

Обзор и анализ используемых и перспективных форматов геопространственных данных

Overview and analysis of used and perspective formats of geospatial data

Зализнюк / Zaliznyk A.

Александр Николаевич

(Compas66@mail.ru)

Военно-топографическое управление ГШ ВС РФ,
начальник.

Топографическая служба ВС РФ,
начальник.
г. Москва

Александров / Alexandrov Y.

Юрий Сергеевич

(alr1949@yandex.ru)

27 ЦНИИ МО РФ,
научный сотрудник.
г. Москва

Ключевые слова: информационное картографическое обеспечение – *information cartographic support*; геоинформационная система – *geographic information system*; геопространственная информация – *geospatial information*; формат геопространственных данных – *format of geospatial data*; структура данных – *data structure*.

В статье приводится подробный обзор форматов геопространственных данных, используемых в основных программных продуктах ведущих отечественных и зарубежных производителей, а именно форматов SXF, MIF/MID, SHP/DBF, GML (XML). Проводится анализ возможностей, предоставляемых каждым форматом, на основе которого формулируются основные предложения по разработке нового единого формата геопространственных данных.

Detailed overview of geospatial data formats used in main software products of leading domestic and foreign developers, namely SXF, MIF/MID, SHP/DBF, GML (XML) formats is provided in the article. Analysis of capabilities provided by each format is performed, based on which the main proposals on development of new uniform format of geospatial data are formulated.

Обзор и анализ используемых и перспективных форматов геопространственных данных, описание их возможностей и ограничений

Формат данных является одним из компонент информационного картографического описания пространственных данных – основного нормативно-техничес-

ского документа для описания организации и последующего создания модели геопространственных данных (далее ГПД), которое также включает:

- каталог объектов ГПД с их атрибутами, метаданными и связями между объектами;
- правила цифрового описания объектов, система их идентификации и библиотека условных знаков для отображения;

– классификаторы, правила цифрового описания, условные знаки и цензово-нормативные показатели создания геопространственных данных различных видов, в том числе и цифровых карт различных видов и масштабов.

Под форматом геопространственных данных здесь понимается структура расположения данных в файлах геопространственной информации, описание вида, состава данных и точности их представления [1].

По функциональному назначению можно выделить формат обмена и хранения ГПД, а также формат обработки, присущий той или иной ГИС-технологии, который часто называют как внутренний формат программного изделия.

Формат векторных геопространственных данных должен обеспечивать:

- интерпретацию логической структуры данных на физическом уровне;
- доступ к любому элементу данных;
- внесение изменений в существующие данные (добавление, удаление, модификация информации на всех уровнях);
- независимость от конкретного содержания данных;
- возможность внесения новой информации, в том числе пользовательских элементов содержания;
- минимизацию избыточности данных;
- обеспечение поддержки записи пространственно-логических связей между пространственными объектами и их элементами;
- отображение информации в соответствии с принятой системой условных знаков и шрифтов [1].

Формат растровых геопространственных данных должен обеспечивать доступ к паспортным данным ГПД и воспроизведение ГПД на экранах отображения и в виде твердых копий с использованием средств документирования.

Наибольшую практическую значимость имеет формат обмена и хранения ГПД, в связи с этим основной целью настоящей статьи является анализ используемых и перспективных форматов геопространственных данных, описание их возможностей и ограничений, а также их разработчиков и программных средств.

Наибольшее применение в практике получили такие обменные форматы ГПД как SXF, MIF/MID, SHP/DBF, GML (XML).

Описание формата SXF

Открытый формат обмена и хранения цифровых топографических и навигационных карт и планов городов SXF разработан специалистами Топографической службы ВС РФ (ТС ВС РФ). Этот формат входит в состав информационного картографического обеспечения (ИКО), утвержденного Начальником Военно-топографического управления Генерального штаба ВС РФ и получившего широкое практическое распространение в различных министерствах и ведомствах в технологиях создания и применения ГПД. В настоящее время этот формат поддерживается ЗАО КБ «Панорама».

Условный код формата – SXF (Storage and eXchange Format – формат хранения и обмена).

Полное описание формата SXF содержится в документе [2].

Данный формат используется в качестве обменного формата практически во всех известных ГИС отечественной разработки: «Карта-2005», «Карта-2011», «Интеграция», «Оператор», «Горизонт», «3Д-Полигон», «Нева».

