

МОДЕЛЬ ПРИВЯЗКИ ЛИНЕЙНЫХ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ ГИС

ЛЯХОВЕЦ С.В.

Приводится информационная модель привязки линейных объектов для ГИС. Эта модель предназначена для решения проблемы управления проектами сложных природно-технических комплексов. Подробно рассматриваются все необходимые таблицы баз данных для хранения данных модели.

1. Введение

На протяжении жизненного цикла любого трубопровода из различных источников собирается большое количество информации в разных форматах. Поэтому возникает необходимость создания информационной модели для организации и управления данными, процессами сбора и использования информации. Информационная модель трубопровода — это согласованная, хорошо управляемая, легко доступная совокупность всей информации о трубопроводе, среде и эксплуатационной истории. Ее независимость от конкретных программ является существенным фактором для обеспечения гибкости и возможности многократного использования одних и тех же данных. Нарботки в этой области можно изучить в источниках [15, 16].

Информационная модель предоставляет следующие преимущества:

1. Информационная модель обеспечивает качественное использование и доступ к данным: уменьшение избыточности данных; многократное их использование; оптимизация связей между отделениями компании.
2. Она делает более эффективным принятие решений: постепенное сокращение работы при сборе и форматировании данных; расширенная аналитическая среда; улучшение формулировки рационального решения, построения сценария и тестирования; улучшение инструментальных средств документирования; способность включать различные варианты в среду принятия решения.
3. Информационная модель поддерживает приложения для улучшения эксплуатационной эффективности: поддержка отчетов и разрешений; оперативное получение информации по району работ; автоматизированная картография — создание подписей объектов и полосы карты непосредственно из базы данных; планирование и маршрутизация для службы и запросов технического обслуживания; генерация карт размещения, дающих ориентировочную информацию для облегчения обнаружения находящегося под землей оборудования; интеграция с документацией на оборудование позволяет обеспечивать доступ к новейшим документам по техническому обслуживанию, действующему оборудованию и методикам.

4. Информационная модель позволит применять приложения оценки риска, что обеспечивает поддержку работоспособности оборудования.

5. Повышает конкурентоспособность: улучшение надежность обслуживания — технологии ГИС (Географические Информационные Системы) [10-14] позволяют сокращать время обнаружения отказа оборудования, определять место и посылать команды обслуживания и обеспечивать их достоверной информацией; анализ поставок; анализ связей; маршрутизация продукта — ГИС определяет маршрут продукта.

При рассмотрении разнообразных источников и типов данных, которые входят в информационную модель, видно, что никакая отдельная технология не в состоянии делать управление, анализ и отображение информации. Для реализации информационной модели требуется использование набора технологий. Такой подход применяет конкретную технологию для управления соответствующими данными, при этом разработанная технология и архитектура данных облегчают интеграцию данных в информационную модель.

Реляционные системы управления базами данных [1-9].

Корпоративная реляционная база данных (РБД) и основанные на локальной сети ведомственные РБД обеспечивают первичное хранение данных, внесенных в информационную модель [17-19]. Эти таблицы баз данных должны иметь ключ, который связывает данные с определенным объектом. ГИС играет первостепенную роль в информационной модели, как технология интеграции, основанная на объединении данных исключительно по географической привязке. Она выполняет функции менеджера данных, предоставляет приложениям среду для поддержки автоматической картографии или выполнения сложного пространственного моделирования. ГИС обеспечивает механизм привязки для разнородных данных, хранимых в РБД. Документы, рисунки, данные обследования и другие данные могут быть привязаны к географическому положению. ГИС дает возможность работать с разнообразными пространственными видами объектов и позволяет получать более подробные данные для конкретного объекта.

Одной из основных частей информационной модели трубопровода является модель привязки линейных объектов.

2. Пояснения к описанию материала

Модель линейной привязки позволяет хранить в РБД пространственные данные, расположенные вдоль центральной линии трубы. Модель данных позиционирования представляет собой большой набор связанных между собой таблиц РБД. Описанная предназначена для этого структура данных.

Рассмотрим рис. 1.

Если на таблице (рис. 1) нарисована стрелочка, это значит, что в таблице соответствующее поле, где находится стрелка, имеет ссылку на себя, например,

для нахождения предыдущего события (Previous_Event_ID) в таблице *события*. Связь между таблицами показана стрелками, которые показывают, по какому полю таблицы идет связь. В первой строке таблицы написано ее название на английском и русском языках. Первая колонка таблицы — это оригинальное название ее полей. Вторая колонка несет информацию о ссылочном типе поля. Если в соответствующей ячейке стоит pk (primary key), то это главный ключ таблицы, если fk (foreing key), то это поле может использоваться для ссылки на другие таблицы. В третьей колонке указан тип данных, содержащихся в данном поле. Внизу каждой таблицы описаны необходимые индексы для организации ссылок и поиска.

Во всех таблицах модели, имеющих поле с именем, которое заканчивается на “_CL” (Code List), хранится ссылка на таблицу, поля которой, как правило (если не указано особо), имеют одинаковое название. Но таблицы называются по-разному (например Line_Type_CL). Эти таблицы определяют заданное фиксированное количество значений, они определены в модели.

В таблицах встречаются поля, ссылающиеся на таблицы *источник* и *единицы измерения*. Первая таблица предназначена для хранения информации об источнике, из которого поступили данные. Вторая определяет единицы измерения, которыми пользовались при измерении параметров.

