контролировать события, происходящие в заданном окружении, определять территорию воздействия или оценивать его последствия.

В этой главе:

- *Необходимость анализа окружения*
- *Постановка анализа*
- *Три способа оценки окружения*
- *Использование кратчайшего расстояния*
- *Измерение расстояния или затрат по сети*
- *Расчет затрат по поверхности*

Необходимость анализа окружения

Используя ГИС, вы можете определить, что находится в пределах установленного расстояния от объекта или оценить диапазон его пространственных изменений.

При определении того, что находится на определенном от объекта расстоянии идентифицируется область, на которую оказало влияние произошедшее событие или проводимая деятельность, а также содержащиеся в ней объекты. Например, при планировании города, возможно, потребуются оповестить всех, живущих в 500 футах, о новом магазине. Оценка окружающей территории на заданном расстоянии также позволяет контролировать деятельность в заданном районе. Например, государственный лесничий может контролировать заготовку и транспортировку леса, не допуская вырубку в 100-метровой зоне вдоль рек или ручьев.

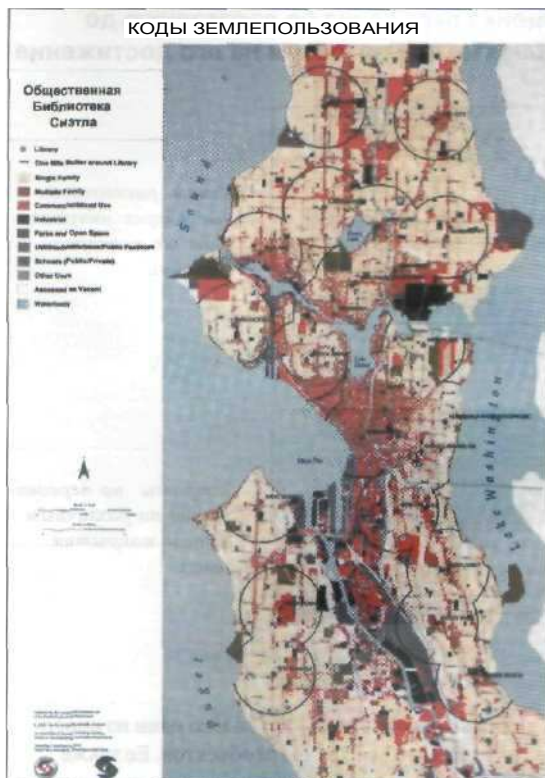
Диапазон пространственных изменений объекта измеряется с помощью таких понятий, как расстояние, время или затраты. Определение того, что попадает в диапазон перемещений или изменения объекта помогает определить зону воздействия. Главный пожарный инспектор может узнать, какие улицы находятся в трех минутах езды от пожарной станции, аналитик рынка розничных продаж может определить, сколько людей живет в пятнадцати минутах езды от предлагаемого места нового магазина. Знание того, что находится в зоне перемещения или изменения объекта дает возможность отобразить области, по различным причинам удобные или пригодные для специфического использования. Например, биолог, изучающий дикую природу, отображает на карте область, расположенную в полумиле от реки, а затем соотносит ее с типом вегетации, уклонами и другими факторами, чтобы обозначить предполагаемый ареал обитания оленей.

ГАЛЕРЕЯ КАРТ

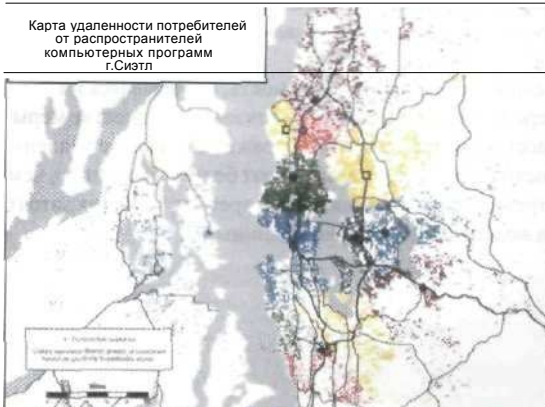
В департаменте пожарной охраны и спасения в г. Принс Уильям Каунти, штат Вирджиния, создана карта, показывающая районы, достижимые через 5, 10 и 15 минут езды от пожарных станций. При планировании новых станций данная информация помогала определять оптимальные места их строительства.



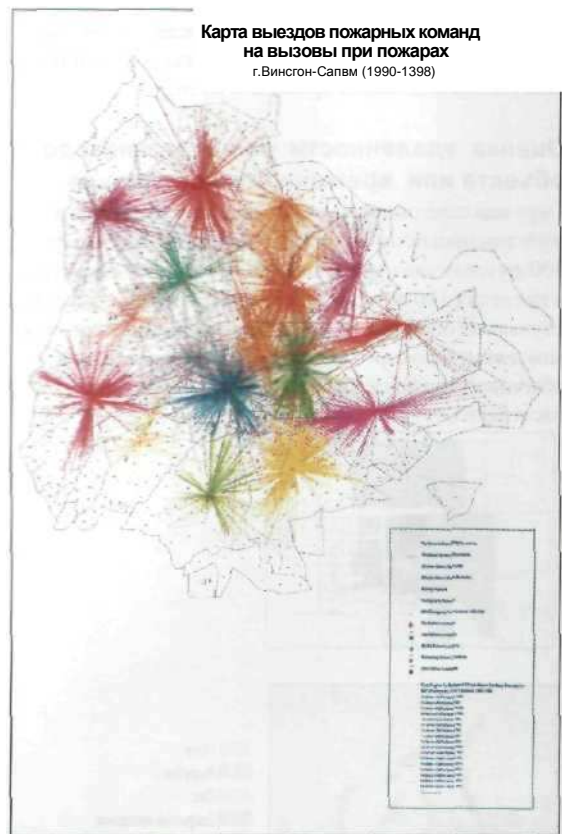
Аналитики г. Сиэтла отображали на карте зоны шириной в милю вокруг зданий отраслевой библиотеки, чтобы показать эффективность использования земли вокруг каждого из них и выделить места, в которых можно разместить новые здания. Карта использовалась во время совещаний городского совета по финансированию новых библиотек.



Дизайн Саппорт Сервисез, консультативная фирма по системам принятия решений в Бруклине. Нью-Йорк. создана карчу, отражающую все места расположения покупателей декодеров системы цветного телевидения с учетом ближайших магазинов программного обеспечения. Информация была использована в системе принятия решений компании, производящей программное обеспечение.



Аналитики г. Уинстон-Салем, штат Северная Каролина, создали диаграмму-паутину, для того, чтобы оградить скорость реагирования каждой пожарной компании на вызовы в период с 1990 по 1998 гг. Карта показывает, какое расстояние и в каком направлении каждая компания двигалась при вызове на пожар, и в каких случаях команды откликнулись на пожары, возникшие на территориях соседних компаний. Таким образом карта помогла установить, какие компании фактически обслуживают различные части города.



Постановка анализа

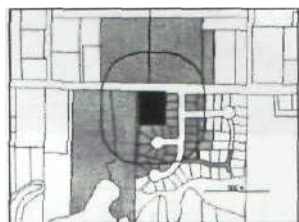
Для того, чтобы оценить ближайшее окружение вы можете измерить кратчайшее расстояние или затраты, требуемые для движения по сети или поверхности. Решение, как измерять удаленность объектов и какую информацию вы планируете получить в результате проведения анализа поможет определить тип используемого метода.

ПОИСК И ОЦЕНКА ОКРУЖЕНИЯ

Окружение может оцениваться на основе расстояния от источника, которое вы определили или на времени продвижения к контрольному объекту (или от него). Если *наследуются* транспортные передвижения, вы можете измерить удаленность, используя функцию расстояния или затрат времени в пути.

Оценка удаленности по расстоянию до объекта или времени его достижения

Окружающие объекты могут просто находиться в зоне влияния источника. Ей может быть, например, 300 футовая зона предполагаемого отселения или лес в пределах 100 футового расстояния от реки. В этих случаях не оценивается передвижение между источником и окружающими объектами. Область влияния обычно измеряется с использованием кратчайшего

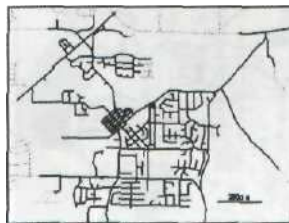


Поля
Вырубки
Пес
Закрытый кустарник
Открытый кустарник
Разрозненные кусты
Городская

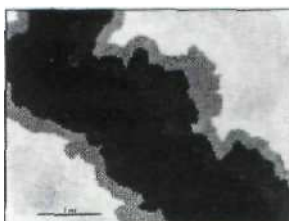
расстояния.

В других случаях такое перемещение может происходить. Например, люди едут в магазин, или пожарная машина движется от станции на пожар. Время в пути может быть измерено по геометрической сети или по поверхности земли, например, когда олень идет к реке.

Оценка окружения по расстоянию до объекта или затратам на его достижение



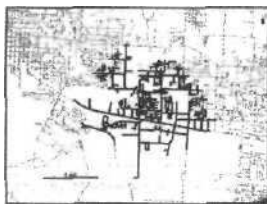
Улицы, расположенные в трех минутах езды от пожарной станции



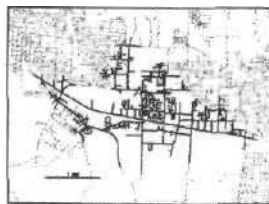
Затраты на передвижение по различным типам покрытия земли

Измерение расстояния

— это только *ОДНИ* из способов определения удаленности объектов. Ее также можно оценить, измеряя затраты на передвижение от источника к объекту или наоборот. Одной из наиболее известных мер затрат является время. Например, при интенсивном дорожном движении покупателям приходится дольше добираться до магазина. Другие затраты имеют денежный эквивалент (например, стоимость мили автоперевозок) или учитывают затраченные усилия (например, для оленя пройти через плотный кустарник или по открытому лесу к реке неодинаково легко). Обычно, такие расходы времени или средств называют "путевыми затратами". Если вы оцениваете удаленность, основываясь на передвижении, можете использовать в качестве меры расстояние или затраты. Отражение на карте удаленности на основе путевых затрат более объективно, чем отражение расстояния, хотя и требует больших затрат на подготовку и обработку данных.



Улицы, расположенные в пределах мили от пожарной станции

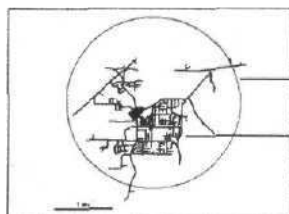


Улицы, расположенные в трех минутах езды от пожарной станции



Расстояние от реки с учетом затрат на передвижение по различным типам покрытия.

Например, аналитик рынка розничной торговли, заинтересованный в определении количества покупателей, которые живут не дальше двадцати минут езды от магазинов, может нарисовать круг радиусом в пять миль вокруг каждого магазина или рассчитать область в пределах двадцати минут вдоль улиц. Использование ГИС для очерчивания пятимильного радиуса вокруг каждого магазина значительно проще и быстрее, чем оценка времени поездки по сети улиц, но и дает менее точные данные о количестве покупателей. В другом случае, начальник пожарной охраны может использовать ГИС для измерения действительного времени в пути, чтобы точнее определить улицы, расположенные в трех минутах езды от каждой пожарной станции.



Радиус в 1 милю вокруг пожарной станции

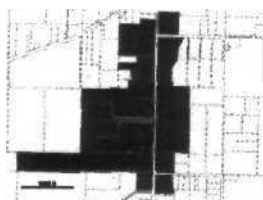
Улицы, расположенные в 3-х минутах от пожарной станции

ИНФОРМАЦИЯ, КОТОРУЮ ВЫ ХОТИТЕ ПОЛУЧИТЬ В РЕЗУЛЬТАТЕ АНАЛИЗА

Понимание того, какая информация вам необходима, поможет вам выбрать наилучший метод для проведения анализа.

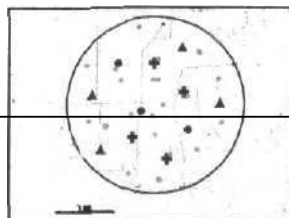
Вам нужен перечень объектов, их количество или обобщенный параметр?

Как только вы определили, какие объекты находятся рядом с источником, вы можете получить их перечень, количество или итоговые статистические данные, основанные на атрибутивной информации. Перечень. Примером перечня может служить поле Parcel ID и адрес каждого участка в пределах 300 футов от проектируемой дороги. Количество. Количество может быть общим, или



Parcel ID	Address
22E26D 00101	16471 S BRADLEY RD
22E26D 00103	16491 S BRADLEY RD
22E26D 00102	16511 S BRADLEY RD
22E26D 00104	16461 S BRADLEY RD
22E26D 00202	16551 S BRADLEY RD
22E26D 00300	16555 S BRADLEY RD

разделенным по категориям. Например, вы можете получить общее количество звонков в службу спасения, поступающих из одномильной зоны пожарной станции в течение шестимесячного периода, или подсчитать количество обращений каждого типа.

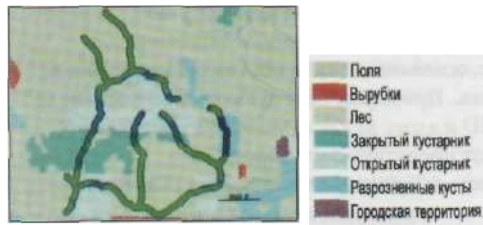


- Пожары
- ▲ Медицинские
- ▲ Утечка газа
- Полиция
- Разное

Call Type	# of Calls
FIRE	14
MEDICAL	110
GAS LEAK	2
POLICE	1
MISC	3

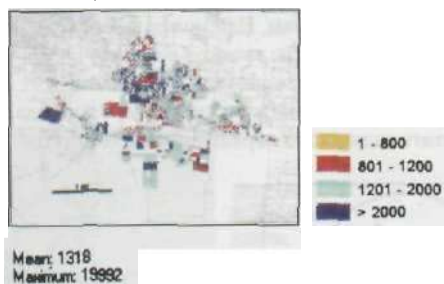
Итоговая статистика. Это может быть:

- Общее количество — например, количество акров земли в пределах буфера, построенного от реки.
- Количество, подсчитанное по категориям — например, количество акров каждого типа земельного покрытия (лес, луг, и т.д.) в пределах того же буфера.



Land cover	Acres
Clearcut	4.6
Scattered shrub	23.8
Closed shrub	35.8
Open shrub	84.1
Forest	302.2

Статистические данные, такие как среднее, минимум, максимум или стандартное отклонение — например, средняя площадь зданий, находящихся в трех минутах езды от каждой пожарной станции.



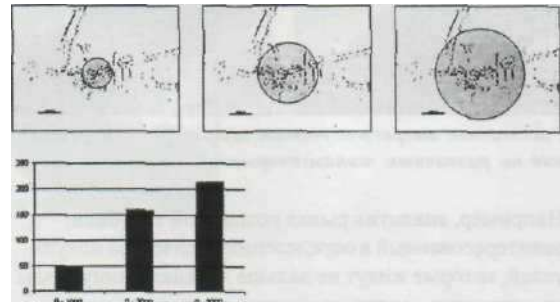
Сколько градаций по расстоянию или затратам необходимо создавать?

Вы можете определить одну или несколько градаций. Например, вам может потребоваться выяснить, сколько покупателей находятся в трехмильной зоне от вашего магазина, а можно установить градации по расстоянию, соответствующие 1,2 и 3-мильным зонам.

Если вы определяете более одной зоны, то можно расположить их либо в виде концентрических колец, либо в виде отдельных областей.

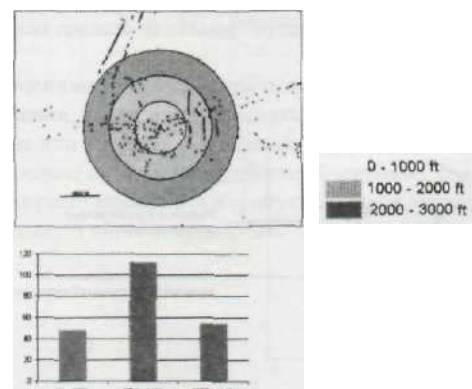
Концентрические зоны

Концентрические зоны удобны для оценки приращения с расстоянием. Например, вы можете рассчитать общее количество покупателей в пределах 1,000 футов, общее количество покупателей в пределах 2,000 футов, общее количество покупателей в пределах 3,000 футов от магазина и определить величину приращения.



Отдельные области.

Отдельные области эффективны в случае сопоставления расстояния с другими характеристиками. Например, вы можете найти количество покупателей в пределах 1,000 футов, количество покупателей в пределах 2,000 футов, количество покупателей в пределах 3,000 футов от магазина. Затем, вы можете узнать, тратят ли люди, живущие в районе от 0 до 1,000 футов, больше, чем люди, живущие в районе от 2,000 до 3,000 футов и т.д.

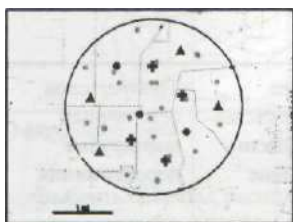


Три способа оценки окружения

Наиболее быстрым путем оценки окружения является определение кратчайшего расстояния. Однако, измерение расстояния или затрат по сети или поверхности может дать более точное представление о том, что находится рядом.

КРАТЧАЙШЕЕ РАССТОЯНИЕ

Измеряя кратчайшее расстояние, вы назначаете изначальный объект и дистанцию, а ГИС определяет область или окружающие объекты, расположенные в пределах данной дистанции.



Звонки на 9-11 в пределах полукруглой зоны вокруг пожарной станции

Для чего это удобно

Этот подход хорош для создания границ или для выбора объектов в пределах установленного расстояния вокруг объекта.

Исходные данные

Вам нужен слой, содержащий объект-источник и слой, содержащий объекты окружения.

РАССТОЯНИЕ ИЛИ ЗАТРАТЫ ПО СЕТИ

Вы назначаете местонахождение источника и расстояние или затраты времени в пути вдоль всех линейных объектов. ГИС находит, какие сегменты сети находятся в пределах данного расстояния или затрат на передвижение. Затем, вы можете использовать область, покрытую этими сегментами, для оценки окружения рядом с каждым источником.



Улицы, расположенные в трех минутах езды от пожарной станции

Для чего это удобно

Этот подход хорош для нахождения объектов, расположенных в пределах заданного расстояния или затрат при условии движения по фиксированной сети.

Исходные данные

Вам необходимо установить объект-источник, слой с объектами сети, и в большинстве случаев — слой, содержащий объекты окружения. Каждому сегменту сети необходимо назначить характеристику, определяющую значения его длины или затрат на передвиже-

ЗАТРАТЫ ПО ПОВЕРХНОСТИ

Вы назначаете место расположения объекта-источника и затраты времени в пути. ГИС создает новый слой, показывающий затраты времени передвижения от каждого объекта до источника.



Затраты на передвижение с учетом уклонов.

Для чего это удобно

Этот подход хорош для расчета затрат времени на передвижение по непрерывной поверхности затрат.

Исходные данные

Вам нужен слой, содержащий объекты-источники и слой, представляющий поверхность затрат на передвижение.

СОПОСТАВЛЕНИЕ МЕТОДОВ

Метод	Используется для	Объекты окружения	Измеряет	Преимущества	Недостатки
Использование кратчайшего расстояния	Определения области влияния вокруг объекта, создание границ или выбор объектов в ее пределах	Точки, линии, полигоны	Дистанцию	Относительно быстрый и легкий	Дает только приблизительное представление о реальной длине пути
Измерение расстояния или затрат по сети	Измерения длины пути с учетом фиксированной инфраструктуры	Точки, линии	Длину пути или затраты на передвижение	Дает более точное представление о фактической длине пути.	Требуется сложная сеть точных маршрутов передвижения
Расчет затрат по поверхности	Оценки затрат на передвижение по пересеченной местности и диапазона пространственных перемещений объектов.	Сплошной растр поверхности	Затраты на передвижение	Позволяет комбинировать несколько слоев для оценки затрат на передвижение по земле	Требуется определенной подготовки данных для построения поверхности затрат

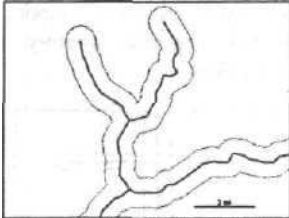
ВЫБОР МЕТОДА

Руководствуйтесь следующими принципами для выбора наилучшего метода:

- Измеряйте кратчайшее расстояние, если хотите определить область влияния или быстро оценить диапазон перемещения.
- Используйте оценку удаленности или затрат по сети, если измеряете *длину* пути *по* фиксированной инфраструктуре к объекту или от него.
- Используйте подсчет затрат по поверхности, если оцениваете передвижение по пересеченной местности.

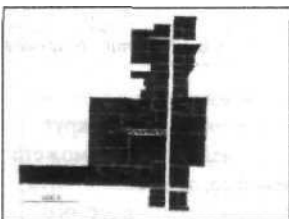
Использование кратчайшего расстояния — быстрый способ узнать, какие объекты находятся в пределах заданного расстояния от источника и получить информацию о них. Вы можете сделать это несколькими способами:

- Создать буферную зону и определить, что находится в ее пределах.



Буфер вокруг реки.

- Выбрать объекты, расположенные на заданном расстоянии от источника.



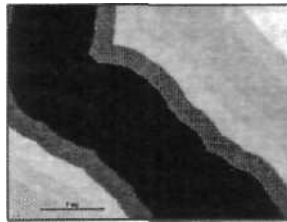
Участки, отобранные на расстоянии 100 футов от дороги

- Рассчитать расстояние от объекта к объекту и использовать его для оценки окружения.



