**Содержание**

Система GPS………………………………………………………..3

В чем отличие в системе вывода информации в случае традиционной картографии и геоинформационных систем?.................................6

Каковы принципиальные различия между различными типами сканеров? Какие потенциальные проблемы являются источниками ошибок при использовании сканеров?.................................................................7

Какие операции с картами позволяет делать ГИС?......................9

Что такое адресное геокодирование?............................................11

Что такое картографические проекции?.......................................14

Использование ГИС при мониторинге железнодорожного

пути ………………………………………………………………18

**Система GPS**

**GPS** (англ.  Global Positioning System — обеспечивающие измерение времени и расстояния навигационные спутники; глобальная система позиционирования) — спутниковая система навигации, часто именуемая **GPS**. Позволяет в любом месте Земли (не включая приполярные области), почти при любой погоде, а также в космическом пространстве вблизи планеты определить местоположение и скорость объектов. Система разработана, реализована и эксплуатируется Министерством обороны США.

Основной принцип использования системы — определение местоположения путём измерения расстояний до объекта от точек с известными координатами — спутников. Расстояние вычисляется по времени задержки распространения сигнала от посылки его спутником до приёма антенной GPS-приёмника. То есть, для определения трёхмерных координат GPS-приёмнику нужно знать расстояние до трёх спутников и время GPS системы. Таким образом, для определения координат и высоты приёмника, используются сигналы как минимум с четырёх спутников.

Идея создания спутниковой навигации родилась ещё в 50-е годы. В тот момент, когда СССР был запущен первый искусственный спутник Земли, американские учёные во главе с Ричардом Кершнером, наблюдали сигнал, исходящий от советского спутника и обнаружили, что благодаря эффекту Доплера частота принимаемого сигнала увеличивается при приближении спутника и уменьшается при его отдалении. Суть открытия заключалась в том, что если точно знать свои координаты на Земле, то становится возможным измерить положение и скорость спутника, и наоборот, точно зная положение спутника, можно определить собственную скорость и координаты. Реализована эта идея была через 20 лет. В 1973 году была инициирована программа DNSS, позже переименованная в Navstar-GPS и затем в GPS. Первый тестовый спутник выведен на орбиту 14 июля 1974 г США, а последний из всех 24 спутников, необходимых для полного покрытия земной поверхности, был выведен на орбиту в 1993 г., таким образом, GPS встала на вооружение. Стало возможным использовать GPS для точного наведения ракет на неподвижные, а затем и на подвижные объекты в воздухе и на земле.

Первоначально GPS — глобальная система позиционирования, разрабатывалась как чисто военный проект. Но после того, как в 1983 году был сбит вторгшийся в воздушное пространство Советского Союза самолёт Корейских Авиалиний с 269 пассажирами на борту, президент США Рональд Рейган разрешил частичное использование системы навигации для гражданских целей. Во избежание применения системы для военных нужд точность была уменьшена специальным алгоритмом. Затем появилась информация о том, что некоторые компании расшифровали алгоритм уменьшения точности на частоте L1 и с успехом компенсируют эту составляющую ошибки. В 2000 г. это загрубление точности было отменено указом президента США.

Несмотря на то, что изначально проект GPS был направлен на военные цели, сегодня GPS всё чаще используются в гражданских целях. GPS-приёмники продают во многих магазинах, торгующих электроникой, их встраивают в мобильные телефоны, смартфоны, КПК и онбордеры. Потребителям также предлагаются различные устройства и программные продукты, позволяющие видеть своё местонахождение на электронной карте; имеющие возможность прокладывать маршруты с учётом дорожных знаков, разрешённых поворотов и даже пробок; искать на карте конкретные дома и улицы, достопримечательности, кафе, больницы, автозаправки и прочие объекты инфраструктуры.

* Геодезия: с помощью GPS определяются точные координаты точек и границы земельных участков
* Картография: GPS используется в гражданской и военной картографии
* Навигация: с применением GPS осуществляется как морская так и дорожная навигация
* Спутниковый мониторинг транспорта: с помощью GPS ведётся мониторинг за положением, скоростью автомобилей, контроль за их движением
* Сотовая связь: первые мобильные телефоны с GPS появились в 90-х годах. В некоторых странах, например США это используется для оперативного определения местонахождения человека, звонящего 911. В России в 2010 году начата реализация аналогичного проекта — Эраглонасс.
* Тектоника, Тектоника плит: с помощью GPS ведутся наблюдения движений и колебаний плит
* Активный отдых: есть разные игры, где применяется GPS, например, Геокэшинг и др.
* Геотегинг: информация, например фотографии «привязываются» к координатам благодаря встроенным или внешним GPS-приёмникам

Типичная точность современных GPS-приёмников в горизонтальной плоскости составляет примерно 6-8 метров при хорошей видимости спутников и использовании алгоритмов коррекции. На территории США и Канады имеются станции WAAS, передающие поправки для дифференциального режима, что позволяет снизить погрешность до 1-2 метров на территории этих стран. При использовании более сложных дифференциальных режимов, точность определения координат можно довести до 10 см. К сожалению, точность любой СНС сильно зависит от открытости пространства, от высоты используемых спутников над горизонтом.