3. Ядро модели — компонент событие

Ядром концепции информационной модели является таблица *событие* (см. рис.1). Из нее выходят все связи событий в модели. События — это объекты, хранимые в модели, например трубы, отчеты, результаты обследований и др. Каждому событию, входящему в модель, соответствует Event_ID - уникальный номер, который присваивается в то время, когда добавляется новая запись в таблицу *событие*. Каждая запись в таблице уникальна и имеет свой набор атрибутов. Чтобы определить, в какой таблице находятся атрибуты данного события, необходимо из таблицы *свойства* по значению поля Feature_ID, находящегося в

таблице *событие*, выбрать соответствующую запись. По значению Production_Table_Name (это имя таблицы) в этой записи можно определить, в какой таблице искать атрибуты. И потом по идентификатору события (Event_ID) в *атрибутивных* таблицах можно извлечь необходимые значения атрибутов.

Разберем подробно значение всех полей таблиц.

Table Event — Основная таблица. Используется для сохранения идентификаторов *атрибутивных* таблиц.

Event_ID — Основной ключ таблицы (pk). Непрограммируемое число, используемое для связи с таблицами *атрибутов*. Каждая таблица атрибутов имеет ключевое поле Event_ID, и по нему после определения имени атрибутивной таблицы нужно выбирать конкретные атрибуты.

Feature_ID — Указатель на таблицу *свойств* (Feature). В таблице *свойства* определяется таблица *атрибутов*, которая используется для хранения подробностей данного события.

Shape_ID — Указатель на таблицу *форма* (Shape). Создает связь к координатам x, y, z без использования привязки к месту по центральной линии трубопровода, т.е. ссылается на абсолютные координаты. (Эта часть модели пока не разработана).

Previous_Event_ID — Указатель на запись события, которая была заменена этим событием. Используется для ведения истории.

Station_ID_Begin — Связь с таблицей позиционирования. Хранит идентификатор начальной точки для линейных событий. Позиционирование используется для привязки событий к центральной линии трубопровода.

Station_ID_End — Связь с таблицей позиционирования. Хранит идентификатор конечной точки для линейных событий.

IM_User — Идентификатор пользователя. Требуется для ведения контрольного журнала.

Create_Date — Дата создания записи события.

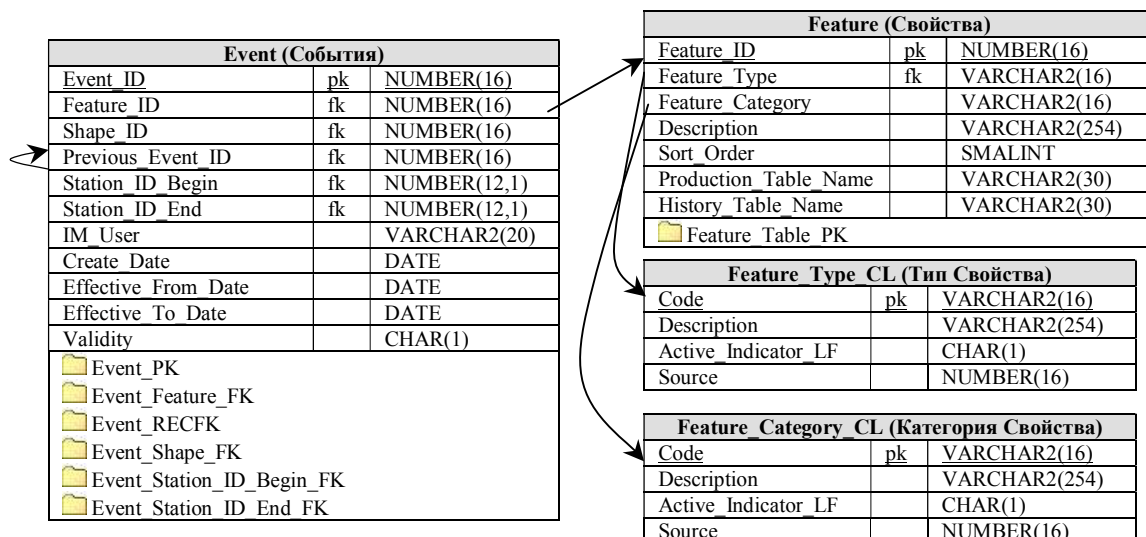


Рис. 1. Структура таблиц *события* и *свойства*

Effective_From_Date - Первая дата, когда данное событие было в действии. Может быть использовано для планирования реализации блока событий.

Effective_To_Date - Последняя дата, когда данное событие было в действии.

Validity - Флаг, используемый приложениями. Идентифицирует подтверждение того, что данные имеют силу.

4. Таблица *свойства*

Таблица *свойства* связана с таблицей *события* (рис. 1) и определяет тип и местонахождение атрибутов, зависящих от конкретного события. Это важная таблица в информационной модели. Она позволяет приложениям узнавать о существовании таблиц *атрибутов*. Поэтому существует возможность создавать новые таблицы и добавлять их в информационную модель в любое время. Например, когда добавляется новая *атрибутивная* таблица, она идентифицируется в таблице *свойства* (добавляется новая запись в таблицу, поле в которой Production_Table_Name содержит имя новой таблицы). Все совместимые приложения немедленно осведомляются о новой таблице. Необходимо заметить, что каждая запись в таблице *событий* содержит Feature_ID для соединения с таблицей *свойства*.

Table Feature — Определяет тип и местоположение атрибутов событий.

Feature_ID — Основной ключ таблицы, внешний ключ (fk) для возврата в таблицу *событий*. Позволяет выбрать из таблицы *события* все события, имеющие соответствующий тип.

Feature_Type — Используется для группировки линий, точек и других элементов.

Feature_Category — Используется для группировки *атрибутивных* таблиц. Может применяться для группировки по событиям оборудования, событиям обследования или по другим категориям событий.

Description — Используется для хранения длинного описания таблицы атрибутов события.

Sort_Order — Элементарная возможность сортировки. Используется для генерации отчетов. Будет расширяться в будущем для добавления большого количества сценариев сортировки.

Production_Table_Name — Хранит местоположение (имя таблицы) связей атрибутов и свойств.