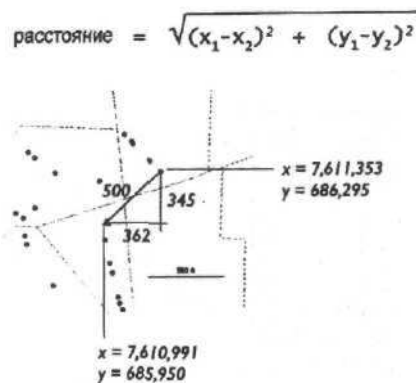
Местоположение покупателей декодеров цветного телевидения, выбранных на заданном расстоянии от банка.

Создать дистанционную поверхность для получения непрерывного поля расстояний от источника.



Непрерывное поле расстояний от реки

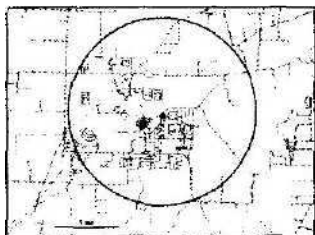
В любом из приведенных методов ГИС при помощи простых геометрических построений рассчитывает кратчайшее (или евклидово) расстояние. Так как ГИС помнит координаты каждого пункта, она может определить по ним кратчайшее расстояние между двумя пунктами.



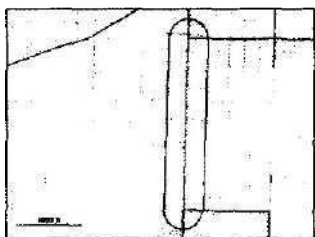
Приведенные методы подробнее обсуждаются в последующих разделах.

СОЗДАНИЕ БУФЕРНОЙ ЗОНЫ.

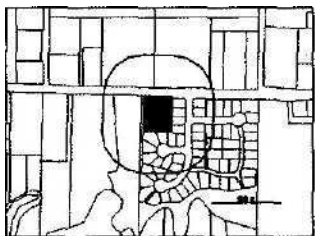
Для того, чтобы создать буферную зону необходимо определить объект-источник и ширину буфера вокруг него. ГИС рисует линию вокруг объекта на заданном расстоянии. Вы можете сохранить линию как постоянную границу, или использовать временно для оценки содержимого буфера. Для точечных объектов ГИС рисует круг с радиусом, равным установленному вами расстоянию. Для линейных объектов ГИС создает равноудаленную от объекта замкнутую линию. Для полигонов ГИС рисует линию на заданном расстоянии от границы (а не от центра полигона, как можно было бы предположить).



314-мильный буфер вокруг магазина



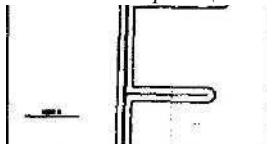
200-футовый буфер вокруг улицы



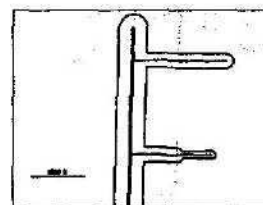
300-футовый буфер вокруг участка

Если у вас имеется несколько источников, можно создать с помощью ГИС по буферу вокруг каждого из них, используя общий параметр ширины, а можно построить буферы индивидуальной ширины, определяемой особенностями каждого источника. Например, если нужно рассчитать буферные зоны вокруг в зависимости от уровня шумов, можно назначить удаление по крайней мере в 100 футов от скоростных шоссе, 50 футов от второстепенных дорог и 25 футов от местных дорог. ГИС нарисует ширину буфера в зависимости от типа дороги.

Вы можете нарисовать буфер для всех объектов одинаковой ширины (слева)



или определить его ширину в зависимости от свойств каждого объекта (справа).



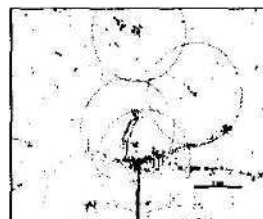
одинаковой ширины (слева)

или определить его ширину в зависимости от свойств каждого объекта (справа).

Вы так же можете назначить несколько объектов-источников, и ГИС создаст буферные зоны вокруг всех одновременно. В случае их наложения вы можете либо рассматривать их независимо, либо объединить их в один общий буфер. Создание одного простого буфера покажет вам, какие объекты попадают в зону влияния одного источника. Пересекающиеся в результате наложения буферные зоны определяют объекты, попадающие в зоны влияния сразу нескольких источников.



Клиенты, расположенные внутри 3/4-мильной области сразу двух банков

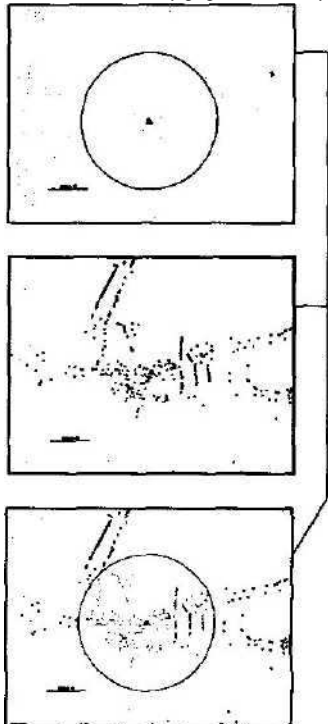


Клиенты, расположенные в этом буфере, находятся не дальше мили от банков

Получение информации

Как только вы создали буферную зону, ее можно отобразить на карте для визуальной оценки попавших внутрь объектов или их выбора. Это даст возможность получить перечень объектов или подсчитать их количество.

После создания буфера, используйте



Business Name	SIC	Type
Gresham Ford	5511	Retail
Coffee People	5499	Retail
Burger King	5812	Retail
Cowtown Boots	5661	Retail
Red Robin International	5812	Retail
Blackout Inn	5712	Retail

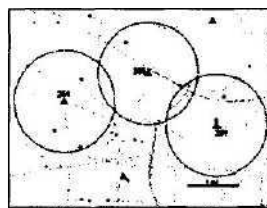
его для выбора объектов, оказавшихся внутри.

Если объекты, находящиеся внутри буфера, являются линиями или полигонами, необходимо решить, хотите ли вы рассматривать только те объекты, которые целиком попадают в буфер, или лишь частично находящиеся в нем, а может вам нужна лишь их определенная часть.

Глава 5 "Поиск объектов внутри области" рассматривает методы анализа внутреннего пространства области.

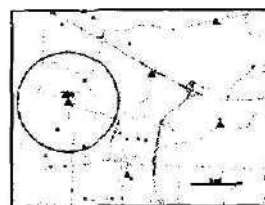
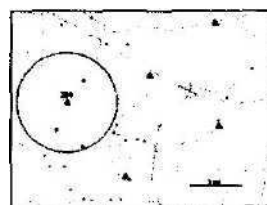
Анализ окружения нескольких источников.

Если вы хотите оценить окружение более чем одного источника одновременно, вам потребуется построить отдельные буферы и выбрать объекты, составляющие окружение каждого из них. В противном случае, можно будет только определить факт попадания объекта окружения в зону влияния по крайней мере одного {неизвестно какого именно), или нескольких источников. Например, выбор звонков по 9-11 внутри общей 3/4-мильной буферной зоны, построенной вокруг нескольких пожарных станций, не даст возможности определить ближайшую от точки вызова станцию. Для этого необходимо оценить буферную зону заданного радиуса вокруг каждой станции в отдельности.



Звонки, попадающие в буферные зоны вокруг всех пожарных станций.

Call ID	Date/Time	Type
98007009	3/27/98 20:04:40	CFIRE
98007581	3/28/98 9:50:26	CFIRE
98001957	1/20/98 1:05:50	CFIRE
98011257	5/09/98 15:00:53	CFIRE
98010414	4/29/98 23:00:59	CFIRE
98012985	5/30/98 6:16:40	CFIRE



Ближайшие к каждой станции звонки.

Call ID	Date/Time	Type
98007009	3/27/98 20:04:40	CFIRE
98007581	3/28/98 9:50:26	CFIRE
98011257	5/09/98 15:00:53	CFIRE

Call ID	Date/Time	Type
98001957	1/20/98 1:05:50	CFIRE
98010414	4/29/98 23:00:59	CFIRE

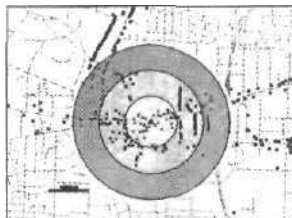
Поиск объектов внутри нескольких дистанционных поясов.

Если вы хотите знать, какие объекты находятся внутри концентрически расположенных зон удаленности от нескольких исходных объектов, (например, покупатели в пределах 1,000, 2,000, 3,000 футов от магазинов), вам надо создать несколько отдельных буферов и выбрать объекты, попадающие в каждый



Business Name	Type
Volume Shoe Source	Retail
Lydia's Tailor & Alterations	Retail
Washco Lawn & Garden	Retail
R K's Prints & Frame Shop	Retail
Jay Jacobs	Retail
Apesara Restaurant	Retail
Woodstone Emporium Inc.	Retail

Для определения объектов внутри отдельных дистанционных поясов (например, покупателей, находящихся в пределах 1,000 футов, покупатели, находящиеся в пределах от 1,000 до 2,000 футов, и покупатели, находящиеся в пределах от 2,000 до 3,000 футов от магазина), необходимо задать эти *три* диапазона, и ГИС создаст соответствующие зоны одновременно. Затем можно выбрать объекты внутри интересующего вас диапазона расстояний.



Business Name	Type	Distance Range (ft)
Lydia's Tailor & Alterations	Retail	1000
Washco Lawn & Garden	Retail	2000
R K's Prints & Frame Shop	Retail	2000
Jay Jacobs	Retail	
Apesara Restaurant	Retail	2000
Woodstone Emporium Inc.	Retail	
River Forum Sundries	Retail	
Meyers Cafe	Retail	3000

Создание карты

Если вы хотите, чтобы пользователи сосредоточились только на объектах, которые оказались внутри буферной зоны, можно отобразить на карте только эти объекты. Впрочем, отображение всех рассматриваемых объектов поможет составить более полное представление об их распределении в пределах карты.



Если вы отображаете все объекты окружения, подсветка тех, которые попали внутрь зоны поможет легче воспринимать карту.



Возможно, для наглядности карту необходимо снабдить такими объектами, как улицы, административные границы, водные артерии, или другие ориентиры. Карта так же должна давать четкое представление о величине буфера и его назначении (например, область, ограниченная для сбора и транспортировки леса, или участки, попадающие внутрь 500 футовой зоны, в которой запрещена продажа алкоголя). Вы так же можете отразить эти моменты в виде подписей в условных обозначениях, в виде меток на карте или определить в названии.

ВЫБОР ОБЪЕКТОВ В ПРЕДЕЛАХ ЗАДАННОГО РАССТОЯНИЯ

Выбор объектов, находящихся рядом с источником напоминает процесс создания буферной зоны. Вы назначаете расстояние от источника, а ГИС выбирает окружающие объекты в пределах этого расстояния. Различие состоит в том, что ГИС не создает границу вокруг источников. Он рассчитывает расстояние и выбирает объекты, не создавая буфера как такового.



Покупатели, выбранные на расстоянии 1 мили от банка

Выбор в пределах расстояния применяют, когда нужно получить сведения об объектах, располагающихся рядом с источником, но нет необходимости создавать и отражать буферную зону. ГИС выбирает объекты, если даже часть каждого из них находится не дальше установленного расстояния.

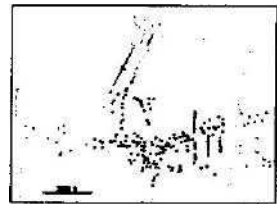
Получение информации

Как только ГИС выбрала объекты, вы можете получить их перечень, подсчитать количество или узнать краткие статистические данные, основанные на их атрибутах.

Выбор объектов, расположенных рядом с несколькими источниками

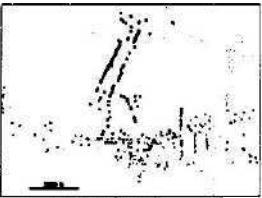
Если вы хотите узнать, какие объекты находятся на заданном расстоянии от более чем одного источника, установите код для каждого из них. Иначе трудно будет установить, в зону действия какого источника попал объект. Например, вы хотели бы выбрать объекты не далее 2,000 футов от филиала банка 4218, и установили в таблице данных для этих объектов значение "1". Затем, вы захотели выбрать объекты не далее 2,000 футов от филиала банка 4220, и установили в другом поле значения этих объектов также "1". После этого, выбирая объекты, у которых оба кодами равны "1", вы получите список клиентов, расположенных не ближе 2,000 футов от обоих филиалов.

1. Выбор и установка кода для объектов, расположенных в пределах заданного расстояния от первого источника.



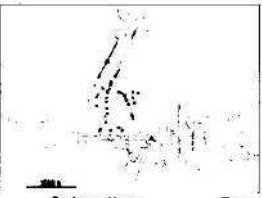
Business Name	Type	Bank #4218
Copeland's Sports	Retail	1
The Little Mermaid	Retail	1
MacKenzie Roadhouse Grill	Retail	0
Spagetti Warehouse	Retail	1
Minutes Service Centers	Retail	1
Silicon Forest Computers	Retail	1
Canyon Service Center Inc	Retail	1
Pennette's Classic Cars Inc	Retail	0

2. Выбор и установка кода для объектов, расположенных в пределах заданного расстояния от второго



Business Name	Type	Bank #4220
Copeland's Sports	Retail	0
The Little Mermaid	Retail	0
MacKenzie Roadhouse Grill	Retail	0
Spagetti Warehouse	Retail	1
Minutes Service Centers	Retail	0
Silicon Forest Computers	Retail	1
Canyon Service Center Inc	Retail	0
Pennette's Classic Cars Inc	Retail	0

источника

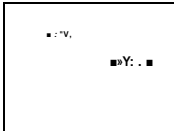


3 Выбор и установка кода для объектов, расположенных в пределах заданного расстояния от обоих источников

Business Name	Type	Bank #4218	Bank #4220
Copeland's Sports	Retail	1	0
The Little Mermaid	Retail	1	0
MacKenzie Roadhouse Grill	Retail	0	0
Spagetti Warehouse	Retail	1	1
Minutes Service Centers	Retail	1	0
Silicon Forest Computers	Retail	1	1
Canyon Service Center Inc	Retail	1	0
Pennette's Classic Cars Inc	Retail	0	0

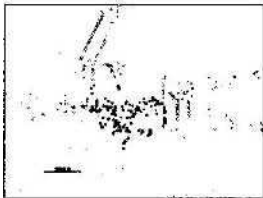
Выбор объектов внутри зон различной удаленности.

Если вы хотите узнать, что находится внутри зон различной удаленности, например — выявить покупателей, живущих в пределах 1,000, 2,000 и 3,000 футов от магазина — вы должны произвести выбор в каждой из зон.



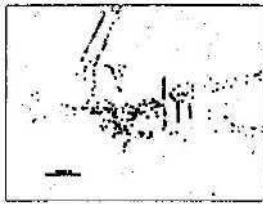
Если вы хотите найти, какие объекты находятся в каждом диапазоне расстояний, например — покупатели в пределах 1,000 футов, от 1,000 до 2,000 футов, а также в пределах от 2,000 до 3,000 футов от магазина — нужно выбрать объекты внутри каждого диапазона и пометить их кодом. Например, выбрав покупателей в пределах 1,000 футов, установите для этих объектов в таблице данных значение поля "1000" равное "1". Затем, выберете покупателей в пределах 2,000 футов от магазина и установите для этих объектов в поле "2000" значение "1". (Предполагается, что остальные ячейки данного поля автоматически равны "0", — прим. перевод.) Теперь, чтобы выбрать покупателей на расстоянии больше 1,000 футов, но меньше 2,000 футов от магазина необходимо сделать логический запрос к таблице, где "1000" =0 и "2000" =1).

1. Выбор и кодирование клиентов в пределах 1,000 футов от банка.



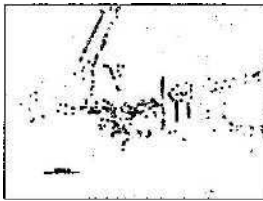
Business Name	Type	Band 1000	Band 2000
L & Z Specialties Inc	Retail	0	0
Copeland's Sports	Retail	1	1
The Little Mermaid	Retail	0	1
MacKenzie Roadhouse Grill	Retail	0	0
Spagetti Warehouses	Retail	0	1
Minutes Service Centers	Retail	1	1
Silicon Forest Computers	Retail	0	0

2. Выбор и кодирование клиентов в пределах 2,000 футов от банка



ftttftKU Nwn*	Typ.	вмЛаяю	
L & Z Speddbs Inc	Ratal	0	0
Copatann Sports	Ratal	1	1
The Life Menrnd	Ratal	0	1
Mackenzie floadhouM Grfl	flotal	0	a
SpaoeniWarehoute	Rotal	0	t
Mtiutet Soivica Cantarv	Ratal	1	i

3. Выбор клиентов в пределах от 1,000 футов до 2,000 футов от банка.



	ТУР*	told MOO	
ifcz Special»* Inc	Rotal	0	0
Copelandf Sport»	Ratal	1	1
TtoUtreMemakl	Ratal	0	1
MacKenao Roadhouie Gd	Ratal	0	0
SpaoBHiWarahouw	Ratal	0	1
Minute Senice Contm	Ratal	1	1
Я»Ы		n	n

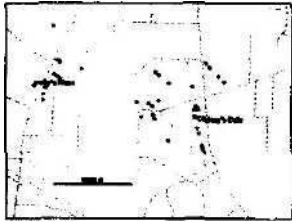
Создание карты

Для отображения того, что находится рядом с источником вы просто наносите на карту источник и выбранные объекты окружения. Если необходимо отобразить все объекты в районе, который вы изучаете, а затем, выделить те, которые находятся в заданной области, используйте другой цвет или символ для их разделения. Это позволит получить более полное представление о взаимном расположении объектов.



ОЦЕНКА УДАЛЕННОСТИ ОБЪЕКТА

Если вы ищете отдельные объекты на заданном расстоянии от источника, ГИС может рассчитать кратчайшее расстояние до каждого из них от ближайшего источника. Это дает возможность не просто установить факт попадания объекта в пределы заданной дистанции, но и узнать, насколько далеко каждый объект в действительности расположен от источника. Если определяется расстояние до линейного объекта, например, насколько далеко река от орлиных гнезд, ГИС рассчитает расстояние от гнезда до ближайшей точки на линии реки.



Business Name	SIC	Type	Distance (Ft)
Vitos Pizza	5812	Retail	2091.394
Chrissy's Cafe	5812	Retail	119.111
Pharmax Tachibana Inc	5724	Retail	7176.989

ГИС также может найти расстояние между объектами окружения и различными источниками. Это необходимо в случае, если;

- Вы хотите видеть, какие объекты расположены поблизости от нескольких источников, а какие — только от одного. Например, владельцы сети ресторанов быстрого обслуживания могут определить, в каких районах достаточно много клиентов находятся рядом с несколькими ресторанами.
- Зная ближайший источник, необходимо определить, какой источник является вторым или третьим по удаленности от каждого объекта. Например, вы можете узнать ближайшие или вторые по удаленности от определенного места госпитали.
- Вы хотите сопоставить фактор удаленности с другими факторами. Например, вы можете сравнить расстояние от каждого покупателя до магазина с числом его визитов в магазин, а затем обобщить эту информацию, просчитать зависимость количества визитов в магазин от расстояния до него.

Что вы получаете

Если вы рассчитываете расстояние между объектами окружения и ближайшим источником, в таблице данных добавляется расстояние до каждого объекта вместе с индексом ближайшего источника.

Business Name	SIC	Bank #	Distance (Ft)
Spanky's Burger Express	581	3	1252.373
Copeland Lumber Yards Inc	521	3	1379.105
Spunky's Hamburgers	581	3	1297.968
El Torito Restaurant	581	3	1685.213
Marion's Carpets Inc	571	3	1442.558
Sherwin Williams Paint	523	3	1838.423
Godfathers Pizza	581	3	1475.071
GDR's Golf USA	594	3	1420.045
The Printer Place	573	3	1579.779

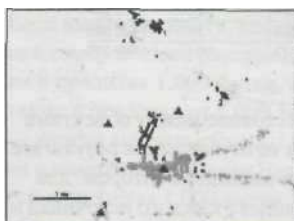
Если вы рассчитываете расстояние между объектами окружения и несколькими источниками, в результате образуется новый список в таблице, в котором для каждого объекта указаны индекс каждого источника и расстояние до него.

Business Name	Bank Branch	Distance (Ft)
Spanky's Burger Express	3	1252.373
Copeland Lumber Yards Inc	3	1379.105
Copeland Lumber Yards Inc	4	2315.988
Spunky's Hamburgers	3	1297.968
El Torito Restaurant	3	1685.213
El Torito Restaurant	4	2021.815
Marion's Carpets Inc	3	1442.558

Указание максимального расстояния

Если вы оцениваете более, чем один источник, можно указать максимальное расстояние, в пределах которого отбираются все объекты. Например, если вы заинтересованы в информации только о покупателях, находящихся в пределах 5 миль от вашего магазина, вы можете задать расстояние в 5 миль, и ГИС не заметит покупателей, находящихся дальше.

Определение максимального расстояния часто имеет смысл, поскольку иначе ГИС создаст перечень расстояний между каждым источником и каждым объектом в пределах всей исследуемой территории. Например, вам нужен перечень, показывающий расстояние от каждого покупателя до каждого магазина. Вы устанавливаете максимальное расстояние, основываясь на ваших собственных представлениях о поведении людей или предметов. Например, задается расстояние, дальше которого люди обычно не ездят за покупкой данного типа.