Общим недостатком использования любой радионавигационной системы является то, что при определённых условиях сигнал может не доходить до приёмника, или приходить со значительными искажениями или задержками. Например, практически невозможно определить своё точное местонахождение в глубине квартиры внутри железобетонного здания, в подвале или в тоннеле. Так как рабочая частота GPS лежит в дециметровом диапазоне радиоволн, уровень приёма сигнала от спутников может серьёзно ухудшиться под плотной листвой деревьев или из-за очень большой облачности. Нормальному приёму сигналов GPS могут повредить помехи от многих наземных радиоисточников, а также от магнитных бурь. Невысокое наклонение орбит GPS (примерно 55) серьёзно ухудшает точность в приполярных районах Земли, так как спутники GPS невысоко поднимаются над горизонтом.

Существенной особенностью GPS считается полная зависимость условий получения сигнала от министерства обороны США. Министерство обороны США решило начать полное обновление системы GPS. Оно было запланировано достаточно давно, но начать реализовывать этот проект удалось только сейчас. В ходе обновления старые спутники заменят на новые, которые разработаны и произведены компаниями Lockheed Martin и Boeing. Утверждается, что они смогут обеспечивать точность позиционирования с погрешностью 0,5 метра. Реализация данной программы займёт некоторое время. В Министерстве обороны США утверждают, что полностью завершить обновление системы удастся только через 10 лет. Количество спутников изменено не будет, их по-прежнему будет 30: 24 работающих и 6 резервных.

**В чем отличие в системе вывода информации в случае традиционной картографии и геоинформационных систем?**

В настоящее время  традиционно  применяются  литературные, статистические, картографические, аэро -  и космические материалы. Как правило, их подборка и систематизация для последующего использования осуществляется вручную. Такой путь хорошо известен. Другое направление, активно развивающееся, связано с геоинформатикой, позволяющей формализовать и реализовать в машинной среде значительную часть рутинных операций накопления, хранения, обработки и использования пространственно координатных данных с помощью средств географических информационных систем (ГИС).

 Подсистема вывода, которая отображает всю базу данных или часть ее в табличной, диаграммной или картографической форме.   
Первая подсистема ГИС может быть соотнесена с первым и вторым шагом процесс картографирования - сбором данных и компиляцией (составлением) карт. Исходная информация берется из таких источников, как аэрофотосъемка, цифровое дистанционное зондирование, геодезические работы, словесные описания и зарисовки, данные статистики и т. д. Использование компьютера и других электронных устройств, например дигитайзера или сканера, позволяет проводить подготовку исходных данных для записи, или кодирования точек, линий и областей к их дальнейшему использованию. Кроме того, источниками могут быть готовые цифровые карты, цифровые модели рельефа, цифровые ортофотоснимки и многие другие.

Вторая подсистема - подсистема хранения и выборки полностью соответствует нашим представлениям о функциях компьютера, как хранителя информации. В ГИС подсистема хранения и выборки позволяет делать запросы, возвращающие только нужную, контекстно-связанную информацию, она переносит акцент с общей интерпретации информации на формулирование адекватных запросов. В общих словах, эта подсистема хранит либо явно, либо неявно, геометрические координаты точечных, линейных и площадных геометрических объектов и связанные с ними характеристики (атрибуты). Компьютерные методы поиска естественным образом присущи самому программному обеспечению ГИС.   
Анализ данных чаще всего является преимуществом человека - пользователя. Подсистема анализа позволяет значительно упростить и облегчить анализ пространственно-связанных данных, практически исключить ручной труд и в значительной мере упростить расчеты, выполняемые пользователем. Подсистема анализа является "сердцем" ГИС. Необходимость анализа карт для выделения и сравнения картин распределения земных феноменов дал импульс для поиска новых, более удобных, быстрых и мощных методов. ГИС-анализ использует потенциал современных компьютеров, сравнения и описания информации, хранящейся в базах данных которые дают быстрый доступ к исходным данным и позволяют агрегировать и классифицировать данные для дальнейшего анализа. Они способны комбинировать выбранные наборы данных уникальными и ценными способами. После выполнения анализа, нужно представить как-то его результаты. В картографии, будь то традиционная бумажная картография или ее цифровой эквивалент, компьютерная картография, выходной продукт в целом тот же - карта. Подсистема вывода позволяет компоновать результирующие данные в любой удобной для пользователя форме. Среди примеров выходных данных - печать адресов на конвертах по результатам поиска в базе данных потенциальных клиентов с целью распространения рекламы; базы данных некоторых служб могут быть подключены в единую систему, результатом чего будет максимальная информационная насыщенность данных на выдаче. В действительности типы выдачи часто продиктованы больше областью применения ГИС, нежели используемым программным обеспечением. И, как и пользователи карт, выдачи бывают самые разные.