History_Table_Name — Хранит местоположение (имя таблицы) записей истории о том, когда над таблицей *атрибутов* были проведены операции модификации и удаления. Это позволяет сохранять историю за пределами экземпляра базы данных.

Таблица *свойства* необходима в информационной модели для предотвращения последовательного извлечения данных приложениями из таблицы *события*. Таблица *свойства*, связанная с таблицей *события*, становится картой навигации, идентифицирующей, где хранятся данные в модели. Новые таблицы могут быть добавлены в любой промежуток времени.

Имена таблицы атрибутов и свойств (Production_Table_Name) и таблицы *история* (History_Table_Name) хранятся в таблице *свойства*. Они используются как указатели на соответствующие таблицы. Через поле Production_Table_Name осуществляется доступ ко всем таблицам *атрибутов*, как имеющихся в модели, так и добавленных в нее.

Идентификатор предыдущего события (Previous_Event_ID) в таблице *события* и History_Table_Name в таблице *свойства* используется для хранения исторических данных. Он позволяет применять два подхода для хранения данных истории. Первый подход (использующий Previous_Event_ID) позволяет редактировать набор данных *события* и создает новый Event_ID для каждого редактирования или изменения сделанного с записью события. Получается как бы цепочка одного и того же события в разных модификациях, пройдя по которой, можно вернуться к исходному событию. Для нахождения предыдущего события в цепочке необходимо по значению Previous_Event_ID в текущем событии найти предыдущее событие в таблице *события*. При этом подходе таблица *атрибутов* значительно вырастает в размере.

Для создания больших атрибутивных таблиц предложили данные истории хранить во вторичном наборе данных, чтобы этот набор данных был как второй экземпляр, с названием структур идентичных тем, которые используются в основных таблицах модели. Таким образом, могут существовать экземпляры основной базы данных и *истории* с идентичной структурой данных. Экземпляр основной базы данных будет содержать только одну текущую версию события. Экземпляр *истории* будет содержать все предыдущие версии события. Доступ к основной базе данных осуществляется через Production_Table_Name, а к базе данных истории — через History_Table_Name.

5. Компонент *позиционирование*

Позиционирование (привязка к месту) — это схема нумерации, используемая в трубопроводных проектах для определения положения транспортировочного оборудования (рис. 3). В общем случае под транспортировочным оборудованием понимаются материальные объекты, которые транспортируют продукт под давлением. Это трубы, клапаны и дополнительное оборудование. Как правило, материальные объекты, такие как компрессорные станции и другие строения не являются материальными объектами, которые привязываются к месту.

Позиционирование можно представить как соглашение о присвоении имен, которое позволяет привязывать имя или метку к оборудованию, базирующемуся на зависимости положения от других объектов. В этом соглашении по присвоению имен используется иерархическая структура. Иерархия привязки к месту представлена на рис. 2. Самый высокий уровень иерархии — это имя или метка трубопроводной линии. Трубопроводная линия — это непрерывная группа оборудования. Трубопроводные компании используют различные

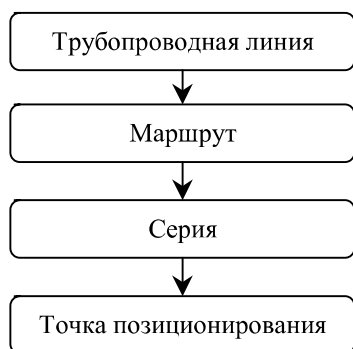


Рис.2. Иерархия позиционирования

схемы для наименования трубопроводных линий. На многих трубопроводах используют систему нумераций, уникально идентифицирующих трубопроводную линию. При изменении номеров или имен нумерация перепутывается. На некоторых трубопроводах изменяются номера трубопроводных линий на политических границах, таких как граница штата, графства или провинции. Другие компании меняют имена трубопроводных линий на соединении оборудования, такого как компрессорные станции, пересечения рек или заводы. Но в качестве общего правила принято считать, что хорошее определение линии представляет собой

непрерывную секцию транспортировочных технических средств.

Следует отметить, что в общем случае линии расположены параллельно друг другу в пределах полосы отчуждения для трассы трубопровода. Поскольку каждая линия имеет свое уникальное имя, ее легко различать.

Двигаясь вниз по иерархии модели позиционирования, следующий уровень иерархии для положения трубопровода — это маршрут. Маршрут подобен трубопроводной линии тем, что определяется непрерывной секцией трубы; различие в том, что много маршрутов могут проходить в трубопроводной линии. Маршрут удобен, когда возникают разрывы или промежутки, вызванные непривязанными к месту техническими средствами, попавшими внутрь линии.

Следующий уровень этой иерархии — это серии (ряды). Серия представляет собой численный идентификатор, используемый для идентификации секций трубопровода. Как правило, трасса трубопровода состоит из последовательности нескольких пикетажных участков. Одной из причин этого является проведение ремонтов и реконструкций, в результате чего изменяется общая длина трубопровода вдоль его центральной линии. Для того чтобы после