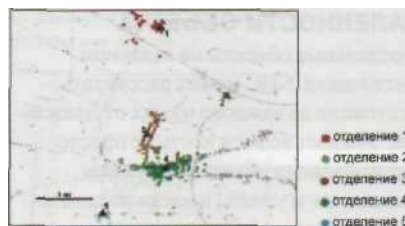


Business Name	Bank Branch	Distance (Ft)
Spanky's Burger Express	3	1252.373
Copeland Lumber Yards Inc	3	1379.105
Copeland Lumber Yards Inc	4	2315.988
Spanky's Hamburgers	3	1297.968
El Torito Restaurant	3	1685.213
El Torito Restaurant	4	2021.815
Marion's Carpets Inc	3	1442.558

Получение информации

Так как каждый объект имеет информацию о расстоянии до источника, достаточно просто составить список объектов, находящихся на различных дистанциях от источников. Например, вы можете узнать, какие покупатели находятся в 5 и 10 милях от магазина. Для нахождения этого нужно просто классифицировать объекты по признаку удаленности от источника. Вы так же можете отобрать эти объекты и создать их перечень.

Данный метод так же дает возможность получить краткие статистические данные по объектам, находящимся в пределах заданной дистанции, такие как среднее расстояние от предприятий до филиала банка или среднее расстояние от орлиных гнезд до реки. Вы специально определяете поля, содержащие коды каждого источника и характеристики, которые необходимо обобщить. ГИС проводит расчет и создает таблицу или график, характеризующие каждый источник.



Business Name	Bank Branch	Distance (Ft)
Cent Wise Drug & Hallmark Shop	2	98.956
Century Pharmacy-Sunset	1	2506.843
Charlotte's Weddings & More	0	0.000
Chelsea Audio-Video	4	1818.969
Chicken On The Run	0	0.000
Chick's Grill & Bar	4	744.401

Bank Branch	# of Businesses	Avg. Distance (Ft)
1	56	1650.2130
2	16	767.2087
3	124	995.0087
4	206	1558.0573
5	26	1110.3992



Среднее расстояние предприятий розничной торговли от ближайшего филиала банка

Создание карты

У вас есть несколько вариантов создания карты на основе расстояния от точки до точки:

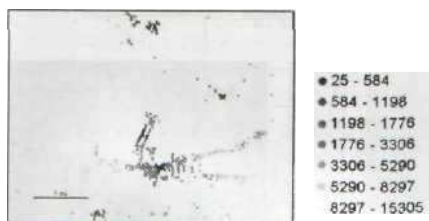
- " Отобразить на карте объекты окружения различными цветами в зависимости от расстояния до источника.
- Обозначить на карте объекты цветом ближайшего источника. • Создать

диаграмму-паутину

- " Отобразить на карте удаленность объектов, используя шкалу символов.

Обозначение на карте объектов окружения цветовым кодом в зависимости от удаленности.

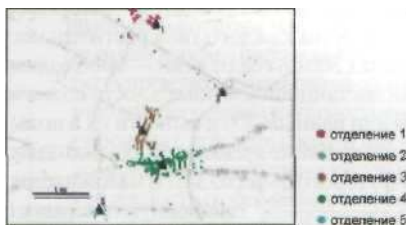
Эта опция помогает показать, насколько далеко объекты располагаются от источника. Вы просто классифицируете значения расстояния по шкале, как описано в главе 3 "Анализ распределения числовых показателей" и используете несколько оттенков для лучшего разделения шкал.



Удаленность (в футах) клиентов, отмеченных цветом, от ближайших филиалов банка

Обозначение на карте объектов окружения цветовым кодом ближайшего источника

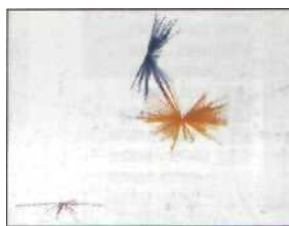
Эта опция позволяет увидеть, к какому из источников каждый объект расположен ближе всего. Это так же дает возможность визуальную оценку области, обслуживаемую каждым источником. Так как код источника записывается для каждого объекта, можно просто назначить цвет в зависимости от кода, а ГИС закрасит каждый объект соответствующим цветом.



Обозначение клиентов в соответствии с кодом ближайшего отделения банка.

Создание лучевых диаграмм

ГИС может соединить линии между каждым объектом и оцениваемым источником. Это часто называют лучевой диаграммой. Если объект расположен около двух или более источников, ГИС рисует линию к каждому. Вы можете нарисовать линии разными цветами для того, чтобы было легче различать связи каждого источника. Лучевые диаграммы особенно полезны для сопоставления объектов по таким параметрам, как "насколько далеко" или "в каком направлении ближе" находится источник, помогают определить, какой источник имеет больше близкорасположенных объектов и какие объекты находятся близко к двум (или более) источникам.



Клиенты расположенные ближе 44 миль от банка.

Использование шкалы символов

Использование шкалы символов дает возможность количественного сопоставления источников. Символы указывают на количество объектов рядом с каждым источником (например, число предприятий рядом с каждым банком), или некоторые значения, основанные на атрибутах окружающих объектов (например, число работников на предприятиях в окружении каждого банка). Вы также можете комбинировать этот метод с другими методами нанесения на карту, такими, как обозначение цветовой кодировки в соответствии с удаленностью или типом ближайшего источника.

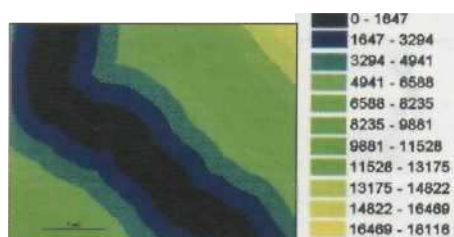


Число предприятий в окрестностях каждого банка

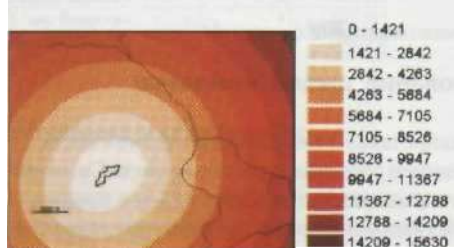
СОЗДАНИЕ ДИСТАНЦИОННОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Используя этот метод, вы создаете непрерывную поверхность расстояний от источника. По ней легко построить буферную зону заданной ширины, установить расстояния до отдельных объектов, окружающих источник или найти количество непрерывных явлений, таких как почва или растительность, в пределах заданного от источника расстояния. Вы определяете слой, содержащий источники, а ГИС создает новый растровый слой, рассчитав расстояние от каждой ячейки до ближайшего источника.

Непрерывное расстояние до лесничества



Непрерывное расстояние до реки



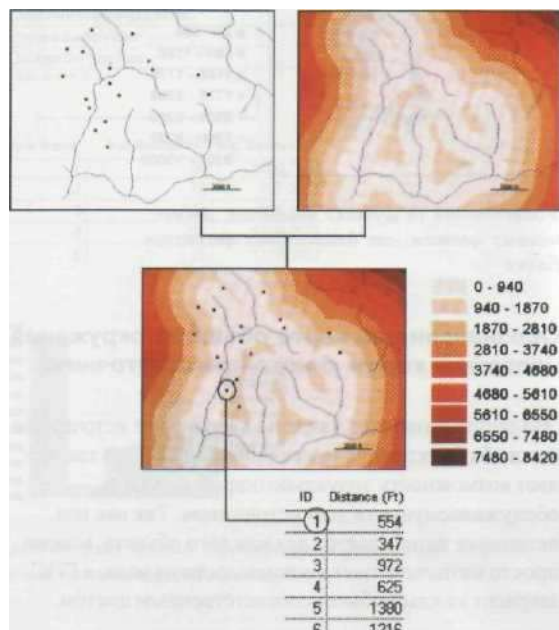
Создание зон удаленности

Каждая ячейка дистанционной поверхности имеет уникальное значение. Вы отражаете эти значения, используя непрерывную или сгруппированную по классам шкалу цветов, позволяющую увидеть пространственные связи. ГИС ArcInfo и Arc View создают такие отображения по умолчанию. Если вы хотите показать на дистанционной поверхности другие объекты, чтобы провести дистанционный анализ, можно использовать легенды, дающиеся по умолчанию или создавать свои классы и цветовые градации.

Обобщение данных в пределах заданного расстояния

Вы можете обобщить как дискретные объекты, так и непрерывные, расположенные в пределах заданного расстояния.

Для обобщения таких объектов, как гнезда, находящиеся рядом с рекой, вы определяете расстояние до каждого объекта на основании значения ячейки, в которой он находится. Затем, вы можете обобщить объекты в пределах заданного расстояния. Для получения дополнительной информации см. раздел "Оценка одаленности объекта".

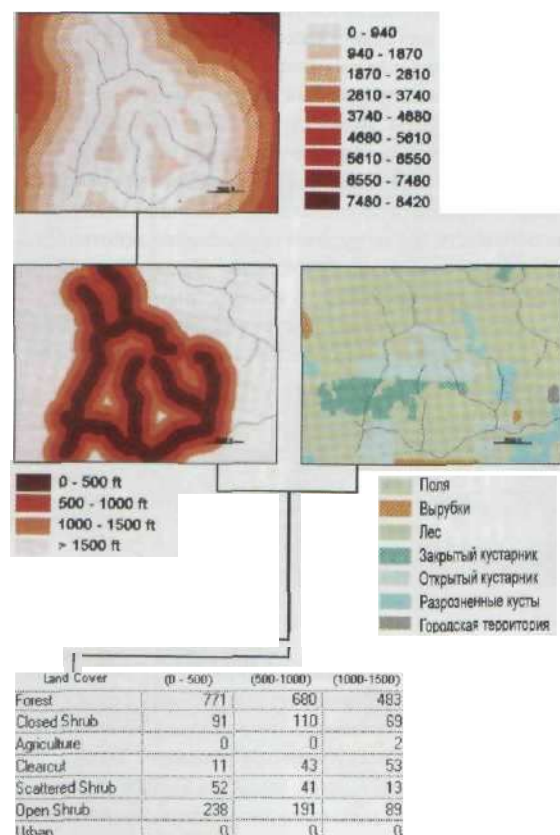


Для обобщения непрерывных объектов— например, определения количества каждого типа растительного покрова в пределах 500 футов от реки — необходимо выбрать ячейки дистанционной поверхности со значением меньшим или равным 500 и вынести их в новый слой, содержащий только те ячейки, которые находятся в пределах 500-футового буфера. Затем наложите дистанционную поверхность



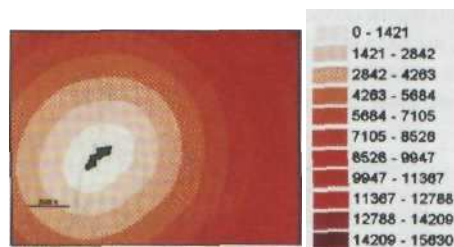
на слой, содержащий непрерывные объекты.

Для создания буферов с составным расстоянием необходимо провести переклассификацию слоя по 1000-1500 футов шкале расстояний, например, 0 - 500, 500 -1000 и 1000-1500.

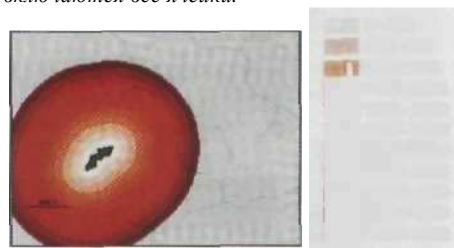


Определение максимального расстояния

Вы можете ограничить область дистанционного анализа ГИС путем установки максимального расстояния. Любые ячейки вне пределов данного расстояния не будут приняты в расчет. Если вы не определите максимальное расстояние, ГИС будет рассчитывать значение для всех клеток в изучаемом районе, вне зависимости от того, насколько далеко они располагаются от источника.



Если максимальное расстояние не задано, в анализ включаются все ячейки.



0-480

480-980
; 980-1440
MI 1440-1820
■ 1920-2400
MI 2400-2880
1^2660-3360
■ 3360-3640
^ 3840 - 4320
H 4800-5280
H 5280-6000

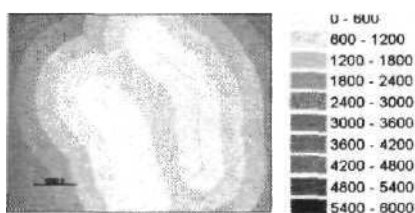
Задано максимальное расстояние в 5.280 футов.

Этот метод так же часто используется для обоснования выбора земельного участка или других моделей выбора, в которых расстояние является существенным фактором. Дистанционная поверхность может быть переклассифицирована соответственно назначению каждого диапазона расстояний и, затем, скомбинирована с другими слоями для определения комплексной категории каждой ячейки. Например, удаленность от рек может быть одним из критериев для ранжирования территории по пригодности для разведения оленей.

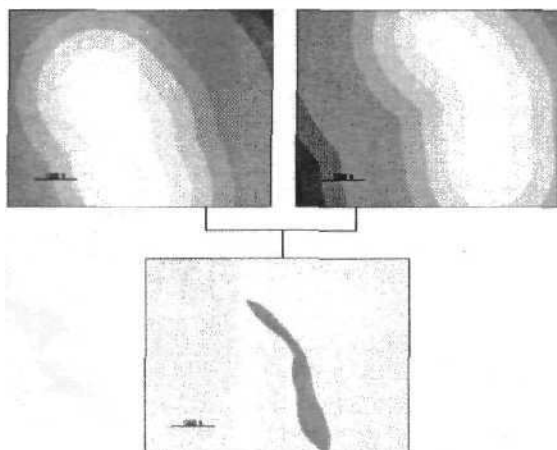
В главе 5 "Поиск объектов внутри области" обсуждаются вопросы определения объектов внутри какой-либо площади, в том числе и основанной на расстоянии от источника.

Оценка множественных источников

При создании дистанционной поверхности значения рассчитываются от каждой клетки до ближайшего источника. Если нужно определить, какие области находятся в пределах заданного расстояния от нескольких источников, необходимо создать для каждого источника отдельный слой и отдельную дистанционную поверхность. Затем, сравнить результаты, выбирая ячейки, находящиеся в пределах заданного расстояния на обеих поверхностях. Например, чтобы найти область в пределах 1,200 футов от двух рек, вы должны создать дистанционные поверхности для каждой реки и выбрать ячейки на каждой из них, имеющие значение меньше, чем 1,200 футов.



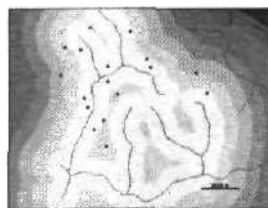
Дистанционная поверхность, построенная от двух рек одновременно, показывает в каждой ячейке расстояние только от одной из них.



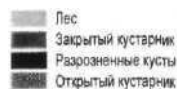
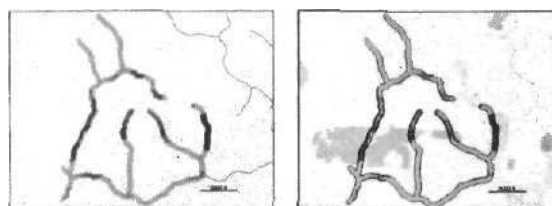
Область, расположенная в пределах 1,200 футов от обеих рек

Создание карты

Если вы отражаете на карте дискретные объекты, вы можете просто нанести их на карту поверх дистанционной поверхности, на которой расстояния отражены с помощью шкалы цветов. Если вы назначаете более шести или семи классов, используйте для их разделения два или три цвета. Вы так же можете использовать непрерывный переход, охватывающий несколько цветов. Используя классы, вы можете показать значение каждого объекта (в пределах интервала). Использование непрерывного перехода цветов хорошо отображает изменения значений по поверхности, но затрудняет определение действительного значения в конкретной точке. Желательно в этом случае источник выделить контрастным цветом. Непрерывные данные в растровой форме не могут быть размещены поверх дистанционной поверхности.

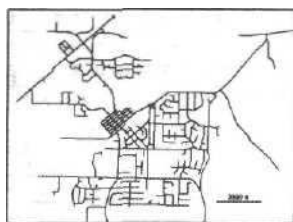


Для того, чтобы показать, что находится в пределах заданного расстояния, скombинируйте переклассифицированную дистанционную поверхность с объектами окружения, как описано выше в разделе "Обобщение данных в пределах заданного расстояния". Затем можно показать результат, закрасив ячейки, находящиеся в пределах заданного расстояния соответственно их значениям, а ячейкам снаружи назначить нейтральный цвет. Вы так же можете окрасить каждую ячейку соответственно ее значению и выделить те, что находятся в пределах заданного расстояния.

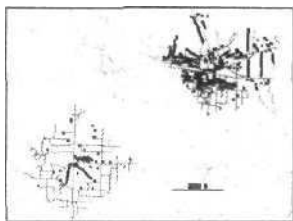


Измерение расстояния или затрат по сети

Используя данный метод, ГИС проводит анализ сетевых объектов, таких как улицы или трубопроводы, оценивая их расположение в пределах заданного расстояния и затрат времени или средств на движение по ним от источника. Источники в сети часто называют "центрами", т.к. обычно они представляют собой центры, к которым (или от которых) перемещаются люди, товары или услуги. В результате вы можете определить объекты окружения вне - или внутри области, вмещающей указанные линии, а также узнать, какие линии находятся рядом с центром, например — улицы, расположенные в трех минутах от пожарной станции.



Или вы можете узнать, сколько и каких объектов находится рядом с центром, например, сколько покупателей находится в пределах 10 минут езды от магазина.



ЭЛЕМЕНТЫ СЕТЕВОГО СЛОЯ

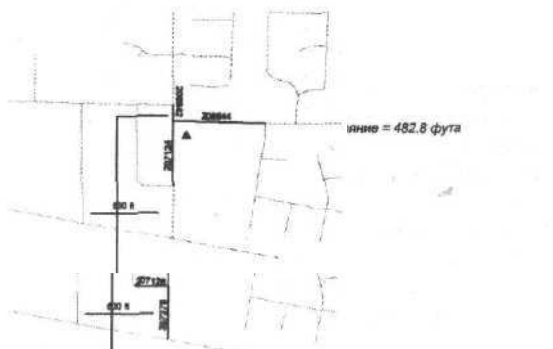
Геометрическая сеть состоит из линейных сегментов, узлов и пунктов поворота. Узлы — это точки, где соединяются линейные сегменты. Пункты поворота используются для определения затрат прохождения через узел. ГИС знает, какие линейные сегменты соединяются. Для получения точных результатов, ваша сеть должна иметь следующее:

- правильное расположение линейных сегментов;
- актуальное состояние линейных сегментов;
- точное положение соединений сети;
- точные характеристики каждого сетевого соединения.

ЧТО ДЕЛАЕТ ГИС

ГИС, начиная от назначенного вами центра, проверяет расстояния до каждого ближайшего узла по всей сети. Если расстояние меньше, чем максимальное установленное вами значение, узлу присваивается код данного центра. Затем идет к последнему узлу, отмеченному кодом данного центра и проверяет расстояние до всех ближайших узлов оттуда. Полученное расстояние добавляется к измеренному ранее — от центра до текущего узла — для определения

Street Segment ID	Street Name	Length (ft)
206942	BROOKWOOD	113.6
206944	DRAKE	676.2
207124	BROOKWOOD	476.1



Street Segment ID	Street Name	Length (ft)
206876	BROOKWOOD	369.2
206877	FREWING	263.6
206946	DRAKE	227.5
207028	53RD	258.6
207125	49TH	250.1
207276	BROOKWOOD	384.1

общего удаления. Процесс продолжается по всем направлениям, рассчитывая совокупное расстояние до тех пор, пока установленное вами максимальное значение не будет достигнуто. ■,;, O

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ УЛИЧНОЙ СЕТИ

Уличная сеть обычно используется для оценки окружения. Эти сети состоят из участков улиц (линейных сегментов), перекрестков (узлов), и поворотов. Каждому отрезку улицы соответствуют определенные затраты на перемещение от центра к объектам окружения. Величину данного сопротивления часто называют "импедансом". Наиболее известные меры сопротивления — это расстояние, время и деньги — например, стоимость мили автоперевозок, основанная на трудозатратах, затратах горючего и обслуживании.

Оценка расстояния

Вы определяете расположение центра и максимальное расстояние, а ГИС назначает сегменты до ближайшего центра в пределах максимального расстояния. Таблица данных слоя сети включает в себя поле, содержащее длину каждого сегмента, т.е. вам не придется рассчитывать эту характеристику.

Оценка затрат на перемещение

Для оценки окружения с использованием времени или какой-либо другой величины необходимо сопоставить каждому сегменту улицы затраты на его преодоление. Один из путей сделать это — рассчитать удельные затраты и умножить их на длину каждого сегмента, чтобы определить общие затраты. Удельные затраты должны быть константой, рассчитанной на основе внешней информации — например, затраты труда и горючего в процессе автоперевозок составляют 20 центов за милю. Или стоимость может быть основана на типе улицы — например, вы можете обозначить скоростные шоссе скоростью 50 миль в час, а дороги в жилых кварталах скоростью в 25 миль в час.

Время в пути является одной из общепринятых мер затрат. Вы можете рассчитать затраты времени в пути несколькими методами. Один из них — задать, если известно, действительное среднее время в пути для каждого сегмента улицы или квартала. Если время в пути неизвестно, но есть значения скорости для каждого сегмента улицы, вы можете рассчитать приблизительное время в пути путем умножения длины сегмента на ограничения по скорости.