**Каковы принципиальные различия между различными типами сканеров? Какие потенциальные проблемы являются источниками ошибок при использовании сканеров?**

В зависимости от способа сканирования объекта и самих объектов сканирования существуют следующие виды сканеров:

1. Планшетные — наиболее распространённый вид сканеров, поскольку обеспечивает максимальное удобство для пользователя — высокое качество и приемлемую скорость сканирования. Представляет собой планшет, внутри которого под прозрачным стеклом расположен механизм сканирования.

2. Ручные — в них отсутствует двигатель, следовательно, объект приходится сканировать пользователю вручную, единственным его плюсом является дешевизна и мобильность, при этом он имеет массу недостатков — низкое разрешение, малую скорость работы, узкая полоса сканирования, возможны перекосы изображения, поскольку пользователю будет трудно перемещать сканер с постоянной скоростью.

3. Листопротяжные — лист бумаги вставляется в щель и протягивается по направляющим роликам внутри сканера мимо лампы. Имеет меньшие размеры, по сравнению с планшетным, однако может сканировать только отдельные листы, что ограничивает его применение в основном офисами компаний. Многие модели имеют устройство автоматической подачи, что позволяет быстро сканировать большое количество документов.

4. Планетарные сканеры — применяются для сканирования книг или легко повреждающихся документов. При сканировании нет контакта со сканируемым объектом (как в планшетных сканерах).

5. Книжные сканеры - предназначены для сканирования брошюрованных документов. Сканирование производится лицевой стороной вверх - таким образом, действия по сканированию неотличимы от перелистывания страниц при обычном чтении. Это предотвращает их повреждение и позволяет пользователю видеть документ в процессе сканирования. Использование в книжных сканерах моторизированной колыбели и ножной педали для управления позволяет облегчить работу оператора. Книжные сканеры обладают уникальной функцией "устранения перегиба" книги, которая обеспечивает отличное качество отсканированного (или напечатанного) изображения.

6. Барабанные сканеры — применяются в полиграфии, имеют большое разрешение (около 10 тысяч точек на дюйм). Оригинал располагается на внутренней или внешней стенке прозрачного цилиндра (барабана).

7. Слайд-сканеры — как ясно из названия, служат для сканирования плёночных слайдов, выпускаются как самостоятельные устройства, так и в виде дополнительных модулей к обычным сканерам.

8. Сканеры штрих-кода — небольшие, компактные модели для сканирования штрих-кодов товара в магазинах.

Устройства для ввода растровой информации выгодно отличаются от других тем, что позволяют быстро и точно перенести графические образы в ЭВМ и сразу же отказаться в дальнейшем от бумажной технологии. Однако важной особенностью такого способа является то, что вводимые данные представляют собой просто описание графического образа карты без указания на смысловое значение каждого элемента изображения. Те объекты, которые мы видим на карте, на изображении в растровом формате нет. Они существуют только в нашем сознании, интерпретирующем группы пикселов, связывая их в какой-то целостный объект. Реально такой связи в растровых данных нет, все пиксели равноценны между собой и отличаются только цветом или яркостью. Поэтому машина не может непосредственно интерпретировать растровое изображение. Вот почему такие данные необходимо для дальнейшей обработки перевести в векторный формат. Но недостаток такого способа то, что преобразованная информация еще никак не обработана в содержательном плане, имеет малое количество семантических атрибутов и требует дальнейшего распознавания и множества операций по обработке.