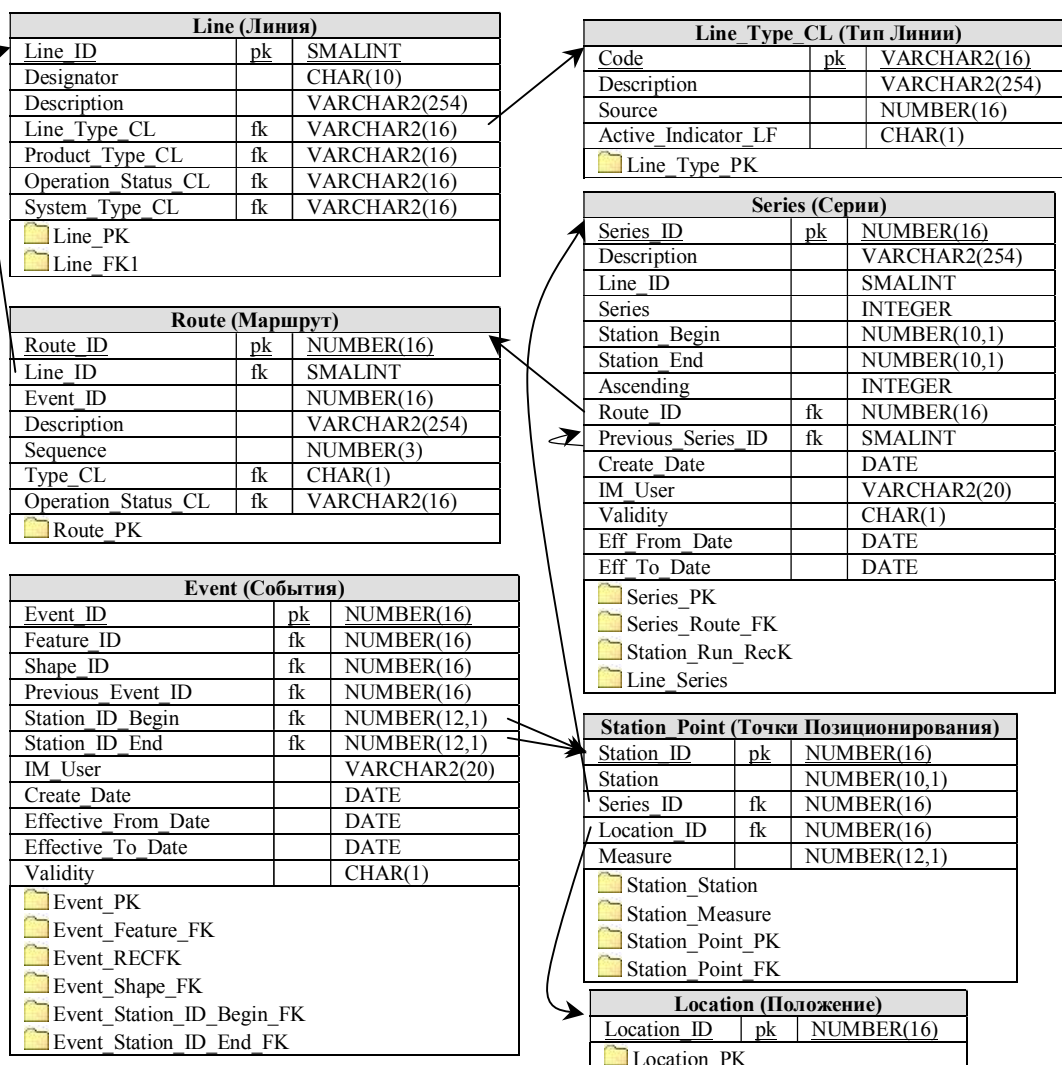


Рис. 3. Структура таблиц позиционирования

завершения ремонта сохранить существующую привязку объектов по пикетам, трасса трубопровода делится на несколько пикетажных участков: участки, на которых привязка не изменилась, и на новые пикетажные участки. Идентификаторы серий могут идти в порядке возрастания или убывания, но соблюдая порядок. В пределах маршрута может существовать много серий. Началом серии обычно бывает произвольная точка вдоль маршрута.

Самым низким уровнем в рамках данной модели привязки к месту является точка позиционирования. Она представляет собой длину, измеренную от начальной и конечной точек серии. Точка позиционирования уникально определяет двухмерную пространственную точку в соответствии с центральной линией.

Table Station_Point – Таблица хранит точки позиционирования для линейных событий. Вход в нее осуществляется из таблицы *событие*, используя поля *Station_ID_Begin* – начальная точка, *Station_ID_End* – конечная точка.

Station_ID – Уникальный идентификатор позиции.

Station – Цифровой номер позиции.

Series_ID – Идентификатор серии, в которую входит точка позиционирования.

Location_ID – В этом поле хранится идентификатор положения, который уникально описан в таблице *положение*. С его помощью можно попасть в таблицу *координаты*, в которой хранятся географические координаты точки. Таблицы *положение* и *координаты* описаны ниже.

Measure – Числовое значение, определяющее расстояние в километрах от начала серии оборудования.

Table Series – Таблица хранит серии. Серия – это численный идентификатор, используемый для идентификации секции трубы.

Series_ID – Уникальный идентификатор серии.

Description – Текстовое описание серии.

Line_ID – Идентификатор линии, в которую входит серия.

Series – Порядковый номер серии; серии должны идти по возрастанию или по убыванию.

Station_Begin – Номер начальной точки позиционирования, с которой начинается серия. Соответствует полю *Station* в таблице *точки позиционирования*.

Station_End – Номер конечной точки позиционирования, которой кончается серия. Соответствует полю *Station* в таблице *точки позиционирования*.

Ascending – Задаёт возрастание или убывание серии.

Route_ID – Идентификатор маршрута, в который входит серия.

Previous_Series_ID – Идентификатор предыдущей серии в маршруте, позволяет двигаться по маршруту.

Create_Date – Дата создания записи серии.

IM_User – Идентификатор пользователя. Требуется для контрольного журнала.

Validity – Поле подтверждения достоверности данных.

Eff_From_Date – Первая дата, когда серия действовала.

Eff_To_Date – Последняя дата, когда серия действовала.

Table Route – Таблица предназначена для хранения деталей маршрута.

Route_ID – Уникальный идентификатор маршрута.

Line_ID – Идентификатор линии, в которую входит маршрут.

Event_ID – Идентификатор события, содержащего описание маршрута.

Description – Текстовое описание маршрута.

Sequence – Поле задает порядок.