Например, если вы рассчитываете время поездки в минутах, ограничения скорости рассчитываются в милях в час, а длина улиц измеряется в футах, вы получите следующее выражение:

$$\text{минуты} = \text{длина} / ((\text{миль_час} * 5280) / 60)$$

Street ID	Name	Length (Ft)	Speed Limit (MPH)	Travel Time (Min)
219230	ARTHUR	159.675	15	0.12
219208	ROCHELLE	168.513	15	0.13
203991	14TH	431.834	25	0.20
203992	MAIN	631.283	35	0.20
218303	CORNELIUS PASS	1321.652	45	0.33
224560	QUATAMA	1597.035	35	0.52
219208	ROCHELLE	268.405	15	0.20
221758	LEONARD	175.641	15	0.10

Если вы не имеете ограничений по скорости для каждого сегмента, можете использовать тип улиц как эквивалент. Например, вы можете обозначить скорость на всех основных улицах равную 40 миль в час, а на всех улицах в жилых кварталах — 25 миль в час. После этого время поездки для каждого сегмента улиц рассчитывается, как показано выше. Можно рассчитать денежные затраты путем умножения длины сегмента на удельную стоимость поездки. Например, если длина сегмента измеряется в футах, и стоимость поездки в центах за милю, стоимость поездки в каждый сегмент будет рассчитываться следующим образом:

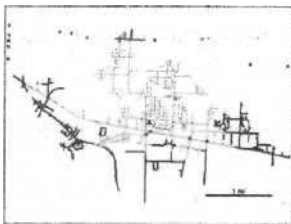
$$\text{центы} = \text{длина} * (\text{стоимость за милю} / 5280)$$

УСТАНОВКА ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ

В дополнение к определению затрат на преодоление отдельных сегментов вы можете определить затраты на преодоление узлов между сегментами или остановок на перекрестках. Вы также можете ограничить пригодные для проезда сегменты и установить направление одностороннего движения.

Определение остановок и поворотов

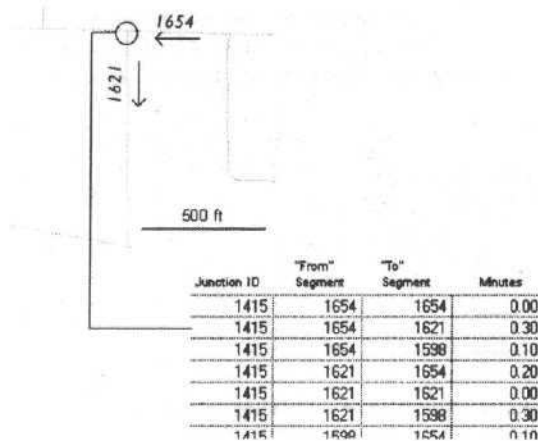
Повороты и остановки обычно используются для расчета затрат времени в пути. Например, вы можете определить, что правый поворот на таком-то перекрестке занимает в среднем три секунды, тогда как левый поворот занимает семь секунд. Или, что остановки на знаках, требующих остановки, занимают в среднем три секунды, тогда как остановки на запрещающих сигналах светофора занимают в среднем 30 секунд. Необходимость использования поворотов и остановок во многом определяется точностью анализа. Куда важнее, например, учитывать эти параметры при определении улиц, находящихся в пределах трех минут от пожарной станции, нежели при оценке покупателей, расположенных в 15 минутах езды от мельницы.



Улицы, отмеченные темным, находятся в пределах трех минут от пожарной станции без учета остановок и поворотов, но затраты времени будут больше, если учесть остановки и повороты.

Для присвоения величины затрат повороту или остановке вы должны создать таблицу, в которой перечислены исследуемые узлы. Если узел не входит в список, ГИС предполагает, что он не вызывает дополнительных затрат. Таблица перечисляет числовые идентификаторы узла, идентификатор сегмента "из" слоя сети, идентификатор "в" слой сети и значение стоимости для поворота или остановки (например — 3 секунды или 5 центов).

Когда ГИС отмечает сегменты, она находит идентификатор каждого узла, к которому они ведут, проверяет в таблице включен ли узел в список, и если это так, находит спецификацию поворотов ("в" и "от" сегмента) и затраты на преодоление этого поворота. Затем добавляет рассчитанные затраты к общим. Остановка рассчитывается так же как и поворот.



Вы так же можете задать направление движения, например, на улицах с односторонним движением, закрыть сегменты (например — улицы, закрытые на ремонт) или запретить повороты, к примеру, на перекрестках с запрещенным поворотом налево. Способ задания этих ограничений зависит от программного обеспечения ГИС, которую вы используете. В общем случае, вы устанавливаете разрешающий или запрещающий код для каждого сегмента или поворота, регулирующий движение. i\

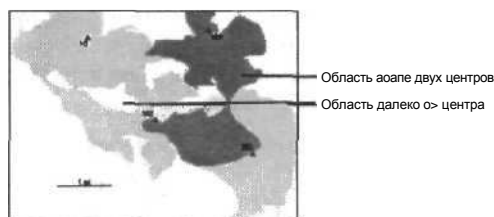
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БОЛЕЕ ЧЕМ ОДНОГО ЦЕНТРА

Если вы имеете несколько центров, ГИС присвоит каждому соответствующий код. Вы можете установить одинаковые или различные максимальные расстояния и удельные затраты для каждого центра. Например, центры, расположенные в сельской местности могут иметь более высокий уровень стоимости поездок, чем городские районы, поскольку дальность транспортных маршрутов здесь выше.



Улицы, выбранные от ближайшего центра.

Отражая на карте несколько центров, вы можете видеть, какие области не приближаются ни к одному центру, а какие расположены рядом с несколькими. Вы так же можете видеть какие центры имеют много объектов окружения — отмечая тем самым высокий спрос — а какие лишь несколько.



ВЫБОР ОБЪЕКТОВ ОКРУЖЕНИЯ

Как только ГИС идентифицировала все сегменты в пределах заданного расстояния или затрат, вы можете определить, что находится внутри области, содержащей эти сегменты. Вы можете создать границу, окружающую выбранные сегменты и наложить ее на другой слой или суммировать значения, связанные с каждым сегментом, в то время как ГИС проводит поиск по сети

Граница создается в случае если:

- Вы хотите иметь перечень отдельных объектов.
- Необходимо проанализировать другие объекты в области, содержащей выбранные сегменты.
- Нужно обобщить данные по областям — например, нужно получить общее количество семей, внесенных в список переписи, чтобы найти число семей, проживающих в 15 минутах езды от центра переработки.
- Вам нужен перечень, количество или обобщенное значение для линейных объектов или областей — например, общая длина рек с лососем в пределах получаса езды от города.

Суммируйте по ходу, если:

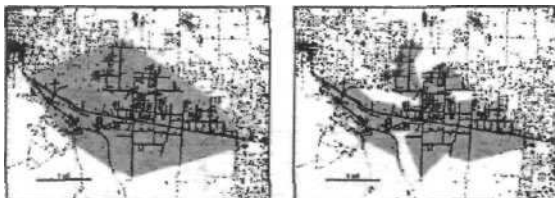
- Вы хотите рассчитать количество объектов вдоль сегментов сети или статистику характерных значений этих объектов.
- " Вам не нужен перечень отдельных объектов

Использование границы

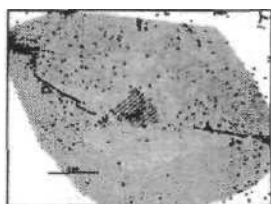
Вы можете создать границу вручную, нарисовав линию вокруг выбранных сегментов, или ГИС может создать ее автоматически.

Рисование границы вручную дает большую степень свободы — вы можете использовать выбранные сегменты как образец и включить или исключить области, основанные на других соображениях, таких как административные границы или другие объекты.

ГИС может нарисовать либо локальную, либо общую границу. Общая граница связывает самые дальние части выбранных сегментов, тогда как локальная только очерчивает выбранные сегменты. ГИС может создать общую границу значительно быстрее, чем локальную. Общая граница может помочь приблизительно определить, сколько людей живут на улицах города в миле от библиотеки, тогда как локальная граница способна ограничить дома, находящиеся в трех минутах езды от центра.

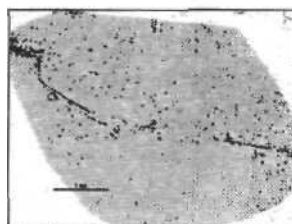
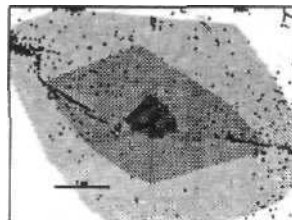


Как только вы создали границу, определить, что находится в ее пределах можно, используя функцию выбора окружающих объектов или путем наложения ее на окружающие объекты. Глава 5 "Поиск объектов внутри области" описывает, как это сделать. Для того, чтобы определить, что находится в пределах различных расстояний или величины затрат, ГИС может анализировать отрезки расстояний. Например, вы можете определить расположение покупателей в пределах 0-1 мили, 1-2 миль, и 2-3 миль от магазина. ГИС оценивает все три отрезка одновременно.



Band # of Businesses	Total Workers
1	28
2	282
3	635

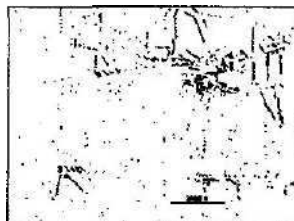
Если вы хотите найти объекты в пределах заданного расстояния или затрат - например, покупателей, находящихся на расстоянии 0-1 мили, 0-2 миль и 0-3 миль от магазина, нужно определить сегменты для каждого диапазона. Затем можно выбрать, что находится в каждой области и получить перечень объектов и их свойств.



Покупатели, живущие в пределах от 0 до 3 миль.

Суммирование по ходу

Когда вы используете этот метод, ГИС суммирует количество или величину непосредственно в процессе поиска по сети. Для этого вам необходимо указать значение исследуемого параметра для каждого сегмента. Например, вы можете обнаружить, сколько людей работает на каждом отрезке улицы путем суммирования числа рабочих на каждом предприятии с учетом его адреса. Затем вы сохраняете это число в таблице слоя для каждого отрезка улицы. В то время как ГИС определяет отрезки улиц, принадлежащие данному центру, продолжается текущий подсчет числа рабочих.



1. Количество рабочих, живущих на каждом уличном сегменте.

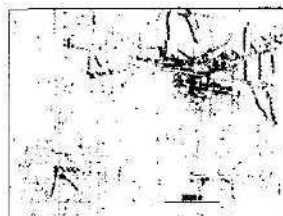
Business Name	Street	Street ID	# of Workers
Beaverlons Car Chevrolet-Geo-Subaru	Canyon	493	204
Hot Spot Fireplace & Patio Shop	Canyon	493	6
California Wholesale	Tualatin Valley	477	3
Petco	117th	497	6
The Grapery	Cedar Hills	484	6
Northwest Truck Rental	Cedar Hills	496	1

Street ID	# of Workers
491	44
493	513
494	3
495	1
496	13

2. Сумма количества рабочих, живущих на каждой улице.

Street ID	Street	# of Workers
493	CANYON	513
494	BEAVERDAM	3
495	HALL	1
496	CANYON	13
497	117TH	189

3. ГИС суммирует рабочих по каждому центру.



Bank Branch	# of Workers
2	3036
3	410

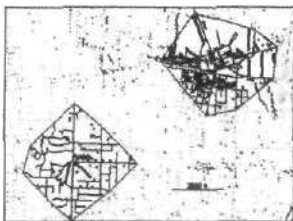
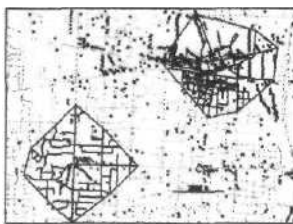
Когда достигается максимальное расстояние, определенное вами ранее, окончательное итоговое число записывается в соответствующее поле в таблице данных центра.

Вы так же можете специально указать условия прекращения анализа, например - по достижению максимального количества или величины. Вы можете определить количество учащихся начальной школы, добавляя улицы до тех пор, пока не будет достигнуто максимальное итоговое число учащихся - 400. Все учащиеся, живущие на этих улицах, будут приписаны к ближайшей школе.

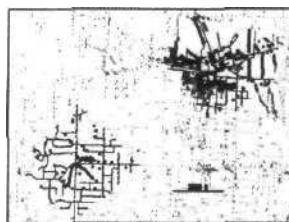
СОЗДАНИЕ КАРТЫ

По окончании определения отрезков, ГИС автоматически отражает всю сеть и выделяет выбранные отрезки.

Если вы создали границу для выбора окружающих объектов, ее можно отразить на карте. Возможно, вы захотите выделить объекты в пределах заданного расстояния, чтобы показать их. Границы можно нанести контурами или оттенить пространство внутри них. Если вы хотите, чтобы те, кто будет читать вашу карту, сосредоточились на выбранных объектах, нарисуйте границы контурами. Если же напротив, главным вы считаете ограниченные площади -оттените их.



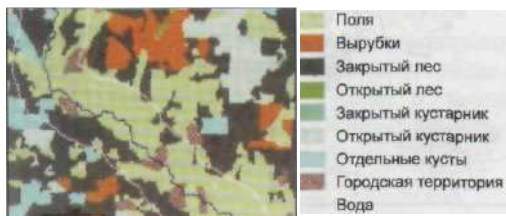
Если вы не хотите отражать границы, выделите выбранные объекты. Неплохая идея также поместить заданное расстояние на карту текстом (например, "0-10 миль езды," или "Область в пределах 15 минут езды").



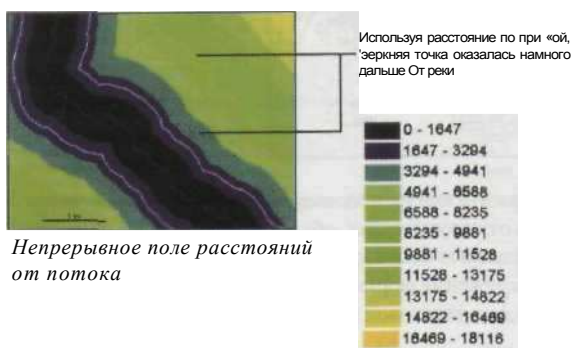
Покажите центр, используя символ, легко отличае-мый от окружающих объектов. Центры обычно показывают более крупно и обозначают отличными от окружения формой и цветом. Лучше их также снабдить текстовой подписью.

Расчет затрат по поверхности

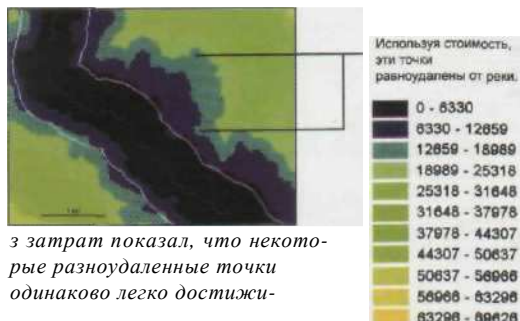
Расчет затрат на передвижение по поверхности позволяет определить, каких объектов можно достичь при заданных условиях движения. При помощи этого метода ГИС создает растровый слой, в котором значения каждой ячейки — это общие затраты на перемещение от ближайшего источника.



Буфер вокруг реки на растительном покрове



Непрерывное поле расстояний от потока



з затрат показал, что некоторые равноудаленные точки одинаково легко достижимы

На поверхности затрат хорошо видны направления и интенсивность их изменений, поэтому можно легко установить закономерности возрастания или убывания данной величины в процессе перемещения от источника. Так же несложно определить, чего и сколько находится в пределах, достижимых при заданных затратах или определить затраты на достижение отдельных объектов от источника.

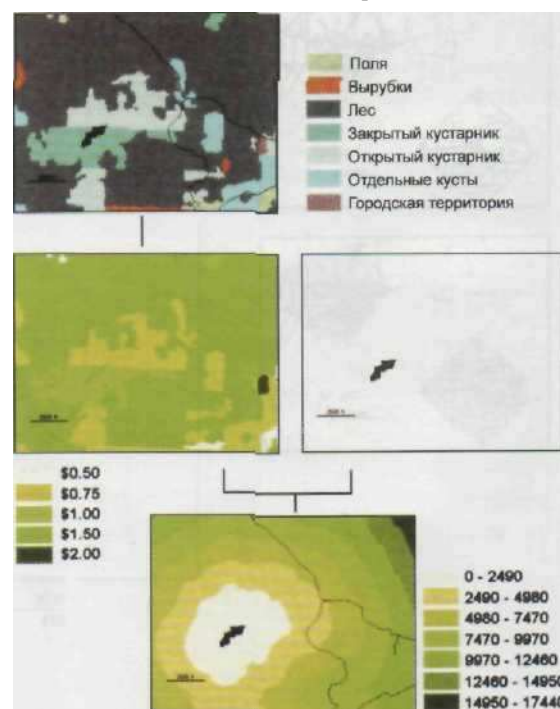
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАТРАТ

Затраты могут включать в себя время, деньги (за квадратный фут строительства) или некоторые другие затраты, такие как затраченные усилия. Например, олень может обнаружить, что легче пройти по открытому лесу, нежели через густой кустарник — таким образом, затраты на прохождение лесного участка будут ниже.

Для расчета затрат по поверхности, вы определяете слой, содержащий источник и второй слой, содержащий значения затрат для каждой ячейки.

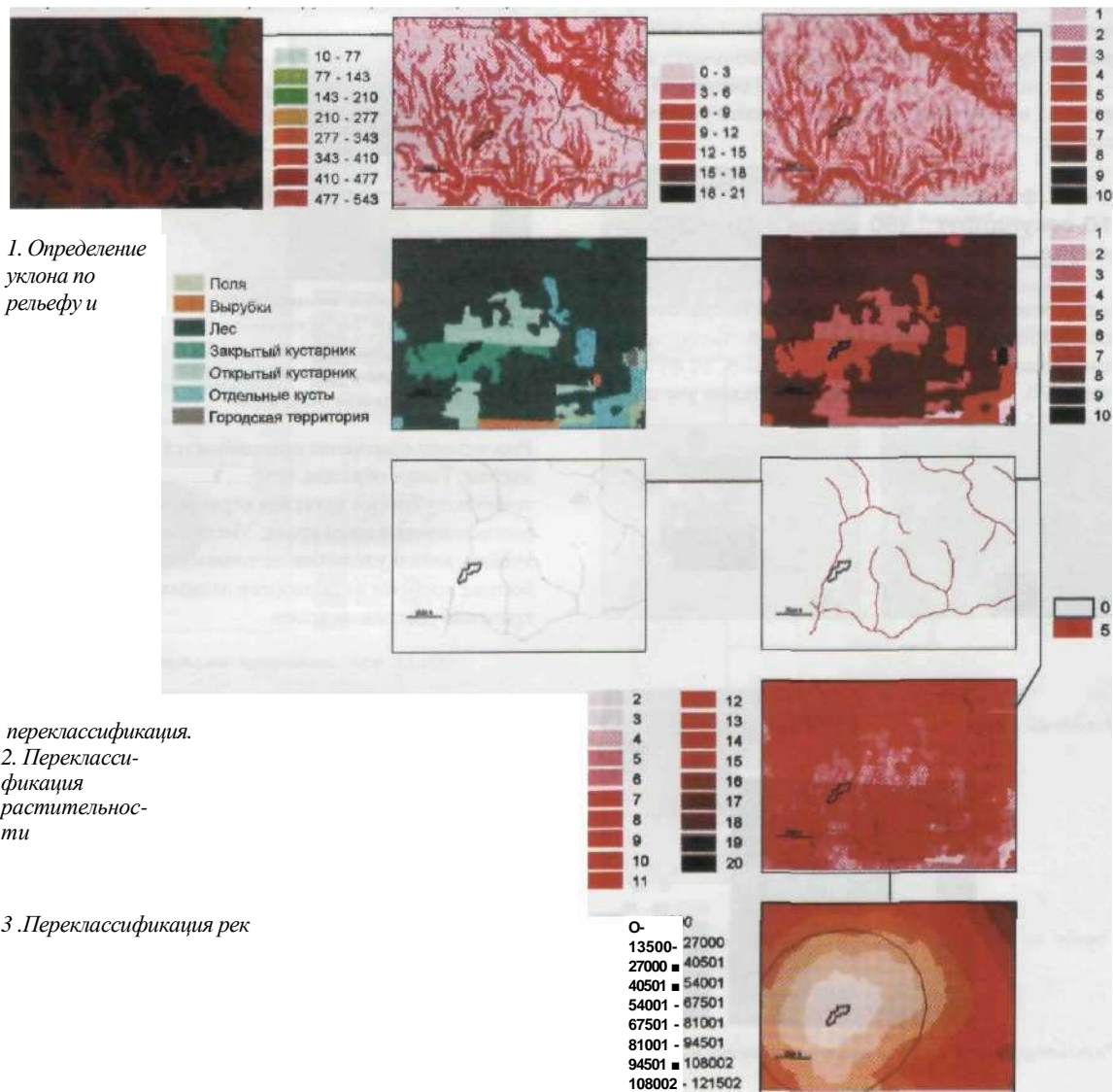
Создание поверхности затрат

Вы можете создать поверхность затрат на основании одного или нескольких факторов. Для создания слоя затрат, основанного на одном факторе, вы переклассифицируете имеющийся слой, основываясь на значениях ключевой характеристики. Например, вы переклассифицируете затраты на фут строительства дороги, основываясь на характере растительного покрова — скажем, 50 центов за фут по лугу, 75 центов по кустарнику, \$ 1.25 через лес и так далее — вы переклассифицируете покрытие земли используя эти значения для создания слоя затрат.



Чтобы создать слой затрат, основанный на нескольких факторах, приходится комбинировать все слои исходных параметров. Например, представьте, что затраты на трелевку леса обусловлены крутизной склона, типом растительности вокруг вырубki, а также пересеченностью местности реками. Вначале, путем переклассификации по общей для всех относительной шкале изменения величин, создаются три слоя: уклона, растительности и гидросети. Слой уклона будет иметь значения от 1 (пологий) до 10 (крутой).

Слой растительности, значения которого от 1 до 10 по различным типам растительности, представляющим трудность для трелевки леса - 1 для луга, 2 для открытого кустарника, и т.д., затем слой рек, со значениями от 0 для отсутствия рек. и до 5 для рек. Затем вы комбинируете слои для создания поверхности общих затрат со значениями от 2 до 20. ГИС использует слой затрат для создания поверхности затрат по расстоянию.