Открытый формат обмена и хранения цифровых топографических и навигационных карт и планов городов разработан для более эффективного решения следующих задач:

- ведение архива цифровых топографических и навигационных карт и планов городов;
- повышение надежности хранения и достоверности передачи цифровых карт на различных носителях и по каналам связи;
- снижение объемов хранимой информации;
- применение различных технологий и технических средств для создания цифровых топографических и навигационных карт и планов городов, с приведением результата к единому формату.

Открытый формат имеет следующие свойства:

- все данные содержатся в одном файле, что исключает возможность помещения в архив или выдачи потребителю информации в неполном составе, облегчается поиск и учет файлов; выборка данных из файла может быть выполнена путем однократного последовательного чтения файла, что ускоряет процессы копирования, контроля структуры данных, конвертирования и другие, являющиеся основными для хранения и обмена;

– вся информация об отдельном объекте хранится в отдельной записи; нет адресных ссылок между частями файла или разными файлами, что обеспечивает корректную обработку данных после сбоев программных или аппаратных средств; если при чтении или записи данных в формате SXF возникает сбой, приводящий к потере фрагмента файла, записи, расположенные до и после сбояного участка, будут обработаны правильно;

– структура формата SXF содержит служебные поля (идентификаторы начала записей, идентификатор начала файла, дескриптор данных, флагги наличия семантики, поля длин записей и т.д.), которые необходимы для контроля структурной целостности файлов SXF, восстановления данных после сбоев программных и аппаратных средств, проведения ревизии данных при длительном хранении в архиве;

– формат SXF позволяет хранить метрику объектов в трехмерной системе координат в целочисленном виде или с плавающей точкой, что позволяет применять его для построения карт повышенной точности и решения других задач;

– формат SXF предусматривает запись цифровых векторных карт в виде текстового файла, что облегчает процесс передачи данных между различными аппаратно-программными платформами и ускоряет процесс разработки новых конверторов;

– формат обеспечивает хранение пространственно-логических связей различного вида в семантике объектов (используя до пяти знаков для кодов характеристик), в метрике объектов (для хранения подобъектов), в заголовке записи (для ссылок на подписи и описания логических групп разнородных объектов);

– состав паспортных данных может расширяться для учета развития информационного обеспечения путем применения ключевой формы представления характеристик в записи рамки листа; паспортные данные в текстовом варианте формата имеют ключевую форму представления;

– формат не включает в себя описание визуального представления объектов цифровых карт и планов городов, которое может быть различным даже на одной и той же модели ЭВМ, но имеющей различные средства отображения, но формат позволяет организовать связь данных об объекте и форм его представления через таблицы классификаторов.

Все записи размещаются в одном файле, данные метрики и семантики на один объект располагаются в одной записи – семантика (характеристики объекта) за метрикой (координаты объекта).

С помощью SXF Tools – модуля-расширение к ArcGIS, данные из формата SXF конвертируются в форматы .gdb, .mdb, .sde, поддерживаемые ArcGIS.

Использование SXF Tools позволяет без потерь перенести данные из ГИС, используемых для создания цифровой картографической информации в этом формате в Росреестре и ТС ВС РФ (ГИС «Карта-2005»), в ArcGIS,

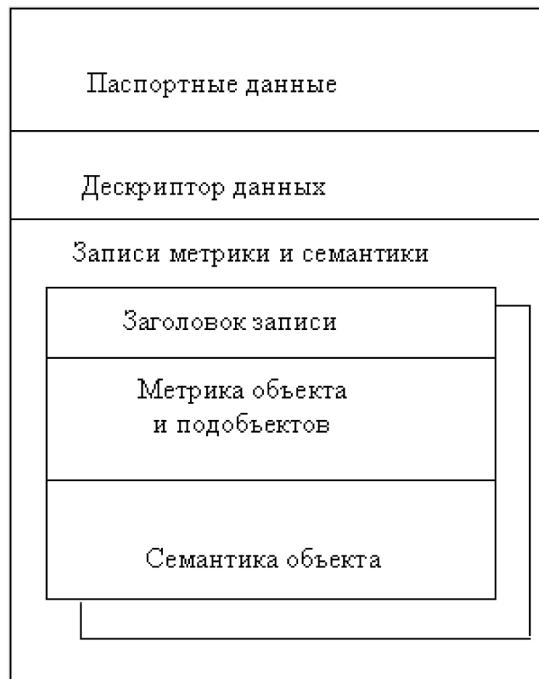


Рис. 1. Общая структура формата SXF

а также организовать обмен данными между бизнес-единицами, использующими различные ГИС.