Type_CL – Тип маршрута, выбирается из списка значений, задаваемого стандартной таблицей “_CL”.

Operation_Status_CL – Статус операции, выбирается из списка значений, задаваемого таблицей статус операции (*Operating_Status_CL*).

Table Line – Таблица хранит детали трубопроводной линии.

Line_ID – Уникальный идентификатор линии.

Designator – Текстовое обозначение линии.

Description – Текстовое описание линии.

Line_Type_CL – Поле задает тип трубопроводной линии, выбирается из списка значений, задаваемого стандартной таблицей “_CL”.

Product_Type_CL – Поле задает тип продукта передаваемого по линии, выбирается из списка значений, задаваемого стандартной таблицей “_CL”.

Operation_Status_CL – Статус операции, выбирается из списка значений, задаваемого таблицей статус операции (*Operating_Status_CL*).

System_Type_CL – Задаётся тип системы, выбирается из списка значений.

Привязка к месту является, по существу, линейной системой ссылок. Она представляет собой соглашение о присвоении имен, которое может уникальным образом идентифицировать точку вдоль трубопровода. Привязка к месту предоставляет также механизм для установления последовательности этих единственным образом идентифицированных точек. Таким образом, используя привязку к месту, можно определять точный порядок секций трубопровода в двумерном пространстве. Для рудиментарного преобразования от привязки к месту к любому другому соглашению о присвоении имен, употребляемому применительно к трубопроводу, используются таблицы измерений и преобразований (рис.4).

Table Transform – Таблица предназначена для хранения описания преобразований.

Transform_ID – Уникальный идентификатор преобразования.

Description – Текстовое описание преобразования.

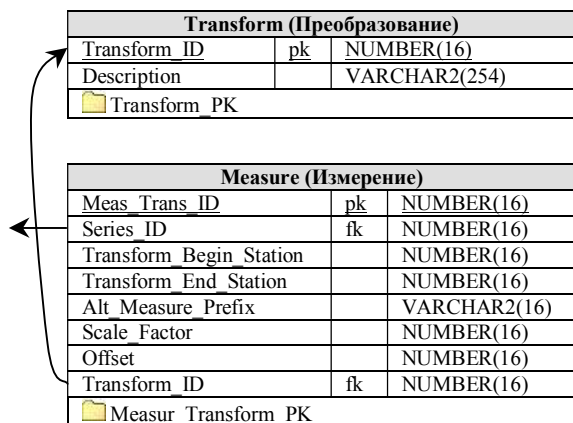


Рис.4. Структура таблиц *измерение* и *преобразование*

Table Measure – Таблица используется для элементарного преобразования из позиционирования в любое другое соглашение по именам, применяемое трубопроводом.

Meas_Trans_ID – Уникальный идентификатор преобразования измерения.

Series_ID – Поле, идентификатор серии задает серию, для которой выполняется это преобразование.

Transform_Begin_Station – Начальная точка преобразования. Задает идентификатор точки позиционирования в таблице *точки позиционирования*.

Transform_End_Station – Конечная точка преобразования. Задает идентификатор точки позиционирования в таблице *точки позиционирования*.

Alt_Measure_Prefix – Префикс или сокращение, которое определяет единицу измерения.

Scale_Factor – Коэффициент масштабирования.

Offset – Смещение от исходного состояния.

Transform_ID – Поле хранит идентификатор преобразования для получения описания преобразования из таблицы *преобразование*.

Следующие таблицы, представленные на рис.5, используются в позиционировании для описания атрибутов, описывающих владельца трубопроводной линии.

Table Line_Owner – Таблица хранит информацию о владельце линии.

Company_ID – Уникальный идентификатор компании владельца.

Line_ID – Уникальный идентификатор линии, которой владеет компания.

Percent_Ownership – Процент владения данной линией.

Ownership_Type – Ссылка на таблицу с типом владения.

Table Legacy_Line_Name – Таблица хранит информацию о традиционном названии трубопроводной линии в конкретной компании.

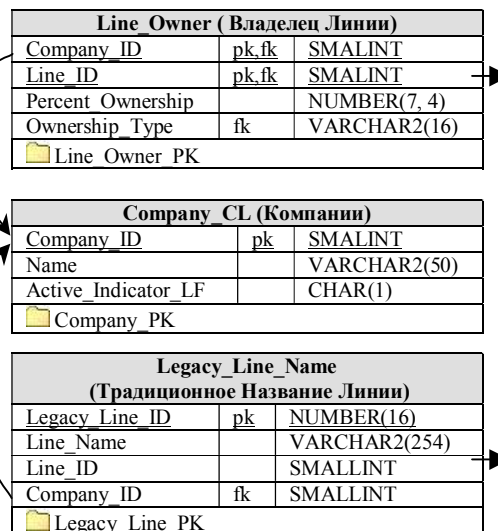


Рис.5. Таблицы владения трубопроводной линией

Legacy_Line_ID – Уникальный идентификатор традиционного названия линии.

Line_Name – Полное текстовое имя трубопроводной линии.

Line_ID – Поле хранит идентификатор описываемой линии.

Company_ID – Поле хранит идентификатор компании, которой принадлежит описываемая трубопроводная линия.

6. Компонент координаты

Таблицы *координаты* (рис.6) используются для хранения реальных мировых координат для любой точки, находящейся на оси трубопровода. Информационная модель позволяет трехмерное представление линии. Контрольные точки или реперы позволяют хранить один или несколько источников координат.

Table GPS_Parameters – Таблица предназначена для хранения параметров измерения GPS для каждой точки с идентификатором Coordinate_ID, хранящейся в таблице *координаты*.

Coordinate_ID – Уникальный идентификатор координат. Для связи с таблицей *координаты*.

Datafile – Имя файла с данными измерения.

Type – Тип параметров.