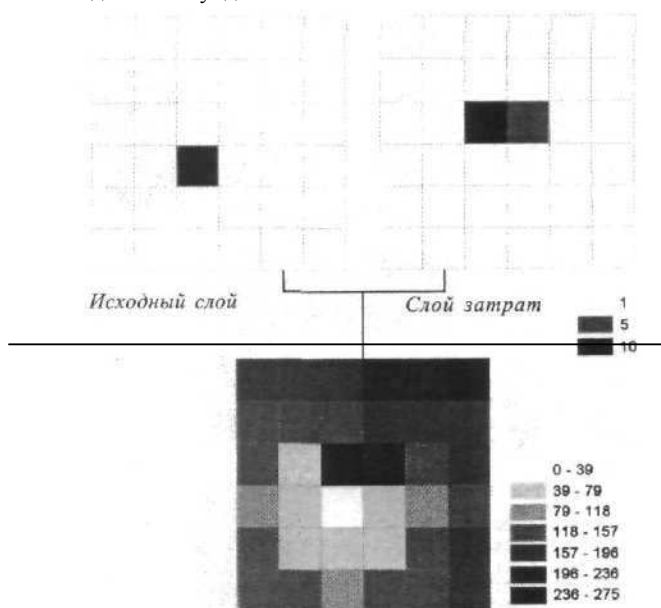


Что делает ГИС

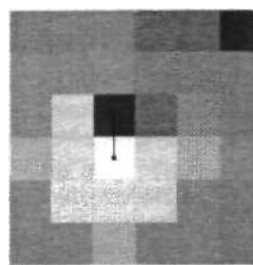
Используя поверхность затрат, ГИС суммирует затраты при прохождении каждой последующей ячейки от источника и присваивает совокупные затраты ячейке нового слоя. Каждой ячейке присвоена стоимость в соответствующих единицах измерения. Если размер ячейки измеряется в метрах, а время поездки в секундах, затраты для ячейки будут измерены в секундах на метр. ГИС рассчитывает затраты от центра до центра ячейки, следовательно, затраты на поездку от одной ячейки до другой — это сумма затрат на каждую, умноженное на половину размера ячейки. Например, если сторона ячейки равна 50 футам, и одна ячейка имеет величину затрат — 1 секунда на фут, а соседняя — 10 секунд на фут, время на поездку между двумя ячейками рассчитывается так:

$$(1 \text{ сек/фут} * (50 \text{ футов} / 2)) + (10 \text{ секунд/фут} * (50 \text{ футов} / 2)) = 275 \text{ секунд}$$

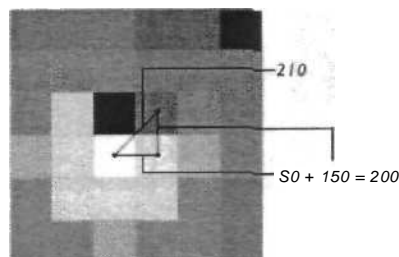
Если поездка диагональная, вводится поправочный коэффициент 1.4, таким образом, затраты соответственно возрастут в 1.4 раза. Например, 50 футов станут 70, а время в пути между ячейками увеличится до 385 секунд.



Результирующий слой затрат на передвижение



Ячейка с затратами 10 получает значение затрат по расстоянию 275 $((1*25)+(10*25))$.



Ячейкам присвоены наименьшие значения затрат от источника. В этом примере диагональная поездка, хотя и короче по расстоянию, выльется в большие затраты

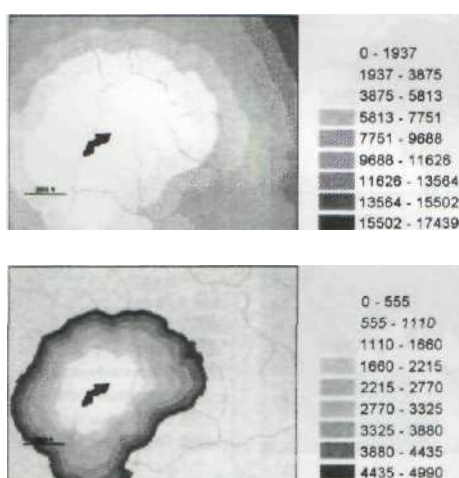
Рассчитанное значение присваивается всей площади ячейки. Таким образом, чем больше ячейка, тем менее точно полученные значения характеризуют места, расположенные на ее краях. Уменьшение размеров ячейки, хотя и увеличивает точность карты, требует больше времени на обработку данных и места для хранения растровых слоев.

МОДИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ ЗАТРАТ

Вы можете регулировать границы области анализа, ограничивая максимально допустимые затраты или назначая барьеры.

Назначение максимально допустимых затрат

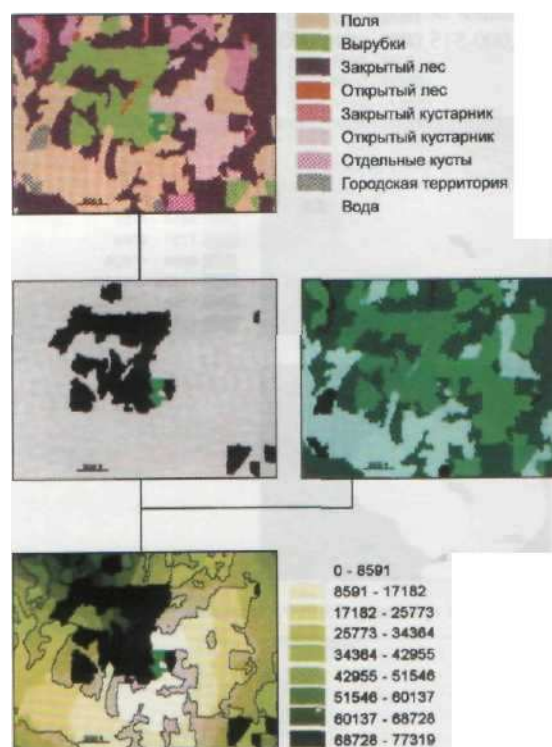
Вы можете ограничить область дистанционного анализа путем ограничения величины максимально допустимых затрат. В этом случае ГИС прекратит расчет, когда все ячейки в пределах заданного значения затрат получат свои расчетные характеристики. Любые оставшиеся ячейки в расчет включены не будут. Если вы не определили специально максимально допустимые затраты, ГИС будет рассчитывать значения для всех ячеек изучаемой области.



Область с затратами меньшими, чем \$5,000

Использование барьеров

Вы так же можете заблокировать присвоение значений затрат в определенных областях. Например, можно указать, что определенные участки непригодны для поездок. С этой целью создается слой-маска, в котором любым "непроходимым" ячейкам присваивается либо заведомо высокое значение, либо никакого совсем. Все остальные ячейки должны иметь реальные значения (обычно либо 1, либо 0). ГИС не включит "непроходимые" ячейки в расчет совокупных затрат. Например, если основанием для расчета затрат служит разность типов растительного покрова областей, покрытых лесом, вы должны составить маскировочный слой незалесенных земель, по которым проезд запрещен.



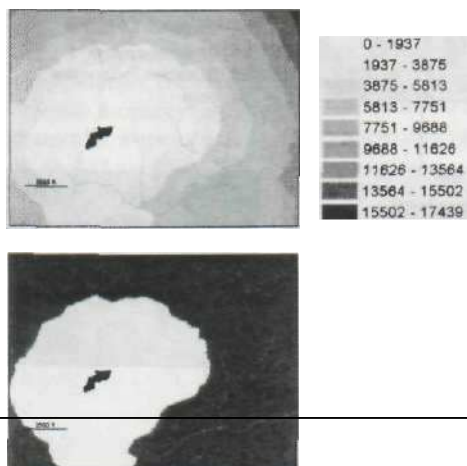
ГИС учитывает дополнительные затраты на обход маскированных областей.

ПОЛУЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ

Как только ГИС создала слой затрат на преодоление расстояния, вы можете либо определить границы области, достигаемой в процессе движения от источника, либо обобщить значения объектов, находящихся в ее пределах.

Определение границ области, достижимой в пределах указанных затрат

Исходный слой — это поверхность возрастающих от источника значений затрат. Если вам необходимо узнать, что находится в пределах указанных затрат — скажем, \$5,000 — вы выбираете ячейки, значения которых меньше или равны \$5,000 для создания нового слоя. Для создания вложенных буферов затрат можно просто переклассифицировать грид по градации *затрат*, например, 0-\$5,000, \$5,000-\$10,000, \$10,000-\$15,000, и \$15,000-\$20,000.

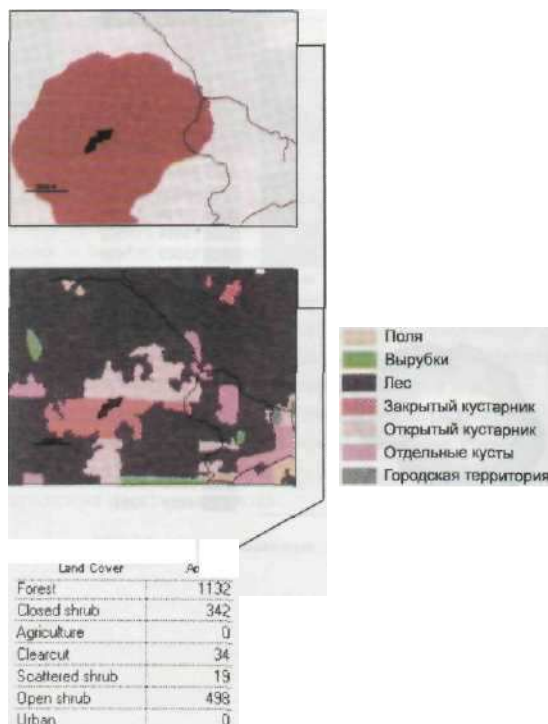


Область в пределах \$5,000 затрат на передвижение



Обобщение данных внутри полученной области

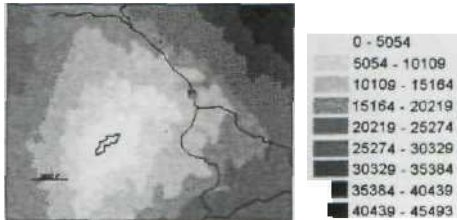
Вы так же можете обобщить информацию об объектах, находящихся в пределах данного затратного расстояния или определить затраты на достижение отдельных объектов, таким же образом, как это делалось при определении кратчайшего расстояния по поверхности (см. предыдущий раздел "Расчет затрат по поверхности"). Для этого необходимо переклассифицировать поверхность по одной или более градациям, а затем скомбинировать ее со слоем, содержащим объекты окружения. Например, вам необходимо оценить объем древесины или других типов растительности в пределах \$5,000 затрат на трелевку леса от места вырубki.



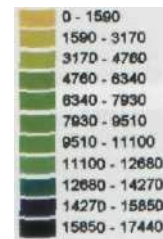
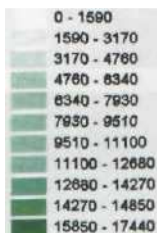
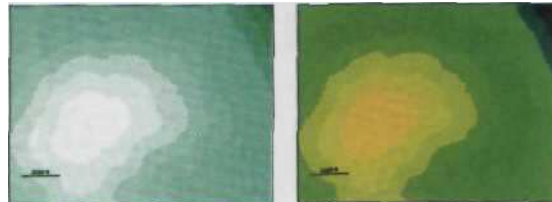
СОЗДАНИЕ КАРТЫ

Если вы хотите показать на карте затраты, необходимые для достижения дискретных объектов, нанесите их поверх дистанционной поверхности. Дистанционная поверхность обычно отображается с использованием шкалы цветов.

Поверхность затрат и дороги вокруг лесозаготовительного участка.



Если вы наносите на карту более шести или семи классов, используйте оттенки двух или трех цветов для их различия. Неплохо также показать источник отличным цветом.



7

Анализ пространственных изменений

ГИС позволяет отразить на карте движение объектов или изменения их параметров во времени. Возможность визуально оценивать происходящие изменения позволяет глубже понять их причины, предвидеть и оценивать последствия их воздействия.

В этой главе:

- Зачем анализировать пространственные изменения?
- Постановка анализа
- Три способа отражения на карте изменений
- Создание временных рядов
- Создание карт слежения
- Количественная оценка изменений

Зачем анализировать пространственные изменения?

Люди наносят на карту изменения для того, чтобы предвидеть грядущие перемены, принимать решения о применении мер воздействия или оценивать результаты практической деятельности. Отображая на карте положение движущихся объектов в определенные моменты времени, вы можете глубже проникнуть в причины их поведения. Например, метеоролог может изучать маршруты ураганов для прогнозирования их появления в будущем. Биолог, изучающий диких животных, может исследовать передвижения медведя в 24-часовой период для выяснения особенностей их питания и определения размеров территории, минимально необходимой для поддержания популяции.

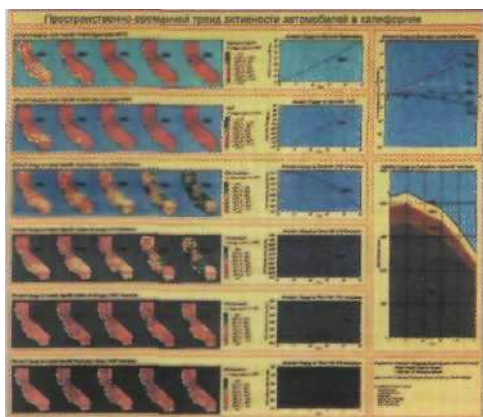
Другая причина для отражения на карте изменений — прогнозирование будущих потребностей. Например, начальник полиции может изучать, каким образом из месяца в месяц изменяется преступность в разных районах города, чтобы планировать маршруты патрульной службы. Планировщик транспортной сети может учитывать тенденции изменения дорожного движения, чтобы вовремя подвести дополнительные улицы к скоростным шоссе и магистралям. Отражая на карте условия до и после воздействия или происшествия, вы можете оценить эффективность принятых мер. Начальник полиции, например, может в течение полугодия до и после облавы наносить на карту места задержания распространителей наркотиков, чтобы оценить эффективность принятых мер. Аналитик рынка розничной торговли может отслеживать изменения в объеме продаж до и после рекламной кампании, оценивая эффективность рекламы.

ГАЛЕРЕЯ КАРТ

Сразу же после Второй мировой войны, Эмаральда Марш, заповедник для птиц и других диких животных, стал постепенно сокращаться в связи с развитием индустрии у его границ. Для обоснования стратегии восстановления болот, расположенных на северо-западе от Ориандо, Флорида, районный отдел руководства речной сети Сант Джонс вынес на карту изменение растительных формаций в течение четырех временных интервалов в период с 1941 по 1987 гг. Карты помогли биологам оценить развитие современного растительного покрова с точки зрения исторических закономерностей его формирования. Данная информация поможет округу восстановить болотистые места для увеличения поголовья водных видов птиц, а также улучшения качества воды.

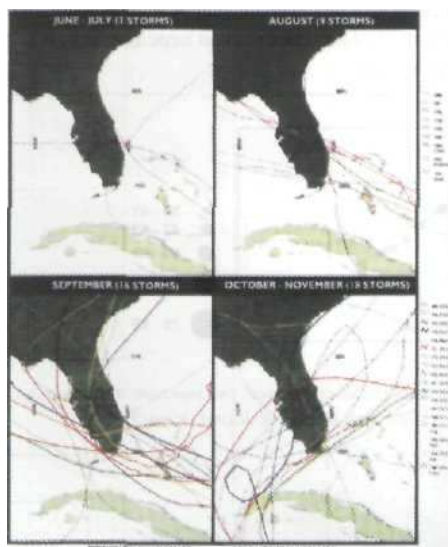


Несмотря на то, что качество воздуха в последние годы заметно улучшилось, загрязнение атмосферы все еще остается основной проблемой некоторых областей Калифорнии. Для того, чтобы помочь администрации разработать более эффективные меры, Совет по воздушным ресурсам создал серию карт штата, отражающих тенденцию изменения количества зарегистрированных легковых машин и грузовиков, а также пройденных ими миль в сопоставлении с изменением концентрации в воздухе выхлопных газов за период 1975 по 1995 гг. Карты показывают, что, в то время, как число автомобилей на дорогах штата росло, некоторые виды выбросов в действительности снизились. Другие, напротив, возросли в некоторых областях, указывая на необходимость принятия там усиленных мер по контролю за эксплуатацией автотранспорта.

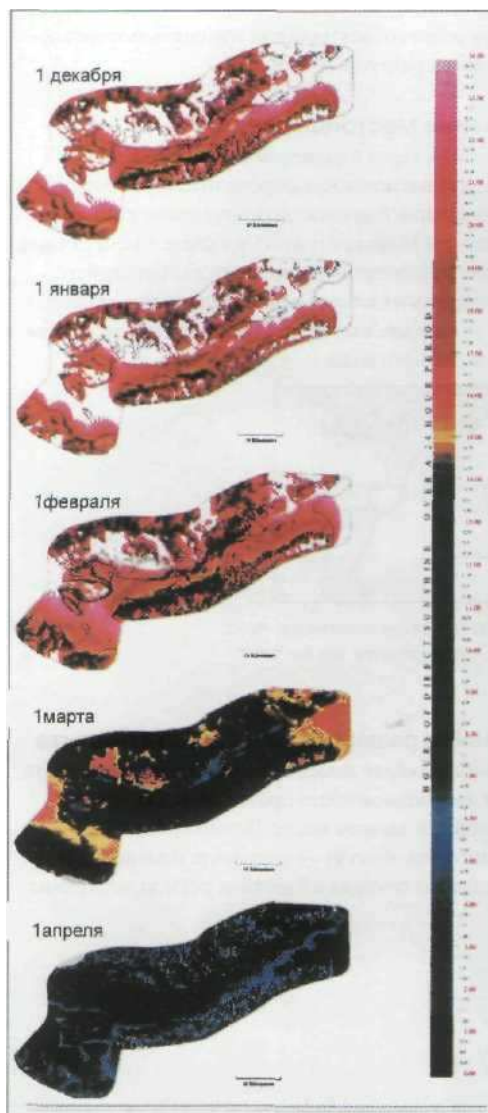


Районный отдел управления водным хозяйством Южной Флориды отвечает за -защиту от наводнений — в том числе и от наводнений вследствие ураганов — перед почти шестимиллионным населением штата. Как часть информации, предоставляемой населению относительно того, как отдел планирует и реагирует на ураганы, аналитики создали набор карт, показывающих, сколько ураганов случилось во Флориде в течение сезона штормов (июнь-ноябрь) с 1886 г.

Прибрежные ураганы (1886 -1996) помесечно



Долина Тейлора в Антарктике известна уникальными ледниками, крутыми склонами, широкими долинами и высокими плато. В рамках экологических исследований этого региона исследователи из Университета штата Колорадо создали серию карт, показывающих поверхность, освещаемую прямыми солнечными лучами в течении первых суток каждого месяца. Ученые использовали данные карты для оценки влияния солнечного света на климат, состояние ледников, почвы, озер и рек, а так же на биосферу данной территории.



Постановка анализа

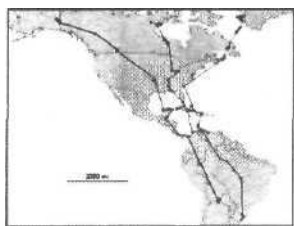
Вы можете отслеживать изменения, показывая местоположение и состояние объектов на каждый момент времени или рассчитать и отразить на карте различия, произошедшие с каждым объектом за установленный период. Знание типа изменения и типа исследуемого объекта, а также представление об информации, которую вы предполагаете получить в результате анализа, поможет принять решение о способе создания карты изменений.

ТИПЫ ИЗМЕНЕНИЙ

Географические объекты могут изменять местоположение, геометрию или свойства

Изменение местоположения

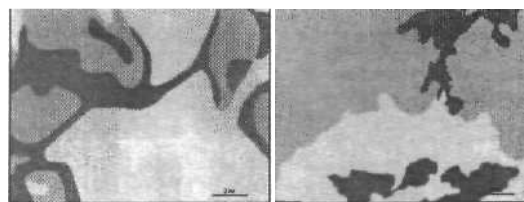
Отражение на карте изменения местоположения объекта дает возможность определить закономерности его поведения и предсказать изменение состояния. Например, вы можете отразить на карте ежемесячные сводки передвижения ураганов, чтобы отследить периодичность их появления. Создав карту сезонных перелетов сапсана, вы сможете определить масштабы миграции данного вида.



Контроль за перемещением трех соколов при перелете на юг.

Изменение размеров или свойств объекта

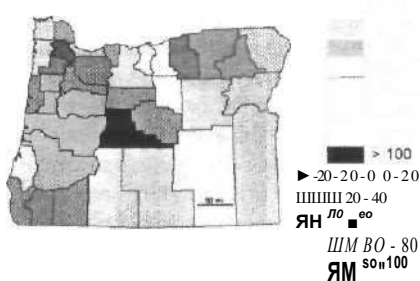
Отражение на карте изменений размеров или свойств объекта дает возможность проследить, как изменились условия в данном месте. Возможно также изменение типа объекта — например, изменение типа растительного покрова в бассейне реки за последние 20 лет.



Редкий кустарник
Лесистая местность
Лес

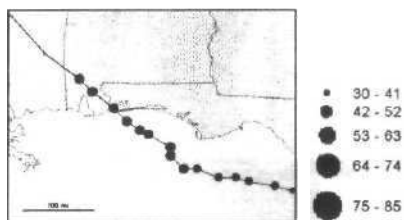
Растительный покров в
1914 и 1988 годах

Изменения также могут касаться количественных показателей объекта — например, прирост количества населения в каждом штате за последние 20 лет или сезонные колебания содержания кислорода в воздухе.



Процент изменения населения по штатам, 1970-1990 гг.

Изменения местоположения не исключают возможности изменения свойств. Какой-либо фактор может изменить местоположение и свойства объекта в одно и то же время. Примером может послужить ураган, в котором скорость ветра изменяется в зависимости от того, над какой поверхностью он передвигается: водой или сушей.



След урагана (размер точек указывает на относительную скорость ветра в милях в час).