Результатом работы инструмента конвертации модуля SXF Tools является любая база данных ArcGIS (.gdb, .mdb, .sde), что позволяет хранить не только векторные объекты, но и аннотации (надписи).

Выходным форматом проекта карты является .mxd, который предоставляет возможность построение карты, максимально близкой к оригиналам.

Экспорт данных из ArcGIS в бинарный тип формата .sxf позволяет получить полноценную карту для использования ее во всех известных ГИС отечественной разработки: «Карта-2005», «Карта-2011» «Интеграция», «Оператор», «Горизонт», «3Д-Полигон», «Нева».

Формат SXF разрабатывался специально для быстрой передачи больших объемов данных с поддержкой контроля целостности и возможностью восстановления информации при сбоях. Поэтому он наиболее подходит для обмена данными как картографической, так и тематической информации.

Описание формата MIF/MID

Формат MIF/MID разработан Корпорацией MapInfo (США).

Полное описание формата MIF/MID содержится в документе [4].

Используется в ГИС MapInfo.

Данные MapInfo хранятся в двух файлах на каждый слой: графическая информация содержится в файлах с расширением .MIF, а текстовая – в файлах с расширением .MID. Каждая строка текстовых данных отделяется от следующей строки либо символом возврата каретки

(Carriage Return), либо возврата каретки вместе с новой строкой (Line Feed), либо только символом новой строки.

Для хранения одной цифровой топографической карты (ЦТК) в формате MIF/MID необходимо создать 32 файла, для цифрового плана города (ЦПГ) – 40 файлов (при 16 слоях данных).

Для сравнения: в формате SXF вся информация хранится в одном файле для всех видов карт.

MIF-файл состоит из двух частей: заголовка и секции данных. Заголовок файла содержит информацию о том, как создавать таблицы Mapinfo, а секция данных содержит определения графических объектов.

Заголовок файла формата MIF

Заголовок файла формата MIF имеет следующий вид (в квадратные скобки взята информация, которая может отсутствовать).

```

VERSION n
[ DELIMITER "<c>" ]
[ UNIQUE n,n.. ]
[ INDEX n, n.. ]
[ COORDSYS...]
[ TRANSFORM...]
COLUMNS n
<имя> <тип>
<имя> <тип>
...
  
```

В версии Version 2 могут присутствовать предложения COORDSYS и TRANSFORM.

Delimiter (Разделитель)

Здесь в двойных кавычках указывается символ, использующийся в качестве разделителя, например:

DELIMITER ";". Стандартное значение разделителя – символ табуляции; при использовании стандартного разделителя строка DELIMITER может быть опущена.

Unique (Уникальная колонка)

Здесь задается число. Это число указывает на столбец в базе данных: 3 указывает на третий столбец, 7 – на седьмой и так далее.

Index (Индекс)

Здесь задается число. Это число указывает на столбец в базе данных: 3 указывает на третий столбец, 7 – на седьмой и так далее. Для столбцов, перечисленных в списке INDEX, создаются индексы.

CoordSys (Координатная система)

COORDSYS задается для того, чтобы указать, что данные хранятся НЕ в форме широты/долготы. Если поле COORDSYS отсутствует, то предполагается, что данные приведены в форме широта/долгота.

Все координаты приводятся относительно северо-восточного квадранта. Координаты объектов на территории США имеют отрицательную координату X, а координаты объектов в России и Европе (к востоку от Гринвича) имеют положительные координаты по оси X. Объектам в северном полушарии соответствуют положительные координаты Y, а объектам в южном полушарии – отрицательные координаты Y.

Transform (Преобразование)

Если в файле MIF записаны координаты относительно северо-западного квадранта (квадрант 2), то может быть задано преобразование этих координат к северо-восточному квадранту (квадрант 1) в предложении Transform.

Columns (Колонки)

Здесь задается число столбцов. Затем для каждого столбца в отдельной строке указывается название столбца, тип данных в нем, а также размер поля (для столбцов, содержащих строки и десятичные числа).

Файл MID должен содержать следующие три столбца данных, указанные в заголовке:

- столбец STATE: 15-символьное поле;
- столбец POPULATION: поле целых чисел;
- столбец AREA: поле десятичных чисел, состоящих из не более чем 8

– цифр, в том числе из 4 цифр после запятой.