Description – Текстовое описание параметров GPS.

Date_Collected – Дата сбора параметров GPS.

Correction_Method – Используемый метод коррекции данных.

Standard_Dev – Устройство GPS, которым проводились измерения.

Receiver_CL – Тип используемого GPS-приемника при сборе данных.

Source – Ссылка на таблицу *источник*, описывающую источник, из которого были получены данные.

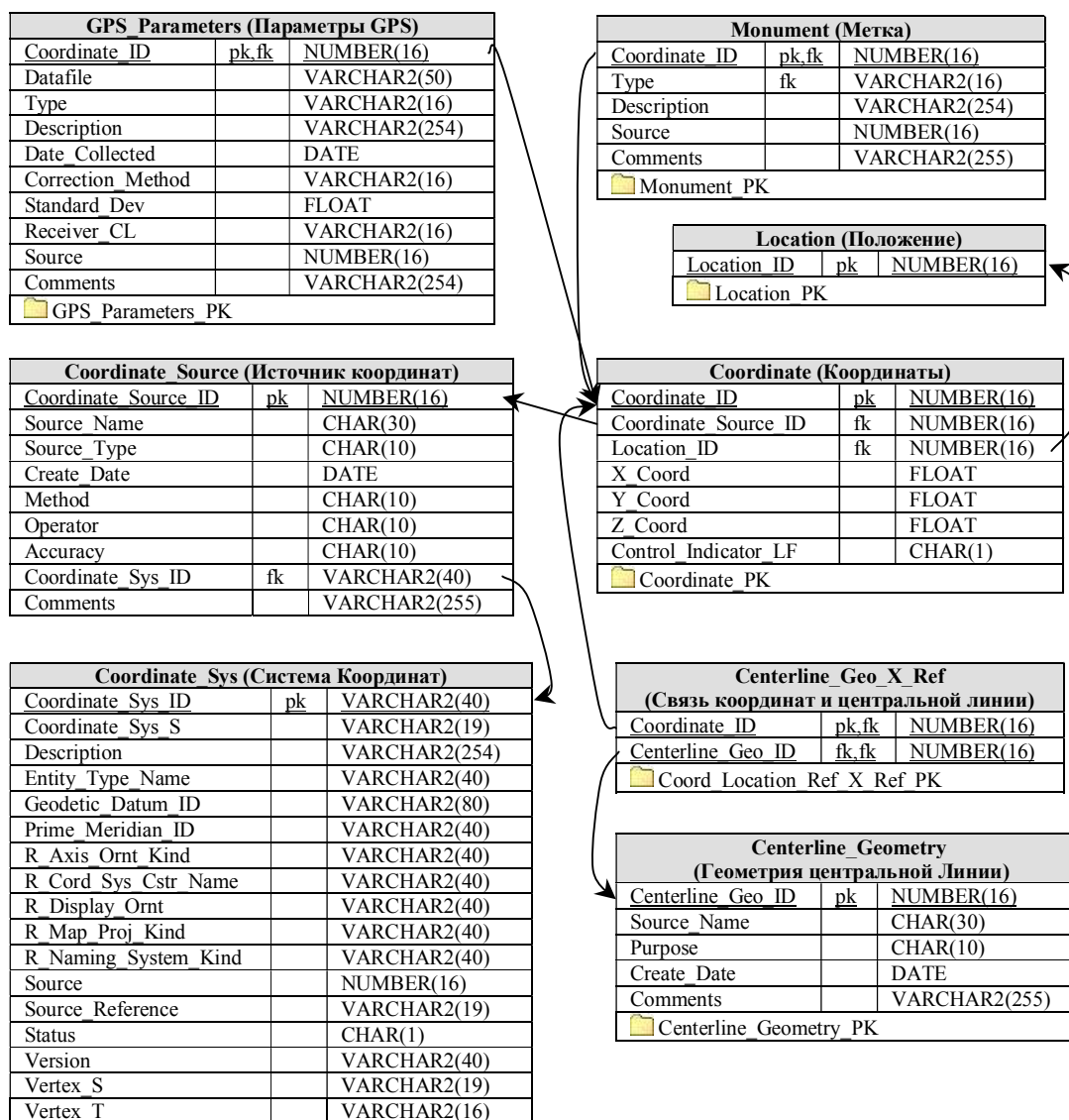


Рис.6. Структура таблиц координат

Comments - Поле хранит текстовые комментарии к параметрам.

Table Monument - Таблица предназначена для хранения параметров метки (грунтового репера) для каждой точки с идентификатором *Coordinate_ID*, хранящейся в таблице *координаты*.

Coordinate_ID – Уникальный идентификатор координат. Для связи с таблицей *координаты*.

Type – Поле хранит название типа метки.

Description – Поле хранит текстовое описание метки.

Source – Ссылка на таблицу *источник*, описывающую источник, из которого были получены данные.

Comments – Поле хранит текстовый комментарий к метке.

Table Coordinate_Source - Таблица хранит данные об источниках координат.

Coordinate_Source_ID – Представляет собой уникальный идентификатор источника координат.

Source_Name – Поле описывает название источника.

Source_Type – Поле описывает тип источника.

Create_Date – В этом поле хранится дата создания источника координат.

Method – Метод измерения, который использовался для этого источника.

Operator – Условное имя оператора, отвечающего за источник координат.

Accuracy – Поле хранит точность источника координат.

Coordinate_Sys_ID – Идентификатор координатной системы для получения сведений об используемой координатной системе из таблицы *система координат*.

Comments – Текстовый комментарий к источнику координат.

Table Coordinate_Sys – Таблица предназначена для хранения подробных данных об используемой координатной системе. Подробное описание полей выходит за рамки этой статьи.