ТИПЫ ОБЪЕКТОВ

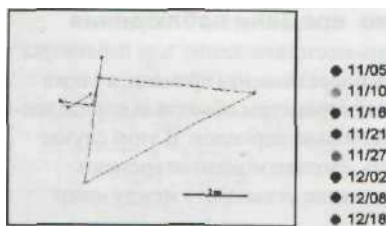
Знание типа отражаемых объектов помогает определить наилучший метод отражения исследуемого изменения.

Движущиеся объекты

Вы можете отразить на карте как физические перемещения дискретных объектов, так и пространственных явлений.

Дискретные объекты

Движение каждого дискретного объекта в пространстве можно проследить. Если это точечный объект, такой как ураган, автомобиль или животное, есть возможность отобразить его маршрут точками по пути движения; линейные объекты, такие как меняющееся направление речное русло, меняют и позицию на карте; изменение формы площадного объекта, например, зоны пожара, вы можете запечатлеть в любой момент времени. Площадные объекты часто представляют собой контур, который расширяется или сжимается, например, при разливе нефти, пожаре в лесу или развитии городской территории.



Передвижение сапсана отслеживалось несколько недель, чтобы определить границу его обитания.



Эта карта показывает развитие зоны пожара в течение шести дней.

События

События, такие как преступления или землетрясения, представляют собой пространственные явления, возникающие в различных местах. Тогда как каждое отдельное событие происходит в одной точке, серия событий может иметь пространственное развитие и отражаться на карте для того, чтобы показать движение явления во времени. Например, вынося на карту места, откуда поступали звонки в службу спасения с сообщениями о наркотиках, вы можете получить представление о том, куда переместилась в течение нескольких месяцев деятельность наркодельцов.

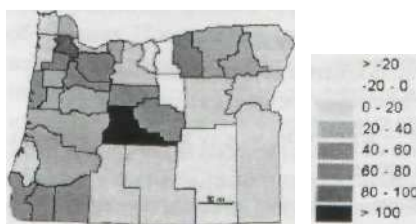
Объекты, изменяющие свойства или размеры

Вы можете отразить на карте изменения свойств или размеров дискретных объектов, обобщенных по площади данных, непрерывных категорий или непрерывных числовых значений.

Дискретные объекты

Этот тип объектов способен изменять свойства или величину связанной с ними атрибутивной информации. Примерами могут служить магазины, объем продаж которых меняется из месяца в месяц, участки, на которых за десятилетний период изменился характер землепользования, улицы с изменением направления и скорости движения в течении суток.

Данные, обобщенные по площади Это агрегированные данные, проценты или другие количественные показатели, характеризующие совокупность объектов, находящимися в пределах области, например — ежегодное изменение населения штата или ежемесячные колебания количества звонков в службу спасения.



Процентное изменение населения с 1970 по 1990 г.

Непрерывные категории

Непрерывные категории отображают тип объекта в точке, например — тип растительного покрова. Они могут быть представлены в виде областей или поверхности.



Непрерывные значения Это непрерывные величины, такие как уровни загрязнения, которые могут быть получены в любой точке поверхности. Обычно эти данные измеряются в фиксированных точках, таких как станции контроля качества воздуха, и интерполируются с целью создания непрерывной поверхности.



ВРЕМЯ НАБЛЮДЕНИЯ

Выбор моментов времени, а также разбивка временных интервалов, в течении которых проводятся наблюдения во многом определяют процесс выявления пространственных закономерностей на вашей карте.

Модели временного ряда

Вы можете использовать в процессе анализа три основных модели оценки временных изменений: "Тенденцию — изменение между двумя (или более) моментами времени

- «до» и «после» — условия предшествующие событию и ставшие его результатом.
- Цикл — изменения, повторяющееся в определенный период времени, например — раз в день, месяц или год.

Тенденции отражают увеличение или уменьшение исследуемой величины во времени или ее пространственные изменения, а циклы показывают повторяющиеся закономерности в поведении объектов, которые вы наносите на карту. Отображение на карте условий «до» и «после» события в процессе оценке последствий позволяет наблюдать оказанное влияние. Вы можете попытаться выявить каждую из указанных закономерностей в исследуемом наборе данных. Например, если вы оцениваете уровни двуокиси серы, измеренные ежечасно на протяжении 10 лет, можно нанести на карту среднегодовые уровни, чтобы увидеть тенденцию изменения загрязнения по годам. Также можно обобщить значения за шестичасовой период в течение года, чтобы показать дневной цикл изменения концентрации загрязнителя. Существует также возможность сопоставить на карте среднегодовые уровни до или после определенной даты, например, даты введения новых регулирующих правил, чтобы увидеть, какое влияние они оказали. Вы так же можете выявлять данные закономерности в комплексе. Например, можно показать, как изменились дневные циклы загрязнения в течение нескольких лет.

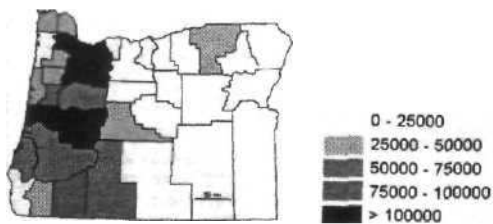
Распределение времени наблюдения

Вы можете показать местоположение или параметры объектов в два или более момента времени, а также обобщить основные параметры объекта за определенный период или несколько периодов. В этом случае необходимо решить, сколько моментов времени показать на карте и какие установить между ними интервалы.

Использование временных срезов или обобщений

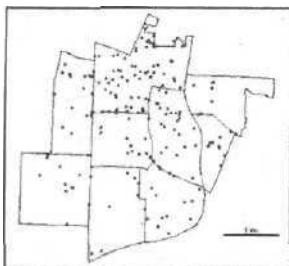
Временные срезы отражают состояние процесса в какой-либо момент времени и используются для отражения постоянно меняющихся во времени величин, таких как количество населения, растительный покров или качество воздуха. В любой момент времени имеется некоторое определенное значение данной величины.

Обобщение используется для картирования мест дискретных событий, которое не является постоянным во времени — то есть, в любой момент времени событие или происходит, или не происходит.



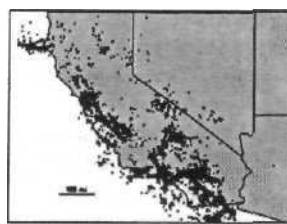
Временной срез количества населения по штатам на 1970 г

Например, вы можете отразить на карте звонки в службу спасения за месячный период или нанести расположение эпицентров землетрясений, происшедших в течение нескольких лет (отражение на карте землетрясений, существующих в любой данный момент не даст представления об их распределении). Вы так же можете обобщить значение непрерывного явления в течение заданного периода времени. Например — обобщить ежедневные данные о температуре воздуха в городе в среднемесячный показатель.



Звонки в службу спасения по нескольким округам за период с 1 января по 31 января

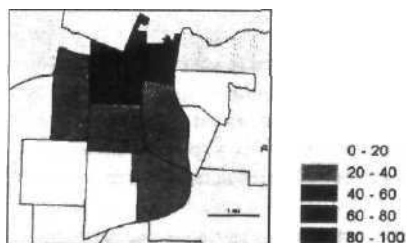
Call #	Date	Time	Type
98000051	1/01/98	16:38:04	CFIRE
98000051	1/01/98	16:38:04	CFIRE
98000085	1/02/98	5:13:50	BEC2
98000093	1/02/98	6:47:39	TAB1
98000093	1/02/98	6:47:39	TAB1
98000093	1/02/98	6:47:39	TAB1



Землетрясения с 1970 по 1974 гг.

При обобщении вы можете подсчитать количество происшедших событий (например, число автомобильных краж), найти сумму значений (таких как общая стоимость украденного) или рассчитать другие статистические данные (например — средняя стоимость каждой кражи).

Вы так же можете обобщить и отразить на карте дискретные события в пределах установленных границ — например, общее количество звонков в службу спасения в пределах округа за месяц. Нанести на карту объекты и обобщить данные в пределах их окружения. Примером может служить число ударов молнии рядом с каждой опорой линии электропередач во время грозы.

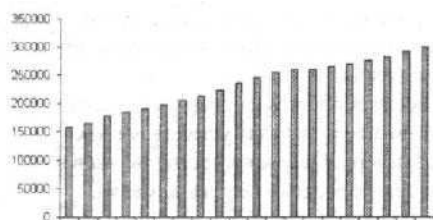


Заштрихованные области отражают количество звонков в службу спасения с 1 января по 31 января

Выбор временной шкалы

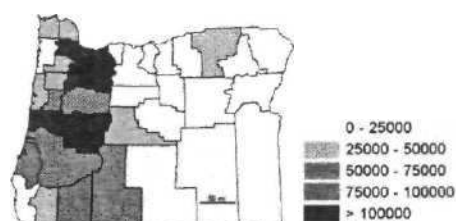
Если вы наносите на карту тенденции изменения, вам необходимо определить временной интервал, количество временных срезов и продолжительность периода обобщения. Продолжительность, разделенная на количество временных срезов, дает интервал. И наоборот, продолжительность, разделенная на интервал, дает количество временных срезов. Если данные были собраны только на несколько моментов времени, интервал определяется сам собой. Однако, если у вас есть ряд наблюдений, вы можете выбрать временной интервал самостоятельно.

Например, если у вас есть среднегодовое количество населения по штатам за 20-летний период, можно показать прирост населения за год, пять или Шлет. Для пользователей закономерности будут лучше видны, если использовать систематический временной интервал. Вообще, временной интервал должен быть достаточно продолжительным, чтобы показать различие между двумя состояниями, но не пропускать важную информацию. Например, изменение населения из года в год может не очень отличаться, но подекадные изменения могут проявляться лучше.

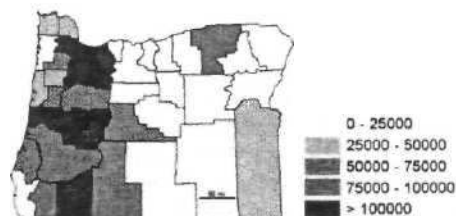


Ежегодный прирост населения с 1970 по 1989г.г. Так как возрастание постепенное, достаточно использовать пяти- или десятилетний интервал.

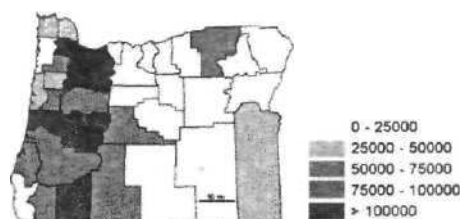
Оформление данных в виде диаграмм позволяет увидеть распределение значений во времени и выбрать подходящий интервал. Если изменения происходят быстро, используйте короткий промежуток времени, для более плавных используйте больший интервал. Необходимое количество используемых временных срезов зависит от характера изменений. Если изменения протекают медленно и равномерно, несколько широко распределенных временных срезов могут точно представить общую картину. Однако, в этом случае есть опасность пропустить важные изменения, которые могли произойти в промежутках. Таким образом, вы можете о них не узнать. К тому же, пропадет информация о том, в какой период времени произошло наибольшее количество изменений. Например, отражение на карте количества населения в 1970 и 1990 гг. показывает значительное изменение между этими датами. Но если вы покажете демографическую обстановку в 1970, 1980 и 1990 гг. вы можете увидеть, что наибольшее изменение произошло как раз между 1970 и 1980 годами.



1970



1980



1990

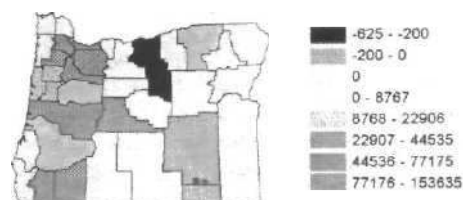
Для отображения на карте циклов необходимо либо показать временной срез, либо обобщить данные за период, в зависимости от того, наносите ли вы на карту дискретные события или непрерывные явления. Что касается дискретных событий, вам лучше обобщить их, нежели использовать данные на момент времени. Например, вместо того, чтобы отражать на карте все звонки в службу спасения, которые произошли ровно в 9 утра, 3 часа дня, 9 вечера и в 3 утра, вы присваиваете код каждому звонку, который произошел утром (с 6 часов до полудня) или после обеда (после обеда до 6 часов), и так далее, а затем отражаете на карте звонки в соответствии с периодом, в который они попадают. Это значительно упрощает и облегчает понимание ваших данных.

ЧТО ВЫ ХОТИТЕ ПОЛУЧИТЬ В РЕЗУЛЬТАТЕ АНАЛИЗА?

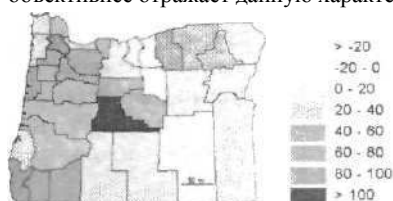
Если вы отражаете изменения размеров или свойств объекта, карта может показать масштаб и скорость изменения. Количественная оценка изменений, лучше, чем простое отображение разновременной обстановки выделит объекты, которые претерпели существенные изменения.

Оценка масштаба изменения

При количественной оценке изменений вычитаются разновременные числовые значения, связанные с каждым объектом. Например, вы можете вычесть число населения 1970 года по каждому штату из числа населения в 1990 году, чтобы получить изменение населения между 1970 и 1990 гг. Или вычесть объем продаж каждого магазина за 1997 г. из аналогичного показателя за 1998 г. и получить разницу в объеме продаж за год.

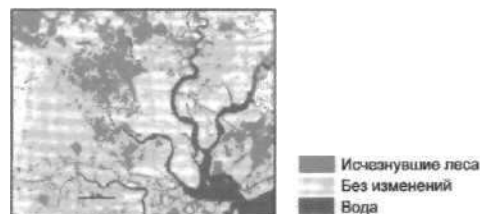


Прирост населения с 1970 по 1990гг. Вы так же можете рассчитать разницу в процентах, разделив конечное значение на начальное и умножив на 100. Нанесение на карту процентного показателя дает возможность оценки относительных изменений значений объектов от их исходных величин. Особенно эффективен данный подход при оценке изменений числовой характеристики объекта. Например, вы можете отразить на карте процент изменения количества населения по странам, чтобы узнать в какой стране население растет быстрее. Страны с большим количеством населения обычно имеют больший абсолютный прирост, но процентное выражение объективнее отражает данную характеристику.



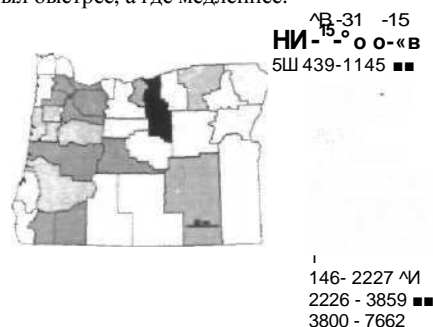
Процент изменения количества населения с 1970 по 1990 гг..

Для оценки изменения типа или категории объектов, вы суммируете площадь участков каждой категории на каждый период времени и рассчитываете абсолютную или относительную разницы между ними. Например, вы считаете площадь лесных массивов до и после урагана и, оценив разницу между ними, получаете количество уничтоженного леса.



Оценка скорости изменения

Вы можете так же оценить скорость изменения. Для этого разницу между двумя разновременными значениями нужно разделить на количество времени, разделяющее даты измерений. Результат — среднее изменение за единицу времени. Например, вы можете вычесть число населения в 1970 г. в каждом штате из числа населения в 1990 г. и разделить это значение на 20 для получения прироста населения за год. Это — среднее число за двадцатилетний период и оно не обязательно точно характеризует прирост в любом году данного интервала. Зато такой способ очень удобен для сопоставления объектов. Например, вы можете нанести на карту скорость изменения количества населения в каждом штате и увидеть, где рост был быстрее, а где медленнее.



Средний прирост населения по годам с 1970 по 1990г.

Три способа нанесения на карту изменений

Вы можете отразить на карте изменения с использованием временных рядов или карт слежения, или вы можете измерить и нанести на карту разницу в значениях между двумя датами или временными отрезками.

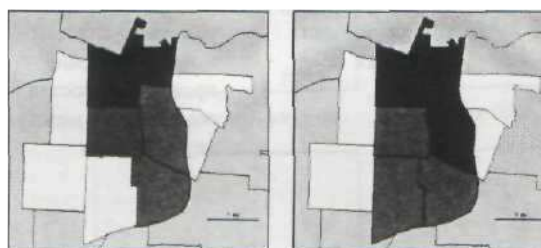
Создание временных рядов

Временные ряды хорошо отражают изменения в точке пространства, в дискретных областях или поверхностях. Вы создаете свою карту для каждого временного интервала или момента времени, показывая на ней расположение или параметры объектов.



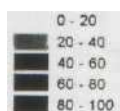
Январь

Февраль



Март

Апрель



Временные ряды, отражающие количество звонкой службы спасения по округам

Создание карт слежения

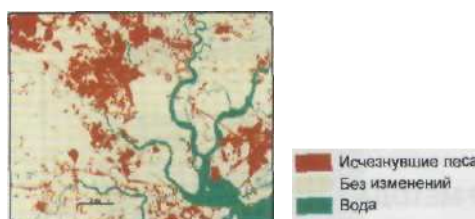
Карта слежения создается для показа движения дискретной точки, линейного объекта или границ области. Вы создаете отдельные карты, показывающие расположение объектов в заданные моменты или интервалы времени.



Карта слежения за развитием пожара в течение 6 дней

Оценка и нанесение на карту изменений

Оценка и нанесение на карту изменений проводится с целью отображения величины, процентного отношения или степени изменения объекта. Вы определяете количественные изменения, смену категории или числового значения и показываете объекты, соответствующие этим значениям.



Карта, показывающая изменения лесного покрова после урагана

СОПОСТАВЛЕНИЕ МЕТОДОВ

Метод	Тип изменения	Модель временного ряда	Достоинства	Недостатки
Временные ряды	Движение или изменение свойств	Тенденция Цикл «До» и «после»	Сильный визуальный эффект при условии значительных изменений; Отражает состояние объекта в каждый момент времени	Пользователю для оценки изменений доступно только визуальное восприятие карты. И
Карты слежения	Движение	Тенденция Цикл «До» и «после»	Легче увидеть движение и слабые изменения, чем при использовании метода временных рядов.	Может быть труден для восприятия, при большом количестве объектов.
Количественная оценка изменений	Изменение свойств	Тенденция «До» и «после»	Показывает действительную разницу в количестве или значениях	Не отражает действительных условий в каждый момент времени, проводит сопоставление только между двумя датами

ВЫБОР МЕТОДА

- " Используйте временные ряды, если вы хотите показать движение или изменение свойств объекта в течении двух или более временных отрезков.
- " Используйте карты слежения, если вы хотите показать движения объекта между двумя или более моментами времени или отразить периодичность изменения.
- Количественную оценку изменений используйте тогда, когда хотите показать численные различия в параметрах объекта между двумя моментами времени.

Создание временных рядов

Создание набора временных рядов напоминает процесс картирования местоположения объектов или их числовых характеристик, которые обсуждались в главах 2 и 3. Так как вы делаете карту для каждого временного среза, необходимо заранее определить количество карт и значимость отображаемых величин. Вы можете использовать временные ряды, чтобы показать изменение местоположения, размеров или свойств объекта.

ОТОБРАЖЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ

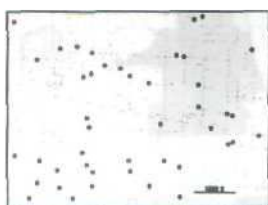
Временные ряды эффективно отражают закономерности движения, если в анализ включено множество отдельных объектов, например — звонки в службу спасения за какой-то период. Если отобразить данную ситуацию с помощью карты слежения, количество разрозненных объектов на одной карте затруднит ее восприятие.

с 6 вечера до полуночи

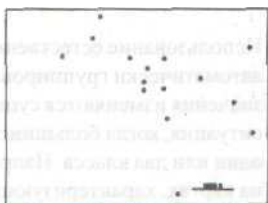
с полуночи до 6 утра.



6 утра до полудня

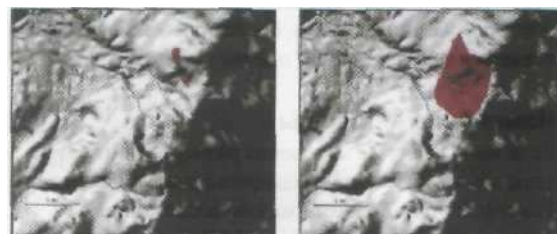


с полудни до 6 вечера



Тогда как утренние и вечерние звонки в службу спасения распределены по всей области, звонки, сделанные поздно ночью, сконцентрированы в одной области.

Временные ряды полезны при отображении движения небольшого количества крупных отдельных объектов, таких как зона пожара или разлив нефти, развивающиеся в течении нескольких дней.



Использование карты слежения (внизу) акцентирует внимание на движении или потоке огня, тогда как временные ряды концентрируют внимание на возрастании размеров сгоревшей области.

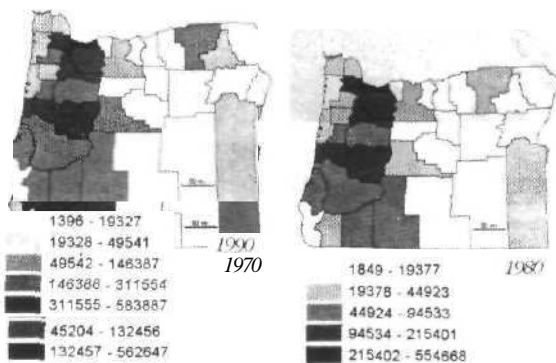
При создании карты обязательно понадобится показать и некоторые неподвижные объекты для привязки. Например, при отражении на карте преступлений понадобится нанести одни и те же улицы города на всей серии карт.

ОТОБРАЖЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ РАЗМЕРОВ И СВОЙСТВ

Временные ряды в частности хороши для отражения изменения размеров и свойств дискретных областей и поверхностей, особенно, если изменение существенное. Если же оно невелико, более приемлемой может оказаться количественная оценка.

Изменение величины

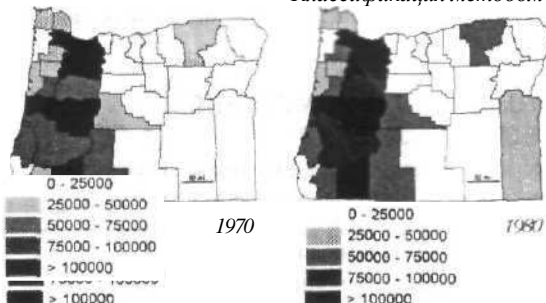
Если вы исследуете изменение размеров или количества, вам необходимо классифицировать значения для каждой карты. Для этого можно воспользоваться методикой, описанной в Главе 3 "Построение карт по числовым критериям", допускающей как произвольную классификационную схему, так и стандартные: естественную разбивку, квантиль или равные интервалы. При этом необходимо учитывать весь диапазон изменения значений объектов на всех картах. В одних случаях допускается использование для разбивки набора уникальных для каждой карты классовых диапазонов, позволяющих лучше раскрыть закономерности каждой из них. Хотя это затрудняет быстрое распознавание изменений между картами, поскольку пользователю придется сопоставлять изменения одной и той же величины по различным легендам.



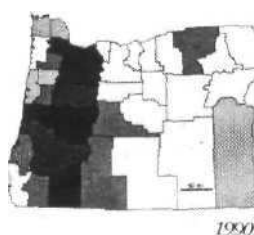
Население 1970, 1980 и /990гг. В результате классификации методом естественной разбивки, уникальной для каждой карты, некоторые штаты перешли в более низкий класс, несмотря на реальный прирост населения.

Более традиционный подход—использование одной схемы классификации ко всему диапазону данных на всех картах. Предварительно можно использовать гистограмму для определения разрывов между классами, а затем вручную установить одинаковые для всех карт диапазоны.

Классификация методом



равных интервалов, примененная ко всему диапазону значений на всех картах объективно отразила места, в которых население возросло.



Использование естественной разбивки позволяет автоматически

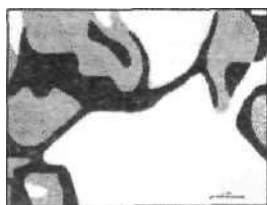
группировать данные. Однако, если их значения изменяются существенно, может возникнуть ситуация, когда большинство значений попадут в один или два класса. Например, количество населения на картах, характеризующих демографическую обстановку прежних лет, может сгруппироваться в нижних классах, а на более современных — в верхних. Классификация квантилями и равными интервалами хорошо зарекомендовала себя применительно к оценке временных изменений. Квантиль дает возможность показать временные изменения порядка ранжирования объектов (несмотря на то, что реальные значения могут увеличиться или уменьшиться в любом классе). Равные интервалы хорошо отражают количественные изменения величин любого класса.

Изменение свойств

Исследуя изменения свойств объектов, вы, как следствие, можете обнаружить и изменение их категорий. Обычно такое возможно в случае накопления ряда исторических данных или информации, собранной из различных источников, которые изначально использовались для других целей. В этом случае также можно использовать имеющиеся категории каждой карты или создавать новые, применимые ко всем картам одновременно.

Использование имеющихся категорий наиболее точно отразит обстановку на каждой отдельной карте, хотя может затруднить их сопоставление. Данный подход применим, если однотипные категории на разных картах похожи или слабо отличаются. Использование различных оттенков одного цвета для схожих категорий поможет легче определить закономерности изменений. Не мешает все же сделать на карте соответствующие пояснения.

[Редкий кустарник



Непригодный для добычи лес / Пригодный для вырубки лес



Кустарник
Дуб - Широколиственные
Ель - Дугласа - Западная тсуга

Изменение растительного покрова с 1914 по 1988 г.г. с использованием исходных категорий каждой карты.

Если вы отражаете несколько категорий, их при необходимости можно обобщить в одну. В некоторых случаях категории, разрозненные для одного момента времени, могут быть легко обобщены для другого временного периода. Например, одна карта может показывать различные категории леса: сосна, ель, лиственница, и так далее, которые могут быть на другой карте сгруппированы в общую категорию "хвойные леса". В других случаях установки категорий могут отличаться очень немного, и вы можете легко обобщить категории всех карт. В любом случае на карте необходим пояснительный текст.

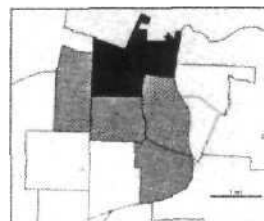


Изменение растительного покрова с 1914 по 1988 г.г. с использованием обобщенных категорий.

КОЛИЧЕСТВО КАРТ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ

Если у вас есть достаточно большой ряд наблюдений, необходимо решить, каким количеством карт его лучше представить. Демонстрация нескольких, достаточно разнесенных по времени карт может облегчить восприятие. С другой стороны, показ большего количества карт близких по времени может раскрыть закономерности, которые теряются в первом случае.

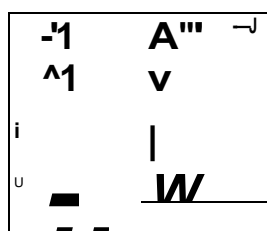
Довольно трудно оценивать одновременно более пяти-шести карт. Опыт показывает, что демонстрации всего нескольких графических приложений обычно достаточно, чтобы раскрыть закономерности без перегрузки пользователя информацией.



Звонки в службу спасения
Январь

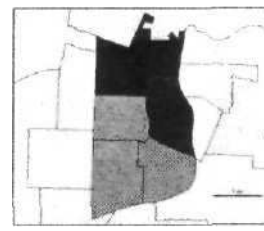


Февраль



Март

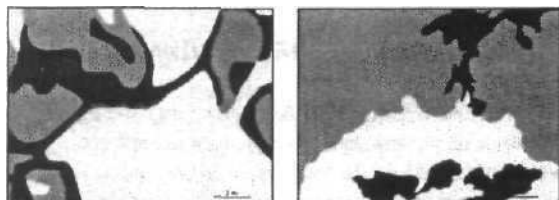
о . го



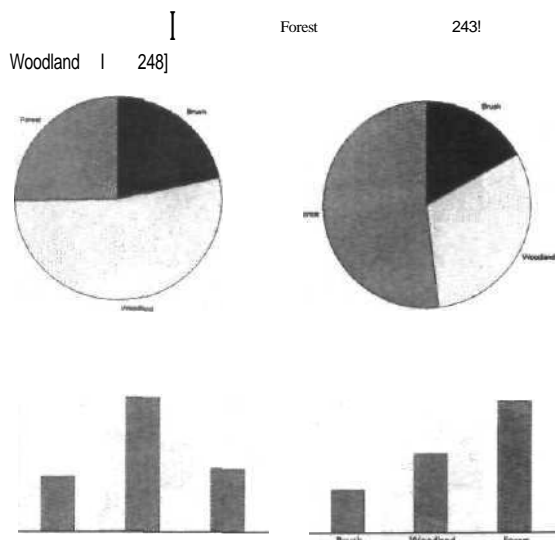
Апрель

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ

Таблицы и графики, дополняющие ваши карты, могут существенно повысить наглядность отображения. Например, вы можете создать таблицу для каждой карты, показывающую количественные или процентные характеристики каждой категории. Столбчатая диаграмма (с количественной характеристикой) или круговая картограмма (с процентным соотношением) могут помочь точнее отобразить величину изменения свойств объекта.



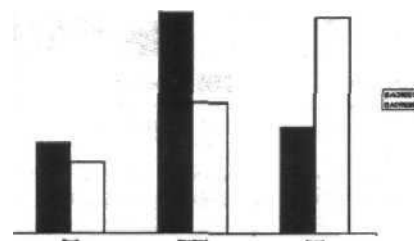
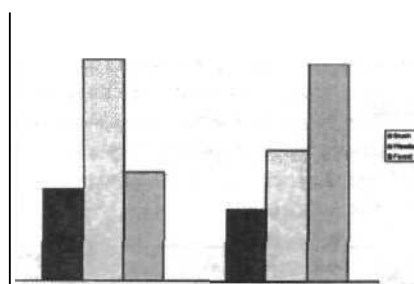
Кустарник
Широколиственный лес
Хвойный лес



Состояние растительного покрова в 1914 (левая колонка) и в 1988. Количество лесистой местности уменьшилось, а количество леса увеличилось. Тогда как общее количество кустарника осталось приблизительно тем же, вы можете заметить, что оно возросло в одних местах и уменьшилось в других.

Вы так же можете сопоставить таблицы, используя поля категорий для связки и создать диаграммы, сопоставляющие несколько временных срезов одновременно.

	(«14)	Pmnl (1914)	Abw (1988)	Pmtrl (1988)
Впий	j	22J	BO	~14
Woodand	1	53!	~14	!
Forest	!	"25T	243	i



Верхняя диаграмма обращает внимание на состав области в каждый момент времени: нижняя — на изменение категории.

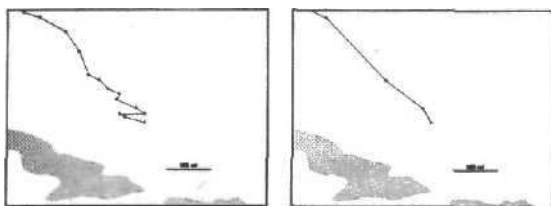
Создание карт слежения

Карты слежения отображают положение одного или нескольких объектов в какой-либо момент времени. Такой способ отображения хорошо показывает поступательное движение отдельных объектов (таких как ураган или пожар) или событий, имеющих пространственное развитие (например, изменение криминогенных зон города).

ОТОБРАЖЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

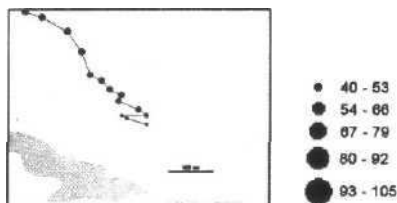
Для нанесения на карту перемещений отдельных объектов, представленных точками, таких¹ как ураган или грузовик, вы наносите положение каждого объекта в каждый момент времени. Если отслеживается поведение нескольких объектов, можете отметить их разными цветами.

Если вы хотите анализировать траекторию движения объекта, нарисуйте линию, соединяющую точки его нахождения в каждый момент времени. Чем короче временной интервал, тем точнее линия представит траекторию следования объекта. Использование малого числа узловых точек или больших интервалов времени упрощает траекторию, в результате чего мелкие изменения направления могут быть упущены.



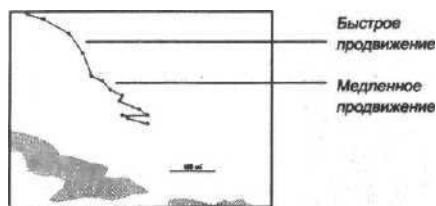
Траектория движения урагана, построенная с трехчасовым (слева) и шестичасовым интервалами замеров; на карте с более длинными интервалами некоторые мелкие изменения направления исчезают.

Обычно изменения свойств или размеров объекта показывают различными цветами или символами. Для того, чтобы показать изменения размера (например, скорости ветра урагана) используют шкалу цветов или символов.



Траектория движения урагана, отмеченная на карте максимальными порывами ветра

Чтобы показать степень изменения, на карту наносят точки через равные промежутки времени. Например, если вы отражаете расположение урагана каждый час, легко увидеть, где он набирал скорость, а где снижал. Скорость изменения можно определить, измерив длину линии, соединяющей точки расположения объекта в каждый момент времени, и разделив ее на прошедшее время. Отобразить скорость изменения можно, используя при рисовке линий шкалу цветов или символов. Разумеется, данный показатель является обобщенным, так как объект не обязательно движется по видимой на карте траектории.



Траектория движения урагана, нанесенная с трехчасовыми интервалами — чем больше расстояние между точками, тем быстрее движение.

ОТОБРАЖЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ ОБЪЕКТОВ

Для отображения движения линейных объектов используют различные цвета для отображения каждого момента времени или же делаются соответствующие подписи для каждого из них. Линейные объекты часто наносят на карту при оценке последствий событий. Примерами могут служить исследование береговой линии до и после шторма или русла реки до и после наводнения. Вы можете использовать цвета или символы для того, чтобы показать изменения свойств или величины объекта. Например, различными цветами можно показать изменения береговой линии до и после шторма, шкалу символов можно использовать для отражения изменений в дорожном движении до и после реконструкции.

ОТОБРАЖЕНИЕ НЕПРЕРЫВНЫХ ЯВЛЕНИЙ

Для того, чтобы показать изменение непрерывного явления, занимающего определенную площадь, например, лесного пожара или разлива нефти, нарисуйте границы области на каждый момент времени. С другой стороны, можно оттенить эти области, используя различные цвета или штриховки. Если необходимо показать и другие объекты, например, ранее существовавший растительный покров области, охваченной пожаром, лучше нарисовать только контуры, не закрашивая их.



Распространение лесного пожара в течение шести дней.

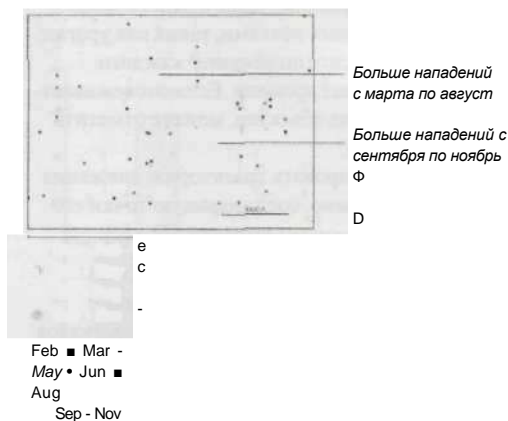
День1
День2
День3
День4
День5
День6

Отражение на карте только контура лесного пожара позволяет увидеть ранее существовавшее покрытие земли под сожженной областью.

Вы также можете подобрать цвет области в соответствии с величиной изменения. Например, использовать шкалу цветов, чтобы показать среднюю температуру огня на каждый момент времени. Для расчета изменения площади объекта со временем, например, акров, сожженных за час пожара, нужно разделить разницу в площади на время пожара. Деление площади, сожженной за один день, на 24 часа, даст вам среднее число акров, сожженных в час. Отражая на карте изменение площади за равные промежутки времени, вы можете увидеть скорость изменения. Например, если вы наносите на карту границы пожара каждые шесть часов, вы можете видеть, где и в какую сторону изменяется скорость движения огня.

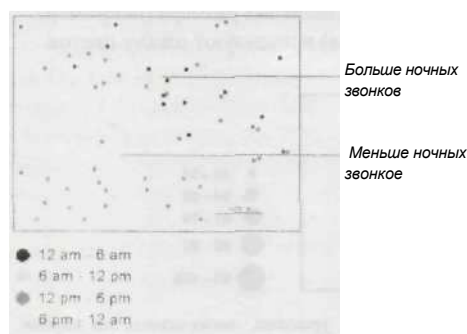
ОТОБРАЖЕНИЕ СОБЫТИЙ

Чтобы показать тенденцию в развитии какого-либо явления, представленного дискретными событиями, используют различные цвета для каждого периода времени. Например, можно отразить на карте однотипные преступления, отмеченные цветами по месяцам их регистрации, чтобы оценить их ежемесячное количество. Таким образом, можно выяснить перемещения зоны деятельности банды.

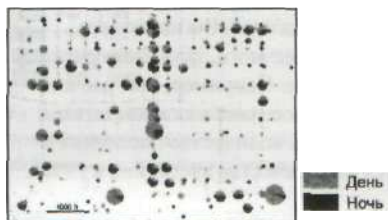


Чтобы оценить последствия какого-либо события, можно отрисовать события, возникшие до нужной даты, одним цветом, а события, происшедшие после — другим. Например, нанести аресты, связанные с наркотиками до полицейской облавы в округе одним цветом, а аресты после — красным, чтобы увидеть как деятельность, связанная с наркотиками, изменила свое направление.

Чтобы показать цикличность изменений, отметьте события цветом, соответствующим периоду, когда они произошли. Например, вы можете отметить звонки в службу спасения цветом, соответствующим времени суток, когда они были сделаны: утром, днем, вечером или ночью. Однако помните, что отражение более, чем шести периодов на карте делает ее трудной для восприятия.



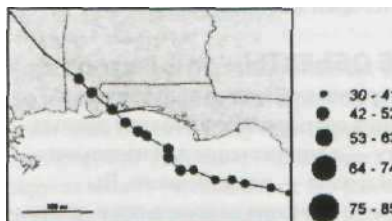
При наличии нескольких событий в одной точке (например, звонков в службу спасения из одного дома), вы можете использовать процентную диаграмму, чтобы показать закономерность появления звонков в течении периода регистрации утром, днем, вечером и ночью. В противном случае символы звонков из одного места будут накладываться друг на друга, не давая возможности оценить их количество в точке и выявить пространственные связи.



С помощью любого из указанных методов можно также сделать количественную оценку развития события. Например, вы можете использовать шкалу цветов или пропорциональные символы, чтобы показать количество звонков в службу спасения с каждого адреса. Это может дать вам *лучшее* понимание действительных закономерностей изменения величин по времени.

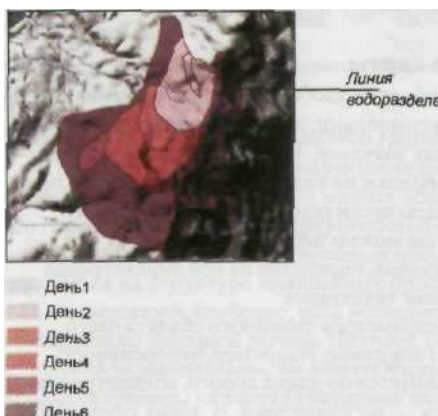
ПРОСМОТР РЕЗУЛЬТАТОВ

Использование объектов-ссылок на карте слежения поможет объяснить причины поведения исследуемого объекта или явления. Например, при нанесении на карту пути урагана, вы можете увидеть, что скорость ветра больше над водой и значительно меньше над землей, так как ураган набирает силу над океаном.



Ураган, отраженный на карте с учетом скорости ветра (мили в час)

На карте ниже продемонстрированы контуры зоны развития пожара, нанесенные поверх рельефа. Это дает возможность увидеть, что на два дня пожар задержался около горного хребта, а на следующий день распространился очень быстро и пересек горы. Хотя это может объясняться и такими факторами, как изменение погодных условий.



Количественная оценка изменений

Количественная оценка изменений состоит в получении разности одновременных значений, в соответствии с которой объект и отображается на карте. Данное значение может быть выражено количеством, процентным соотношением или скоростью изменения. Вы можете рассчитать изменения дискретных объектов, результатов обобщения по площади, а также непрерывных категорий или числовых значений.

ДИСКРЕТНЫЕ ОБЪЕКТЫ

При анализе дискретных объектов полученные в результате значения сохраняются в таблице данных слоя по принципу — одно значение для начального момента времени и одно — для конечного. Вы вычитаете начальное значение из конечного и записываете разность в новую колонку таблицы. Например, при расчете изменения объема продаж для каждого магазина вычитается количество продаж 1997 года из количества продаж 1998.

Выражение изменения в процентах позволяет сопоставить скорее относительные, чем абсолютные изменения величины. Например, вы сможете рассчитать процентное изменение объема продаж за двухлетний период, чтобы оценить интенсивность их роста. Для этого необходимо разделить разность одновременных значений (рассчитанную как сказано выше) на начальное значение и результат умножить на 100.

Создание карты

Отдельные объекты удобно отмечать разными цветами или символами, соответствующими величине рассчитанных значений. Например, отразить изменение объема продаж по годам в процентах можно при помощи шкалы пропорциональных символов. В другом случае можно построить диаграмму для каждого магазина, определив на ней линию тренда для выявления тенденции. Изменения параметров линейного объекта часто проходит по его длине. Например, интенсивность движения меняется по длине дороги, концентрация загрязнителя — по длине реки. В таких случаях для отражения величины изменения удобно использовать шкалу линейных символов. Если измерения проводятся в фиксированных точках, таких как гидропосты на реке, вы можете использовать для представления изменений точечные символы. Для площадных объектов, таких как участки земли, используйте шкалу цветов, соответствующую величине изменений.

Например, при отражении на карте относительного изменения оценочной стоимости каждого участка земли, использование градации цветов помогает понять, в каком округе данные изменения шли в исследуемый период более интенсивно.

ДАННЫЕ, ОБОБЩЕННЫЕ ПО ПЛОЩАДИ

Оценка изменения данных, обобщенных по площади, ничем не отличается от аналогичной оценки дискретных объектов. Отражаемые на карте значения также хранятся в таблице данных слоя. Вы вычитаете начальное значение из конечного, записывая разницу в новую колонку таблицы. Например, при расчете изменений количества населения в каждом штате в период от 1970 до 1990 гг. количество населения в 1970 г. вычитается из количества населения в 1990г.

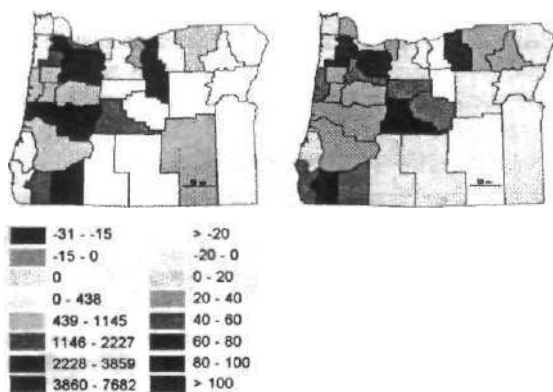
County FIPS	1970 Pop	1990 Pop	Difference
41049	4465	7625	3160
41061	19377	23698	4221
41067	18034	21570	3536
41021	2342	1717	-625
41067	157920	311554	153634

Чтобы увидеть, какой штат имел больший относительный прирост, вы рассчитываете процентное изменение количества населения, разделив полученную разность на данные 1970 г. и умножив результат на 100.