Напротив, устройства для ввода информации в векторном виде позволяют одновременно с вводом произвести все необходимые операции по идентификации объектов и их оцифровке. Причем, данные в ЭВМ передаются практически в том самом виде, в каком они и будут храниться как ЦК, а поэтому требуют минимальной дальнейшей обработки. При кажущемся преимуществе этот способ имеет свой недостаток: он требует большого количества человеческого труда, менее поддается автоматизации из-за наличия в нем большего количества электромеханических компонентов. В настоящий момент активно развивается гибридный способ ввода картографической информации в ЭВМ, при этом достигаются преимущества, даваемые обоими вышеописанными методами, и одновременно частично компенсируются их недостатки: уменьшается громоздкость оборудования, его общая стоимость, осуществляется переход на "безбумажную" технологию, увеличивается возможность автоматизации процессов, растет точность и производительность труда.

**Какие операции с картами позволяет делать ГИС?**

Карта является основным языком географии. Следовательно, она является и основным языком компьютеризованной географии. Эта графическая форма представления пространственных данных состоит из различных координатных систем, проекций, наборов символов, методов упрощения и генерализации. В геоинформатике встречается большое разнообразие карт из курсов геологии, топографии или почвоведения. Вдобавок к геологическим, топографическим, кадастровым и почвенным картам, используемым в этих дисциплинах, тематическое наполнение покрытий ГИС включает карты растительности, транспорта, распределения животных, коммунальных служб, планы городов, зональные карты, карты землепользования, ландшафтов и снимки дистанционного зондирования. Эти карты могут иметь как вполне привычный вид, так и такие нетрадиционные формы как блок-диаграммы, карты плотности точек, объемные карты и множество других типов. Исследование земли посредством ГИС основывается на нашей способности мыслить пространственно. Пространственное мышление требует от нас умения выбирать, наблюдать, измерять, записывать и характеризовать то, что нам встречается. Реальная ценность объектов в картографической форме представления зависит от решаемых задач, от того, пытаемся ли мы лишь изобразить карту или анализировать ее в ГИС. Чем больше мы знаем о возможных сочетаниях графических элементов и о том, как с ними обходятся на картографических документах, тем яснее наш географический язык. Более развитый уровень понимания графических приемов пригодится во всех четырех подсистемах ГИС. При вводе существующих карт в геоинформационную систему необходимо знать о влиянии различных уровней генерализации, масштабов, проекций, символизации и т.п. на то, что вводится, и как это вводится. Для анализа данных необходимо знать о возможности ошибок в некоторых покрытиях, созданных из мелкомасштабных карт. При выводе возникает проблема отображения результатов анализа при решении которой необходимы знания о картографических методах и критериях дизайна.   
Карта является моделью пространственных явлений, абстракцией. Однако необходимо признать, что отображение всех деталей и объектов невозможно. Есть пределы тому, что мы можем изображать на картах. Главной причиной нашей переоценки возможностей карт в отображении реальности является то, что они - среди наиболее удачных графических инструментов, созданных для передачи пространственной информации. Карты существуют тысячи лет, и все мы больше или меньше привыкли их видеть. Карты бывают разных видов и на разные темы. Два основных типа - это карты общегеографические и тематические. Наиболее часто в ГИС нам придется иметь дело с тематическими картами, хотя обще географические и топографические карты тоже используются для ввода в ГИС, главным образом для того, чтобы обеспечить общегеографическую основу для сложных тематических карт. Карты, как изображения мира показываю как положения объектов в пространстве и их форму, так и качественные, и количественные их характеристики. Эти взаимосвязанные геометрические объекты и атрибуты необходимы для картографического документа. Но независимо от того, какие объекты реального мира представляются этими точками, линиями, площадями или поверхностями они не могут выступать в качестве миниатюризации действительности из-за ограничений масштаба. Вместо этого они должны храниться в памяти компьютера, а затем, при отображении, используется какой-либо набор символов для их представления. Символы, в свою очередь, должны иметь ключ к их пониманию, называемый легендой карты. Легенда тактически соединяет геометрические объекты с их атрибутами, после чего каждый из них может быть воспринят в качестве представления реального объекта с его количественными характеристиками. Таким образом, может представить себе, что же в действительности наблюдалось при сборе исходных данных.

**Что такое адресное геокодирование?**

Геокодирование – это процедура автоматизированного создания объектов карты на основании атрибутивных данных, содержащихся в некоторой таблице. В зависимости от характера используемых данных различаются координатное геокодирование, геокодирование по объектам и адресное геокодирование. При решении различных прикладных задач с помощью ГИС нередко возникает задача размещения на карте объектов, построенных на основе информации, заданной в виде таблицы. В простейшем случае такая таблица может в явном виде содержать координаты некоторых точек, в которых требуется разместить объекты. В более сложных случаях, помимо исходной таблицы, может использоваться и другая информация, имеющаяся в ГИС, такая как координаты существующих объектов и табличная информация об объектах.