Table Location – Таблица для хранения идентификаторов положения. В ней есть только одно поле – идентификатор. Таблица необходима в таком виде

для того, чтобы к одному положению в пространстве можно было привязать много точек из таблицы *координаты*.

Location_ID — Уникальный идентификатор положения. Позволяет связать конкретную точку позиционирования из таблицы *точки позиционирования* с одной или несколькими точками в мировой системе координат из таблицы *координаты*.

Table Coordinate — Основная таблица для координатной привязки. Используется для хранения мировых координат.

Coordinate_ID — Уникальный идентификатор координат.

Coordinate_Source_ID — Идентификатор источника координат позволяет задавать для конкретной точки свой источник координат, описанный в таблице *источник координат*

Location_ID — Идентификатор положения позволяет привязывать точку к положению, используемому для привязки точек позиционирования. В результате разных измерений может быть привязано много точек к одному положению. Выбор одной точки из нескольких остается на усмотрение аналитика.

X_Coord — Поле хранит координату X точки.

Y_Coord — Поле хранит координату Y точки.

Z_Coord — Поле хранит координату Z точки.

Control_Indicator_LF — Контрольный индикатор.

Table Centerline_Geo_X_Ref — Таблица хранит перекрестные ссылки между координатными точками и геометрией центральной линии.

Coordinate_ID — Уникальный идентификатор координат.

Centerline_Geo_ID — Идентификатор геометрии центральной линии, который связан с идентификатором координат.

Table Centerline_Geometry — Таблица хранит описание геометрии центральной линии.

Centerline_Geo_ID — Уникальный идентификатор геометрии центральной линии.

Source_Name — Поле задает источник получения геометрии центральной линии.

Purpose — Цель создания записи.

Create_Date — Поле хранит дату создания геометрии центральной линии.

Comments — Поле хранит комментарий.

При работе в такой схеме могут возникать конфликты координат. Общей причиной этого являются конфликтующие данные изысканий. Такие конфликты могут возникать тогда, когда использовались разные измерительные приборы или просто когда измерения были сделаны с ошибками. Концепция контрольного отслеживания становится важной, когда в наличии имеются два или более источников координат. При работе с данными изысканий может оказаться необходимым, чтобы оператор выбрал один из многих источников коор-

динат конкретной точки. Если эти точки находятся в конфликте, должна быть отмечена причина, по которой была выбрана эта точка, а не другая. Каждая запись должна сопровождаться оболочкой с метаданными. В этой оболочке документируются качественные показатели, которые требуются, когда аналитик должен составить суждение о том, являются ли оценки данного местоположения различными или идентичными, как, например, в случае сравнения результатов определения координат углубления в траншее трубопровода с данными внутреннего обследования трубопровода.

Центральная линия в модели — это один из вариантов привязки трубопровода. Каждая точка, расположенная вдоль трубопровода, может быть привязана к конкретному источнику координат. Для одного небольшого участка трубопровода могут иметься в наличии данные нескольких изысканий: результаты обычных измерений с помощью мерной цепи с последующим перемещением (возможно со ссылкой на данные для смежной линии с соответствующими уравнениями), данные глобальной системы позиционирования (GPS), результаты измерений с помощью внутритрубного инспекционного инерциального навигационного прибора. Эти способы оценки поместили один и тот же кольцевой сварной шов более чем в 20 метрах от точки, в которую он был помещен с помощью более точного метода. Отклонение от “фактических” координат может и должно быть отмечено и добавлено к указанной выше оболочке с метаданными. Управление целостностью трубопровода требует, чтобы записи о нарушениях, сделанные при различных проверках и различными службами, принимались во внимание при оценках эксплуатационных характеристик данного участка. Знание точности и стандартов, использованных в процессе изысканий, значительно облегчает аналитическую работу.

Например, довольно распространенным случаем является наличие результатов оригинальных изысканий в качестве одного набора координат и данных, полученных с помощью глобальной системы позиционирования, в качестве второго такого набора. Эти два источника координат могут не согласовываться. В случаях, подобных этому, обычно регулируют положение осевой линии так, чтобы она согласовывалась с одним или с другим источником. Если эти два источника не удастся согласовать, должна быть отмечена причина расхождения.

Аналогично, когда создается ГИС, часто подгоняют центральную линию для соответствия земельной основе (воздушной фотосъемке). Всегда возникает некоторое количество ошибок, когда воздушная фотосъемка приводится к мировым координатам или координатам обследований. Если где-то невозможно устранить ошибки в земельной основе, ГИС приложение может показывать центральную линию с допуском от полосы отчуждения. Для этого представленная модель поддерживает создание множества центральных линий для одного и того же оборудования, т.е. можно иметь более чем один вариант того, где находится центральная линия в трехмерном пространстве. Каждая центральная линия может затем быть связана с одним или большим количеством источников координат с предоставлен-

ными мировыми координатами от одного или нескольких обследований. Отклонение от источников координат может быть отмечено и объяснено. Исходные координаты обследований надежно хранятся как исходные измерения. Таким способом достигается сохранение контрольной истории указания местоположения осевой линии.

Общая схема таблиц для хранения линейно привязанных данных представлена на рис.7.

7. Выводы

Разработанная информационная модель, предназначенная для организации и управления данными, процессами сбора и использования информации, является большим шагом вперед в области информационной поддержки трубопроводов. В данной статье рассмотрена основная часть модели — таблицы ядра и таблицы позиционирования линейных объектов. Представленная информационная модель привязки линейных объектов для ГИС позволяет хранить согласованную, легко управляемую информацию по трубопроводу, среде и эксплуатационной истории. Независимость информационной модели от конкретных программ является существенным фактором для обеспечения гибкости и возможности многократного использования одних и тех же данных.