County FIPS	1970 Pop	1990 Pop	Difference	% Change
41049	4465	7625	3160	71
41061	19377	23698	4221	22
41067	18034	21570	3536	20
41021	2342	1717	-625	-27
41067	157920	311554	153634	97

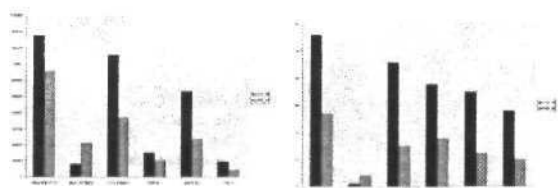
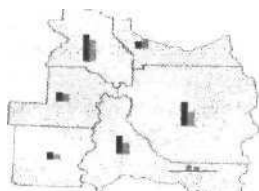
Создание карты

Как только вы провели количественную оценку изменений, можете нанести на карту объекты в соответствии с полученными результатами. Этот процесс выполняется по общим правилам отображения на карте количества или соотношений, описанным в главе 3, "Анализ распределения числовых показателей". Используйте цветовую шкалу для раскраски каждой области в соответствии с величиной изменения.



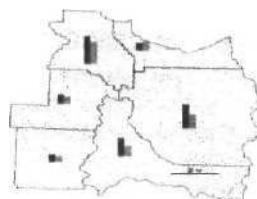
На этих картах с помощью шкалы цветов показана интенсивность изменения количества населения в абсолютных значениях (левая карта) и в процентах.

Изменение величины каждой области в течении нескольких временных периодов удобно отразить с помощью диаграмм, построенных для каждого периода. Диаграмму можно разместить внутри каждой области или вынести за поле карты.



Диаграммы показывают действительные (левые карта и диаграмма) и относительные изменения количества населения с 1970 по 1980 гг. (темно синий цвет) и с 1980 по 1990 гг. (светло синий).

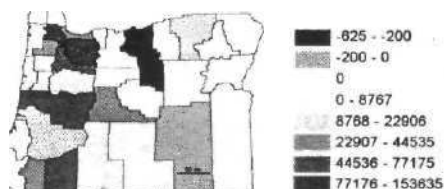
По возможности лучше снабдить диаграммами лишь отдельные области и показать ситуацию для наиболее характерных периодов. В противном случае на карте будет трудно увидеть тенденции. Чтобы показать изменения сразу для нескольких моментов времени можно создать график тренда для каждой области или сразу для всех областей, который вынести в легенду. Таким образом, можно показать изменение количества населения штатов через каждые пять лет с 1970 по 1990 гг.



Линия тренда показывает относительный прирост населения в каждом округе.

Картирование отрицательных значений

Вы можете убедиться, что в результате анализа некоторые объекты получили отрицательные значения прироста. Например, население в некоторых округах может уменьшиться. В этом случае при создании карты вы можете установить диапазон и символы класса таким образом, что отрицательные значения будут отмечены на карте одним цветом, а положительные — другим, желательно контрастным. Пользователи карты смогут быстро увидеть, где значения уменьшились, а где увеличились.



Население уменьшилось в штатах, отмеченных синим цветом

Что делать, если изменились границы?

Если вы исследуете историческую последовательность развития территории, то можете обнаружить, что границы наносимых на карту областей существенно изменились. Небольшие изменения могут не отразиться на структуре выявленных пространственных взаимосвязей, особенно, если исследуется относительно большой регион. Поэтому, если изменения незначительны, вы можете нарисовать исходные границы на карте пунктирной линией или более светлым оттенком и включить данные символы в легенду карты. Если же изменения существенны, вам может потребоваться найти другой путь отражения. Например, исследовать общее количество преступлений в нескольких округах, изменивших границы, можно путем построения непрерывных поверхностей по центроидам округов на каждый период времени и определения разницы между ними (см. главу 4 "Карты плотности").

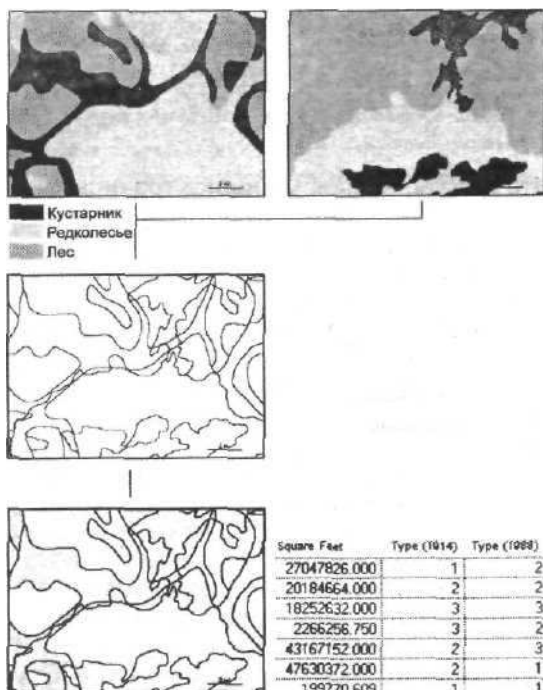
НЕПРЕРЫВНЫЕ КАТЕГОРИИ ИЛИ КЛАССЫ

Расчет изменений для непрерывных категорий, таких как растительный покров, подразумевает сопоставление нескольких слоев, каждый из которых представляет свой момент времени.

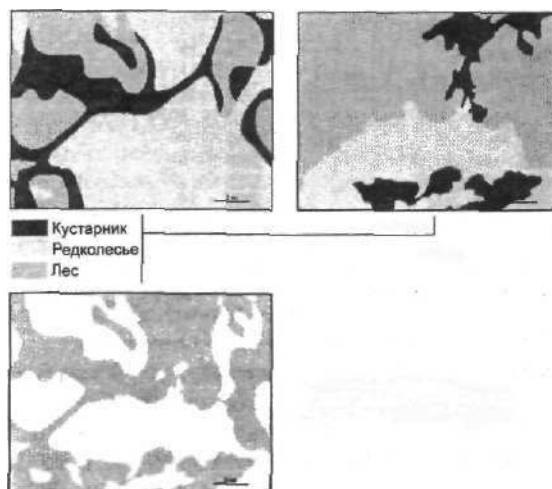
Для того, чтобы рассчитать изменения в категориях или классах непрерывных величин можно вынести на карту только те области, которые претерпели изменения, рассчитать изменения площади каждой категории и показать результат в форме таблицы или диаграммы. Можно также рассчитать величину относительных изменений каждой категории и представить результаты еще и в виде карты.

Создание карты площадных изменений.

Выполнение данной задачи производится с использованием как векторных, так и растровых данных и напоминает процесс определения категории, находящейся в пределах области (рассмотрено в главе 4 "Построение карт плотности"). Используя векторные данные, вы методом наложения создаете новый слой, содержащий коды исходных дат. Затем выбираете те объекты, для которых коды не совпадают.



Используя растровые данные, вы создаете новый слой путем сопоставления значений ячеек двух исходных слоев. ГИС проверяет каждую пару ячеек и отмечает те, для которых коды не совпадают. Это как раз те ячейки, которые претерпели изменения.



Независимо от типа данных, как только обнаружены области, претерпевших изменения, их можете нанести их на карту вместе с исходными объектами, оттененными согласно их категориям.



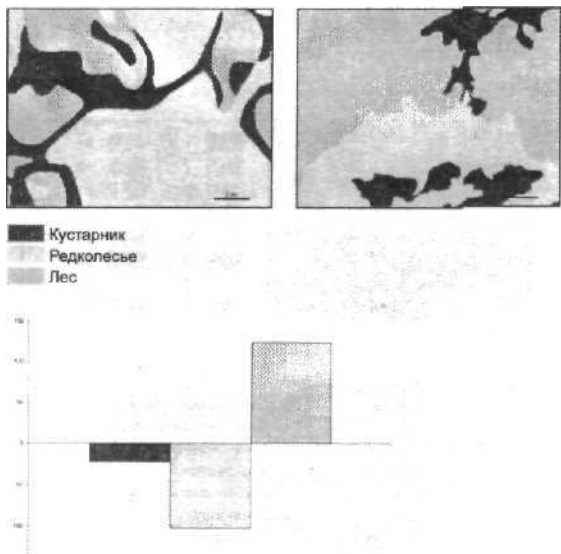
Расчет площадного изменения категорий

Чтобы рассчитать площадное изменение категории необходимо получить сумму площадей, занимаемых каждой категорией на каждый момент времени. Затем, связав таблицы по коду категории, оценить временные изменения площади каждой категории и занести их в новую колонку. Вы можете так же рассчитать относительные изменения в процентах, разделив полученное значение на исходную площадь и умножив результат на 100.

Category	Acres	Category	Acres
Brush	102	Brush	80
Woodland	248	Woodland	146
Forest	119	Forest	243

Category	Acres (1914)	Acres (1988)	Difference	% Change
Brush	102	80	-22	-22
Woodland	248	146	-102	-41
Forest	119	243	124	104

Этот метод не требует создания нового слоя, отражающего произошедшие площадные изменения, поэтому вам потребуется создать таблицу или диаграмму, чтобы пояснить вынесенную на карту информацию.



Изменения в акрах для каждого типа покрытия земли

Процентное соотношение изменений в каждом типе растительного покрова.

Расчет относительного изменения площади категорий

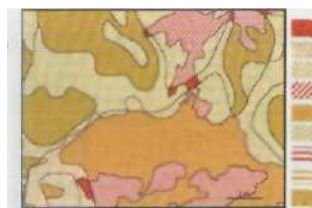
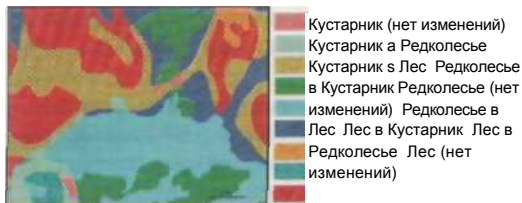
Так же как при создании карты площадных изменений, вы можете использовать для определения относительного изменения площади каждой начальной категории как векторные, так и растровые данные. При использовании векторных данных вы сопоставляете два слоя как описано в главе 5 "Поиск объектов внутри области". Затем создаете таблицу частоты, занося в нее коды категорий на каждый момент времени и суммируете соответственные площади. В результате появится таблица, которая показывает площадное изменение каждой комбинации начальных и последующих категорий. После этого каждой комбинации присваивается свое значение, таблица частоты соединяется с таблицей данных слоя, и каждая область отражается на карте в соответствии с новым кодом.

From-To Code	Acres
11	1135
12	4213
13	21083
21	17799
22	31117
23	15158
31	1644
32	2436
33	26611

При использовании растровых данных ГИС сравнивает два исходных слоя и создает матрицу, содержащую комбинацию начального и конечного кодов в каждой ячейке области. На карте каждой ячейке назначается цвет в соответствии с данной комбинацией.

	1	2	3
1	1135	4213	21083
2	17799	31117	15158
3	1644	2436	26611

Наибольшее число комбинаций, которые рекомендуется выносить на карту одновременно шесть. Превышение этого числа сделает карту трудночитаемой.



Выбор метода отображения комбинации кодов зависит от того, на что вы хотите обратить внимание — на начальное состояние объектов или на последствия изменений. Использование оттенков одного цвета для обозначения категории "до" показывает начальное состояние системы.

Вы так же можете использовать диаграммы, чтобы показать табличную информацию.



Диаграмма показывает площадь каждой комбинации "до" и "после".

Что делать, если изменились параметры категорий?

Так же как при использовании временных рядов вы можете обнаружить, что параметры категорий за исследуемый период изменились, особенно, если вы имеете дело с историческим рядом данных или с данными, которые изначально предназначались для других целей. В этом случае вы можете использовать существующие категории или же создать новые, учитывающие особенности обоих временных срезов. Использовать существующие категории проще. Однако, это может привести к слишком большому числу комбинаций, которые скроют закономерности пространственных изменений на карте. Обобщение может несколько исказить данные, но пространственные изменения будут нагляднее, особенно, если в результате число категорий уменьшится.



From-To Code	"From" Category	"To" Category
1	Non-timber	Douglas fir - Western Hemlock
2	Timber	Douglas fir - Western Hemlock
3	Cutover area	Douglas fir - Western Hemlock
4	Cutover area	Broadleaf deciduous
5	Timber	Broadleaf deciduous
6	Timber	Oak-Pine pasture
7	Cutover area	Oak-Pine pasture
8	Burned area	Oak-Pine pasture
9	Burned area	Broadleaf deciduous
10	Burned area	Douglas fir - Western Hemlock
11	Timber	Douglas fir - Oak
12	Burned area	Douglas fir - Oak
13	Timber	Oak woodland
14	Burned area	Oak woodland
15	Cutover area	Oak woodland
16	Cutover area	Douglas fir - Oak

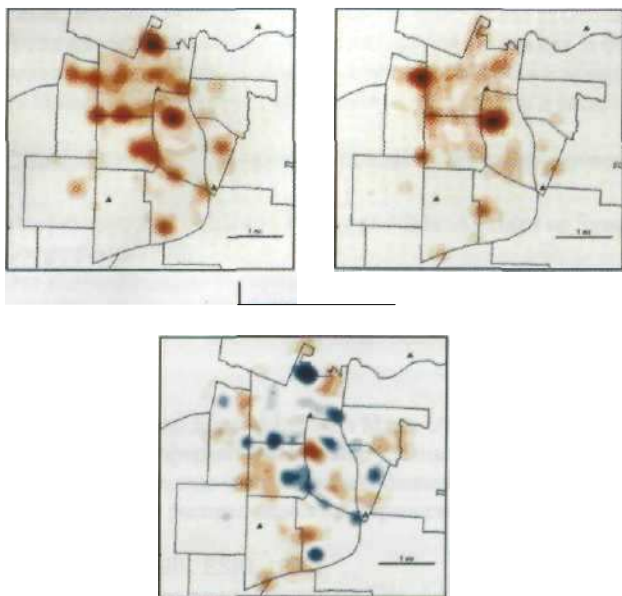
В этом примере, в более ранней карте лесных массивов использованы категории растительного покрова (категория "до"), тогда как в более поздней карте использованы типы растительности (категория "после"). Отражение на карте результатов каждой комбинации в 16 кодах "до" и "после" привело к получению очень сложной картины..

НЕПРЕРЫВНЫЕ ДАННЫЕ

Вы можете столкнуться с необходимостью определить изменения в непрерывных данных, происшедшие за определенное время. Это могут быть карты плотности, отражающие, например, плотность преступлений на квадратную милю, или стоимость поверхности земли за квадратный фут. Или это могут быть интерполированные значения, такие как распределение концентрации загрязнителя в воздухе по площади, полученное по данным пунктов отбора

Проб.

Для создания карты изменений между двумя поверхностями вы вычитаете данные слои. *ГИС* рассчитывает разницу между каждой ячейкой первого слоя и соответствующей ячейкой второго. Получившаяся в результате карта показывает распределение интенсивности изменений по площади.



Карты плотности звонков в службу спасения в январе (верхняя левая) и феврале (верхняя правая). Вычитая данные поверхности, вы можете увидеть, в каком месте количество звонков возросло более всего (самый темный оранжевый) и менее всего (самый темный синий).

Где получить более подробную информацию

Эти книги и статьи помогут углубить ваши знания в различных областях анализа ГИС. Несмотря на то, что данный перечень далеко не всесторонний, источники, приведенные в нем, обеспечивают полноценное освещение каждого вопроса.

Пространственные базы данных и картографические проекции

Kennedy, Melita. Understanding Map Projections. ESRI, 1999.

Этот справочник представляет краткий обзор картографических проекций и концепций проектирования географических данных. Детально представлены картографические проекции, поддерживаемые ГИС ArcInfo ESRI.

Snyder, John P. Map Projections-A Working Manual. U.S. Geological Survey, 1989.

Эта классическая работа по картографическим проекциям охватывает весь ряд наиболее используемых проекций с подробным описанием их преимуществ и недостатков. Данное техническое руководство включает математические алгоритмы расчета каждой проекции.

Zeiler, Michael. Modeling Our World-The ESRI Guide to Geodatabase Design. ESRI, 1999. Включает обширное описание различных типов данных и форматов файлов, применяемых в ГИС, включая векторные и растровые данные, геометрические сети и поверхности. Книга описывает способы хранения и отображения географических объектов и атрибутов и раскрывает структуру пространственных баз данных.

Создание карт, использование символов, классификация данных

MacEachren, Alan M. Some Truth with Maps: A Primer on Symbolization and Design. Association of American Geographers, 1994.

Это издание предлагает краткое практическое руководство по созданию и использованию отображений. Сюда входят разделы, включающие рекомендации по использованию символов и цветов, а также классификации данных. Серьезное внимание уделено особенностям восприятия пользователями различных вариантов отображений.

Monmonier, Mark. How to Lie with Maps. University of Chicago, 1991.

Доступный и информативный обзор удачных реализаций и злоупотреблений средствами отображения. Особенно полезно обсуждение того, как классификация данных и использование символов способны проявить или скрыть закономерности распределения пространственных данных.

Using ArcView GIS. ESRI, 1996.

Этот руководство к использованию ГИС Arc View ESRI включает информацию относительно методов классификации данных и способов отображения с использованием различных типов символов. Сюда входит также обсуждение работы с таблицами и средствами пространственных запросов.

Using ArcMap. ESRI, 1999.

Руководство к использованию ArcMap (блок ГИС ArcInfo ESRI) для создания отображений и работы с таблицами данных. Руководство включает разделы, посвященные классификации данных, использования символов и организации запросов к пространственным данным.

Оценка и анализ пространственных данных

Berry, Joseph K. *Beyond Mapping: Concepts, algorithms, and issues in GIS*. GIS World Books, 1993. Авторская подборка статей, снабженных практическими советами, охватывает различные области анализа, включая измерение расстояний, наложение слоев, и анализ взаимосвязей. Автор также приводит методы оценки точности результатов вашего анализа.

Chrisman, Nicholas. *Exploring Geographic Information Systems*. Wiley, 1997.

Автор описывает возможности использования географических информационных систем в контексте возрастания их роли в развитии общества. Издание содержит превосходное обсуждение различных способов измерения и сопоставления географических данных и работы с атрибутами.

DeMers, Michael N. *Fundamentals of Geographic Information Systems*. Wiley, 1997.

Этот учебник обеспечивает всесторонний краткий обзор ГИС, охватывая вопросы хранения и управления географическими объектами и атрибутами. Также включает обширные обсуждения различных способов географического анализа.

Работа с растровыми данными и поверхностями

Tomlin, C. Dana. *Geographic Information Systems and Cartographic Modeling*. Prentice-Hall, 1990. Основательная работа Томлина обеспечивает глубокое обсуждение способов представления и обработки растровых данных. Также включает техническое обсуждение концепций наложений растровых слоев, вычисления расстояния по поверхности и другим операциям с растром.

Using ArcView Spatial Analyst. ESRI, 1997.

Это руководство к ArcView Spatial Analyst ESRI представляет основную информацию по обработке и отображению растровых данных в ArcView ГИС. Сюда входят краткие описания различных доступных функций анализа растра, включая дистанционный анализ и наложение растровых слоев.

Using ArcView 3D Analyst. ESRI, 1998.

Руководство к программному обеспечению освещает различные способы создания и хранения географических поверхностей в ГИС, а также их отображения и анализа с использованием трехмерной перспективы 3D Analyst ArcView ESRI.

Работа с пространственными сетями

Chou, Yue-Hong. *Exploring Spatial Analysis in Geographic Information Systems*. Onword Press, 1997. Данная книга обеспечивает краткий обзор приложений пространственного анализа. Содержит довольно обширную главу по теории сетей с подробным обсуждением структуры географической сети и требований к ее элементам, а также описания примеров решения типичных проблемы теории цепей в ГИС, таких как выбор направления и поиск оптимального пути.

Using ArcView Network Analyst. ESRI, 1997.

Это руководство к программному обеспечению ESRI Network Analyst включает хорошее обсуждение построения сетевого слоя для анализа, включая вопросы определения расстояния или затрат, задания параметров поворотов, остановок и барьеров. Также включает краткую главу по использованию ArcView ГИС для оценки окрестностей по сети.

Время и ГИС

Blok, Connie, et al. "Visualization of relationships between spatial patterns in time by cartographic animation," *Cartography and Geographic Information Science*, Vol. 26, No. 2, 1999, pp. 139-151.

Эта статья описывает исследование компьютерных методов отображения временных рядов для установления связей между географическими явлениями. Работа исследователей сосредоточена на способах анимации на карте двух наложенных рядов. Статья также содержит хороший список рекомендованной литературы по временным отображениям.

MacEachren, Alan M. *How Maps Work*. Guilford Press, 1995.

Обширная книга об особенностях восприятия представленных отображений включает также главу о связи в места и времени. Глава охватывает концепции визуального анализа изменений и способов организации временного ряда. Автор также рекомендует способы использования компьютеров для анимации временных рядов с целью поиска закономерностей в изменениях.

Monmonier, Mark. "Strategies for the visualization of geographic time series data," *Cartographica*, Vol. 27, No. 1, 1990, pp. 30-45.

Эта статья описывает различные подходы, используемые для отражения на карте изменений в расположении и величине географических объектов, включая временные ряды, карты слежения и компьютерную мультипликацию.

Muehrcke, Phillip C. and Juliana O. Muehrcke. *Map Use*. JP Publications, 1992.

Это доступная книга, охватывающая все аспекты создания и использования отображений, включает главу отображения временных изменений. Предметом обсуждения является картографирование трендов и циклов, а также вопросы чувствительность географических данных к временным изменениям.