Процедура автоматизированного создания объектов карты на основании атрибутивных данных, содержащихся в некоторой таблице, называется геокодированием.

В выполнении геокодирования в системе ObjectLand участвуют, как минимум, два компонента ГБД:

* таблица, содержащая исходные данные для геокодирования (геокодируемая таблица);
* точечный тип объектов одного из слоев карты (геокодируемый тип). К этому типу будут принадлежать объекты, создаваемые при геокодировании.

ObjectLand поддерживает три различных метода геокодирования. Выбор одного из этих методов определяется тем, какая задача должна решаться с помощью геокодирования, с какой точностью должны размещаться на карте создаваемые объекты и какие данные имеются для выполнения геокодирования.

* Координатное геокодирование требует для своего выполнения, чтобы в двух полях геокодируемой таблицы содержались значения координат X и Y. При выполнении геокодирования для каждой записи таблицы создается точечный объект с указанными координатами.
* При выполнении координатного геокодирования можно также выполнить трансформацию координат создаваемых объектов. Это полезно в том случае, если координаты, содержащиеся в таблице, заданы в системе координат, отличающейся от системы координат данной карты.
* Координатное геокодирование – это самый простой из методов геокодирования, который в то же время позволяет наиболее точно разместить создаваемые объекты на карте.
* Геокодирование по объектам основано на привязке создаваемых точечных объектов к положению существующих объектов какого-либо типа. Такой метод геокодирования применяется, например, в том случае, если геокодируемая таблица содержит список адресов интересующих пользователя объектов (магазинов, станций обслуживания и т.п.).
* Определение положения объекта по его адресу – это задача, которую каждому человеку не раз приходилось решать на практике. Для ее решения достаточно иметь подробный план города, где показаны все здания и указаны их адреса. Тогда положение искомого объекта можно определить с точностью до здания.
* В соответствии с этой аналогией, для геокодирования по объектам в ObjectLand необходимо, кроме исходной геокодируемой таблицы и геокодируемого типа, указать еще два компонента ГБД, участвующих в операции:
  + ссылочный тип – тип объектов, к положению которых на карте будут привязываться создаваемые объекты (например, в качестве ссылочного можно использовать тип объектов «Здание»);
  + ссылочную таблицу – таблицу, записи которой связаны с объектами ссылочного типа и в то же время содержат данные, позволяющие с каждой записью геокодируемой таблицы связать запись ссылочной таблицы. Таким образом, через посредство ссылочной таблицы можно для каждой записи геокодируемой таблицы найти соответствующий объект ссылочного типа и использовать этот объект для определения положения создаваемого объекта на карте.
  + Если ссылочный тип – «Здания», то в качестве ссылочной таблицы можно использовать таблицу «Паспорта зданий», записи которой содержат, в частности, адреса соответствующих зданий.
* По сравнению с координатным геокодированием, применение геокодирования по объектам дает меньшую точность, но зато не требует явного указания координат создаваемых объектов.
* Адресное геокодирование основано на приближенном вычислении положения создаваемого объекта относительно заданного линейного объекта.
* Продолжая аналогию с использованием плана города, можно представить себе такой план, на котором не указаны адреса конкретных зданий, но для каждой улицы на каждом квартале нанесены минимальное и максимальное значение адресов зданий этого квартала. Если предположить, что здания в некотором квартале имеют номера от 100 до 120, то объект, который находится в здании с номером 118, должен быть размещен вблизи конца квартала.
* В ObjectLand для выполнения адресного геокодирования необходимо, кроме исходной геокодируемой таблицы и геокодируемого типа, указать еще два компонента ГБД, участвующих в операции:
  + ссылочный тип – линейный тип объектов, относительно которых будет вычисляться положение на карте создаваемых объектов. В качестве ссылочного типа можно, например, использовать тип объектов «Сегменты улиц», который содержит отрезки улиц, соответствующие отдельным кварталам;
  + ссылочную таблицу сегментов – таблицу, записи которой, во-первых, связаны с объектами ссылочного типа, во-вторых, содержат данные, позволяющие с каждой записью геокодируемой таблицы связать запись ссылочной таблицы и вычислить положение создаваемого объекта.
  + Если ссылочный тип – «Сегменты улиц», то в качестве ссылочной таблицы можно использовать таблицу «Сегменты», записи которой содержат код улицы и диапазон адресов зданий соответствующего сегмента.
* Точность определения координат объектов при адресном геокодировании зависит от того, насколько сильно различаются по размерам объекты, соответствующие различным адресам. Если в приведенном выше примере здание номер 120 занимает половину всего квартала, то положение здания номер 118 будет вычислено весьма неточно.