Литература: 1. Дейт К. Введение в системы баз данных. М.: Наука, 1980. 464 с. 2. Компьютерные технологии обработки информации / Под ред. С.В. Назарова. М.: Финансы и статистика, 1995. 247 с. 3. Мартин Г. SQL: Справочное руководство. М.: Лори, 1997. 291 с. 4. Мартин Дж. Организация данных в вычислительных системах. М.: Мир, 1978. 662 с. 5. Орлов В.Н., Лантеев В.С. Модели данных в СУБД / Под ред. В.И. Перши-

кова. М.: МО СССР, 1982. 124 с. 6. Системы управления базами данных и знаний: Справочное издание / А.Н. Наумов, А.М. Вендров, В.К. Иванов и др.: Под ред. А.Н. Наумова. М.: Финансы и статистика, 1991. 352 с. 8. Ульман Дж. Основы систем баз данных. М.: Финансы и статистика, 1983. 334 с. 9. Date, C.J., Hugh D. Foundation for Object/Relational Databases: The Third Manifesto. Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1998. 152 p. 10. Конова-лова Н.В., Капранов Е.Г. Введение в ГИС. М.: Мир, 1997. 160 с. 11. Цветков В.Я. Геоинформационные системы и технологии. М.: Финансы и статистика, 1998. 288 с. 12. С.Ю. Желтов и др. Особенности реализации 3D ГИС / Информационный бюллетень ГИС-Ассоциации). 1997. №5(12). С.12-14. 13. Mladen Stojic. 3-D GIS: unleash the power // GEOEurope. 2000. №11. P.30-33. 14. Кошкарёв А.В., Тикунов В.С. Геоинформатика. М.: "Картгеоцентр" - "Геодезиздат", 1993. 213 с. 15. Integrated Spatial Analysis Techniques - Topical Report no. GRI-97/0072 / Gas Research Institute. 1997. 328 p. 16. The OpenGIS Abstract Specification, OpenGIS Project Document Number 99-100r1 // Open GIS Consortium. 1999. 443 p. 17. Бойко В.В., Савинков В.М. Проектирование информационной базы автоматизированной системы на основе СУБД. М.: Финансы и статистика. 1982. 174 с. 18. Вейнеров О.М., Самохвалов Э.Н. Проектирование баз данных САПР. М.: Высш. шк., 1990. 144 с. 19. Пржиялковский В.В. Абстракции в проектировании баз данных // СУБД. 1998. №1-2. С. 90-97.

Поступила в редколлегию 21.06.2001

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Алексеев О.П.

Ляховец Сергей Витальевич, аспирант кафедры ПО ЭВМ ХНУРЭ. Научные интересы: геоинформационные системы, модели данных, технологии визуализации данных. Хобби: программирование, компьютеры, туризм, спелеология. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14, тел. ((380)-0572)-409-446.

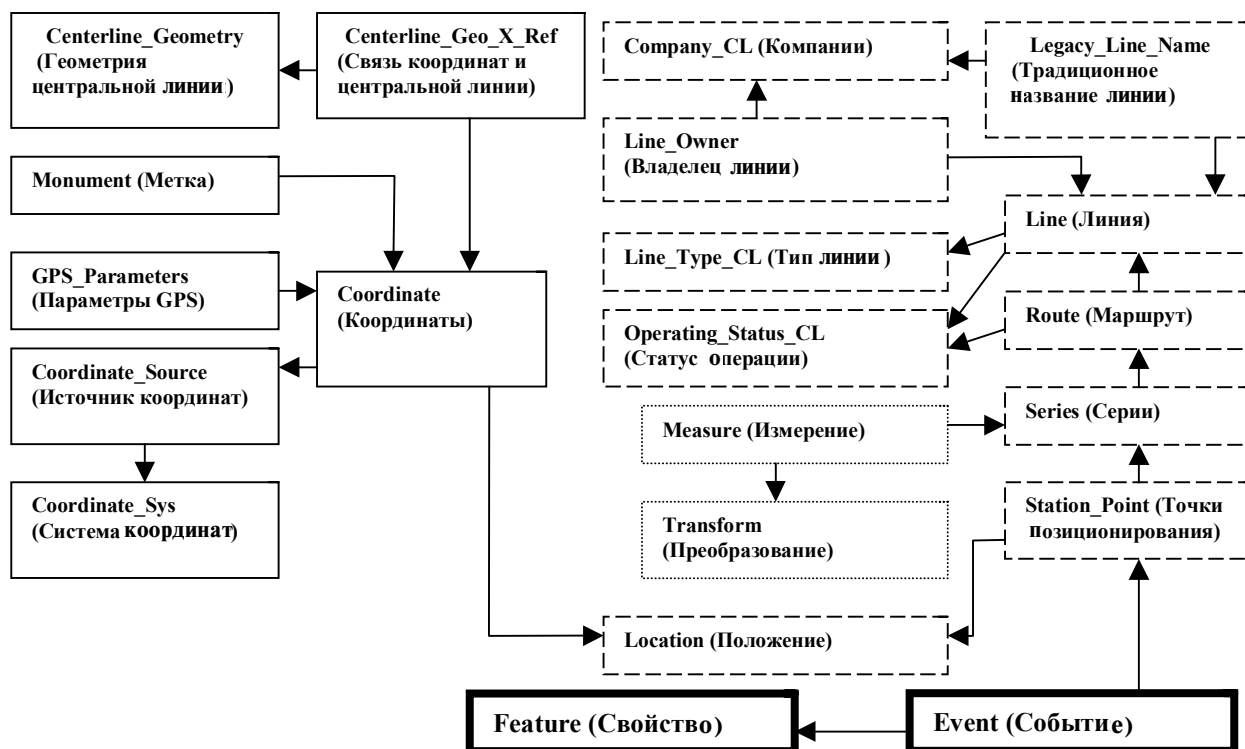


Рис.7. Общая схема информационной модели трубопровода с линейной привязкой