Для любого из описанных методов геокодирования имеется дополнительная возможность установить связи между создаваемыми объектами и записями таблиц. В качестве связанных таблиц могут выступать как сама геокодируемая таблица, так и другие таблицы ГБД. В последнем случае информация из геокодируемой таблицы используется для определения записи связанной таблицы, присоединяемой к создаваемому объекту.

Адресное геокодирование применяется в том случае, когда расположение геокодируемых объектов на карте определяется по их положению относительно линейных объектов некоторого ссылочного типа. Таким образом, при адресном геокодировании в качестве ссылочных могут использоваться объекты только линейного геометрического типа.

В целях повышения быстродействия компьютера используется модификация команд. Она состоит в изменении адресной части базовой команды. В некоторых случаях в адресной части базовой команды индексируются и адреса команд. Этот прием используется в программах, состоящих из нескольких вычислительных блоков. Операции, связанные с изменением адресов, не застрахованы от ошибок. Один из методов снижения вероятности таких ошибок состоит в особом кодировании, применяемом при программировании. Речь идет о выборе ячеек из ЗУ, совокупность адресов которых составляет какой-нибудь корректирующий код, например код с проверкой на четность.

**Что такое картографические проекции?**

Картографическая проекция — математически определенный способ отображения поверхности эллипсоида на плоскости.

Суть проекций связана с тем, что фигуру Земли — эллипсоид, не развертываемый в плоскость, заменяют на другую фигуру, развёртываемую на плоскость. При этом с эллипсоида на другую фигуру переносят сетку параллелей и меридианов. Вид этой сетки бывает разный в зависимости от того, какой фигурой заменяется эллипсоид.

В любой проекции существуют искажения, они бывают четырёх видов:

* искажения длин
* искажения углов
* искажения площадей
* искажения форм

На различных картах искажения могут быть различных размеров: на крупномасштабных они практически неощутимы, но на мелкомасштабных они бывают очень велики.

Искажение длин — базовое искажение. Остальные искажения из него логически вытекают. Искажение длин означает непостоянство масштаба плоского изображения, что проявляется в изменении масштаба от точки к точке, и даже в одной и той же точке в зависимости от направления. Это означает, что на карте присутствует 2 вида масштаба:

* Главный, он на карте подписывается, но на самом деле это масштаб исходного эллипсоида, развертыванием которого в плоскость карта и получена.
* Частный масштаб — их бесконечно много на карте, он меняется от точки к точке и даже в пределах одной точки.

Для наглядного изображения частных масштабов вводят Эллипс искажения.

Искажения площадей логически вытекают из искажения длин. За характеристику искажения площадей принимают отклонение площади эллипса искажений от исходной площади на эллипсоиде.

Искажения углов логически вытекают из искажения длин. За характеристику искажений углов на карте принимают разность углов между направлениями на карте и соответствующими направлениями на поверхности эллипсоида.

Искажения формы — графическое изображение вытянутости эллипсоида.

Равноугольные проекции — проекции без искажений углов. Весьма удобны для решения навигационных задач. Масштаб зависит только от положения точки и не зависит от направления. Угол на местности всегда равен углу на карте, линия прямая на местности, прямая на карте. Главным примером данной проекции является поперечно-цилиндрическая Проекция Меркатора (1569 г.) и до сих пор она используется для морских навигационных карт.

В равновеликих проекциях отсутствуют искажения площадей, но при этом сильны искажения углов и форм, (материки в высоких широтах сплющиваются). В такой проекции изображаются экономические, почвенные и другие мелкомасштабные карты.

В произвольных проекциях имеются искажения и углов, и площадей, но в значительно меньшей степени, чем в равновеликих и равноугольных проекциях, поэтому они наиболее употребляемые. Частным случаем произвольных проекций являются равнопромежуточные проекции, в которых сохраняются расстояния по некоторым выбранным направлениям: например, прямая азимутальная проекция, в которой правильно изображаются расстояния от полюса.

В прямых цилиндрических проекциях параллели и меридианы изображаются двумя семействами параллельных прямых линий, перпендикулярных друг другу. Таким образом задается прямоугольная сетка цилиндрических проекций. Промежутки между параллелями пропорциональны разностям долгот. Промежутки между меридианами определяются принятым характером изображения или способом проектирования точек земной поверхности на боковую поверхность цилиндра. Из определения проекций следует, что их сетка меридианов и параллелей ортогональна. Цилиндрические проекции можно рассматривать как частный случай конических, когда вершина конуса в бесконечности.

По свойствам изображения проекции могут быть равноугольными, равновеликими и произвольными. Применяются прямые, косые и поперечные цилиндрические проекции в зависимости от расположения изображаемой области. В косых и поперечных проекциях меридианы и параллели изображаются различными кривыми, но средний меридиан проекции, на котором располагается полюс косой системы, всегда прямой. Существуют разные способы образования цилиндрических проекций. Наглядным представляется проектирование земной поверхности на боковую поверхность цилиндра, которая затем развертывается на плоскости. Цилиндр может быть касательным к земному шару или секущим его. В первом случае длины сохраняются по экватору, во втором — по двум стандартным параллелям, симметричным относительно экватора. Цилиндрические проекции применяются при составлении карт мелких и крупных масштабов — от общегеографических до специальных. Так, например, аэронавигационные маршрутные полетные карты чаще всего составляются в косых и поперечных цилиндрических равноугольных проекциях (на шаре). В прямых цилиндрических проекциях одинаково изображаются одни и те же участки земной поверхности вдоль линии разреза — по восточной и западной рамкам карты (дублируемые участки карты) и обеспечивается удобство чтения по широтным поясам (например, на картах растительности, осадков) или по меридиональным зонам (например, на картах часовых поясов). Косые цилиндрические проекции при широте полюса косой системы, близкой к полярным широтам, имеют географическую сетку, дающую представление о сферичности земного шара. С уменьшением широты полюса кривизна параллелей увеличивается, а их протяжение уменьшается, поэтому уменьшаются и искажения (эффект сферичности). В прямых проекциях полюс показывается прямой линией, по длине, равной экватору, но в некоторых из них (проекции Меркатора, Уэтча) полюс изобразить невозможно. Полюс представляется точкой в косых и поперечных проекциях. При ширине полосы до 4,5° можно использовать касательный цилиндр, при увеличении ширины полосы следует применять секущий цилиндр, то есть вводить редукционный коэффициент

По характеру искажений конические проекции могут быть различными. Наибольшее распространение получили равноугольные и равнопромежуточные проекции. Образование конических проекций можно представить как проектирование земной поверхности на боковую поверхность конуса, определенным образом ориентированного относительно земного шара (эллипсоида).

В прямых конических проекциях оси земного шара и конуса совпадают. При этом конус берется или касательный, или секущий.

После проектирования боковая поверхность конуса разрезается по одной из образующих и развертывается в плоскость. При проектировании по методу линейной перспективы получаются перспективные конические проекции, обладающие только промежуточными свойствами по характеру искажений.

В зависимости от размеров изображаемой территории в конических проекциях принимаются одна или две параллели, вдоль которых сохраняются длины без искажений. Одна параллель (касательная) принимается при небольшом протяжении по широте; две параллели (секущие) — при большом протяжении для уменьшения уклонений масштабов от единицы. В литературе их называют стандартными параллелями.

В азимутальных проекциях параллели изображаются концентрическими окружностями, а меридианы — пучком прямых, исходящих из центра

Углы между меридианами проекции равны соответствующим разностям долгот. Промежутки между параллелями определяются принятым характером изображения (равноугольным или другим) или способом проектирования точек земной поверхности на картинную плоскость. Нормальная сетка азимутальных проекций ортогональна. Их можно рассматривать как частный случай конических проекций.

Применяются прямые, косые и поперечные азимутальные проекции, что определяется широтой центральной точки проекции, выбор которой зависит от расположения территории. Меридианы и параллели в косых и поперечных проекциях изображаются кривыми линиями, за исключением среднего меридиана, на котором находится центральная точка проекции. В поперечных проекциях прямой изображается также экватор: он является второй осью симметрии.

В зависимости от искажений, азимутальные проекции подразделяются на равноугольные, равновеликие и с промежуточными свойствами. В проекции масштаб длин может сохраняться в точке или вдоль одной из параллелей (вдоль альмукантарата). В первом случае предполагается касательная картинная плоскость, во втором — секущая. В прямых проекциях формулы даются для поверхности эллипсоида или шара (в зависимости от масштаба карт), в косых и поперечных — только для поверхности шара.

Азимутальную равновеликую проекцию называют также стереографической. Она получается проведением лучей из некоторой фиксированной точки поверхности Земли на плоскость, касательную к поверхности Земли в противолежащей точке.

Особый вид азимутальной проекции — **гномоническая**. Она получается проведением лучей из центра Земли к некоторой касательной к поверхности Земли плоскости. Гномоническая проекция не сохраняет ни площадей, ни углов, но зато на ней кратчайший путь между любыми двумя точками (т. е. дуга большого круга) всегда изображается прямой линией; соответственно меридианы и экватор на ней изображаются прямыми линиями.

В псевдоконических проекциях параллели изображаются дугами концентрических окружностей, один из меридианов, называемый средним — прямой линией, а остальные — кривыми, симметричными относительно среднего. Примером псевдоконической проекции может служить равновеликая псевдоконическая проекция Бонна.

В псевдоцилиндрических проекциях все параллели изображаются параллельными прямыми, средний меридиан — прямой линией, перпендикулярной параллелям, а остальные меридианы — кривыми. Причём средний меридиан является осью симметрии проекции.

В поликонических проекциях экватор изображается прямой, а остальные параллели изображаются дугами эксцентрических окружностей. Меридианы изображаются кривыми, симметричными относительно центрального прямого меридиана, перпендикулярного экватору.

**Использование ГИС при мониторинге железнодорожного пути**

В системе управления техническим состоянием железнодорожного пути объектом управления является железнодорожный путь, регулятором технического состояния пути служат путеремонтные предприятия, а органом управления – система подготовки и реализации решений, которая функционирует по трем контурам управления: организация ремонтов участков пути; мероприятия содержания пути; выработка рекомендаций по оптимальным режимам движения и контроля их выполнения с позиций минимизации разрушения пути и безопасности движения. Мониторинг железнодорожного пути – это постоянное и синхронизированное наблюдение за его состоянием по множеству фиксированных параметров. Система мониторинга должна отслеживать каждую неисправность пути в ее развитии, включая все возможные причины ее возникновения, периодичность возникновения, повторяемость и т.д. Техническое состояние пути непрерывно ухудшается под воздействием проходящего подвижного состава и природных факторов. С другой стороны, показатели технического состояния и паспортные характеристики пути изменяются в результате путевых работ и ремонтов пути. В системе мониторинга пути выделяются следующие основные информационные потоки: изменение технического состояния пути; изменение паспортных характеристик верхнего строения пути в связи с выполнением ремонтов; движение ремонтных ресурсов, в частности, материалов верхнего строения пути. В свою очередь в информационном потоке по показателям состояния пути выделяются два направления: данные о неисправностях пути, вызывающих ограничения скорости; планирование путевых работ. В состав информационного обеспечения мониторинга пути входят такие составляющие: автоматизированные инструментальные средства диагностики пути, (например, КВЛ-П системы ИHФОТРАHС); автоматизированные инструментальные средства паспортизации; базы данных состояния пути; базы данных технического паспорта пути; комплекс задач контроля состояния и планирования содержания пути; средства визуализации результатов мониторинга пути. Визуализация результатов мониторинга пути на основе ГИС-технологий обеспечивает:

* наглядное представление состояния пути (рельсовой колеи, рельсов, шпал), переездов, искусственных сооружений и других объектов дороги в широком диапазоне масштабов и с любой степенью детализации;
* наглядное представление паспортных характеристик пути (план и профиль);
* многослойность представления объектов дороги и возможность управления их отображением;
* возможность получения атрибутивной информацией (текстовой или графической) по любому представленному на схеме объекту дороги с помощью графического запроса;
* возможность использования физической карты местности, по которой проходит дорога, в качестве подложки, что позволяет анализировать взаимное влияние природных факторов и железной дороги.

Необходимость обеспечения безопасности движения – основной аргумент в пользу применения ГИС-технологий в задачах мониторинга железнодорожного пути. Во-первых, наглядность представления состояния пути повышает правильность принятия решения по ремонтным работам в условиях дефицита временных и материальных ресурсов. Во-вторых, наложение трасс автомобильных дорог на трассу железной дороги в сочетании с информацией о паспортных данных переездов и интенсивности движения по дороге дает больше информации для решения вопроса о типе переезда. При создании системы визуализации результатов мониторинга пути для Куйбышевской железной дороги был использован пакет ArcView GIS. На выбор этой ГИС повлияли следующие основные факторы:

* широкий набор поддерживаемых функций для работы с пространственной и атрибутивной информацией, наличие встроенного языка программирования высокого уровня, средств настройки интерфейса и создания собственных специализированных приложений;
* поддержка многих широко используемых форматов цифровых карт, в частности форматов ArcInfo;
* возможность прямого импорта схем, представленных в формате DXF;
* поддержка деловой графики;
* полная русификация.

Текущая версия системы визуализации использует схематическое представление путей и других объектов дороги. Атрибутивная диагностическая информация поступает с автоматизированных средств диагностики и паспортизации пути. С помощью средств паспортизации может обновляться и схема пути. Разработанное функциональное обеспечение дает возможность просмотра результатов мониторинга пути как по дороге в целом, так и для подразделений дороги - дистанций пути.