Секция данных в файлах формата MIF

Секция данных в файлах формата MIF следует после заголовка и должна начинаться со слова DATA на отдельной строке:

DATA

Секция данных MIF-файла может содержать любое число графических примитивов, по одному для каждого графического объекта. Mapinfo сравнивает разделы файлов формата MIF и MID, сопоставляя первому объекту в MIF-файле первую строку MID-файла, второму объекту MIF-файла – вторую строку MID-файла и так далее. Если для строки MID-файла не найдено соответствующего графического объекта, то создается "пустой" объект (NONE) в соответствующей позиции MIF-файла.

Могут использоваться следующие графические объекты: точка, линия, ломаная, область, дуга, текст, прямоугольник, скругленный прямоугольник, эллипс.

Файл формата MID

Файл формата MID содержит записи, между которыми стоят разделители, заданные в предложении Delimiter. Стандартный разделитель – символ табуляции. Каждая строка в MID-файле соответствует объекту в MIF-файле: первая строка соответствует первому объекту, вторая строка – второму объекту и так далее. Если символ-разделитель является частью записи, такая запись заключается в двойные кавычки. Файл формата MID может отсутствовать. В этом случае создаются пустые поля.

Описание формата SHP/DBF

Формат SHP/DBF разработан компанией ESRI (США). Полное описание формата SXF содержится в документе [5]. Формат используется в ArcGIS.

Формат SHP предназначен для хранения и обмена векторными данными о местности – цифровыми топографическими картами, цифровыми планами городов и цифровыми специальными картами. ЦТК, поставляемые ТС ВС РФ, состоят из 16 слоев, ЦПГ состоят из 20 слоев, цифровые специальные карты могут содержать от 3 слоев (граф дорог) до нескольких десятков слоев. В формате SHP каждый слой записывается, как минимум, в 3 файла – главный файл (SHP), индексный файл (SHX) и файл атрибутов в виде таблицы DBASE (DBF). Дополнительно на лист карты формируется файл метаданных с информацией о проекции и системе координат (PRJ). Кроме того, объекты с разной локализацией (полигоны, контура, точки) записываются в разные наборы. Для хранения одной ЦТК в формате SHP необходимо создать порядка 150 файлов, для ЦПГ – 180 файлов. Для сравнения: в формате SXF вся информация хранится в одном файле для всех видов карт.

Файл SHP содержит двоичные записи переменной длины разного типа. Одна запись на один объект карты. Файл не содержит уникальные метки начала записей (отличающиеся от значений данных), поля контрольной суммы, контрольные длины записей и другие поля, позволяющие восстановить содержание файла при каком-либо программно-аппаратном сбое. При возникновении потери одного байта при передаче файла SHP все данные не могут быть обработаны. Для сравнения: формат SXF содержит поля с контрольной суммой, уникальные идентификаторы записей, контрольные поля длин записей и счетчики записей для контроля целостности информации и возможности восстановления данных при потере отдельных фрагментов файла.

Атрибутивная информация в SHP хранится в файле DBF. На каждый объект должна быть запись, содержащая все поля, независимо от наличия реальных данных. Записи в файлах SHP и DBF должны быть синхронизированы. При потере одного байта в файле

DBF теряется вся информация. Все значения представлены в символьном виде. Для сравнения: файл SXF хранит только те поля, которые заполнены реальными данными, числовые значения хранятся в компактном двоичном виде. Координаты и атрибутивная информация хранятся в одной записи. Потеря нескольких байт в файле SXF может привести к потере одной записи. Записи, расположенные за сбойным участком, будут обработаны корректно.

Двоичные записи в формате SHP не имеют выравнивания по границам, кратным размерам, обрабатываемым RISC процессорами, что делает невозможным обработку SHP в специальных приложениях на процессорах ARM, MIPS, SPARC, Эльбрус и тому подобным. Для сравнения: формат SXF содержит специальные поля для выравнивания двоичных полей кратно их размеру (целые числа на 4 байта, плавающие – на 8 байт и т.д.), что обеспечивает применение формата SXF в различных бортовых системах управления оружием, не использующих процессоры типа Intel.

Описание формата GML (XML)

Формат GML (XML) разработан консорциумом Open Geospatial Consortium Inc., созданным компаниями ESRI, Microsoft, IBM, Oracle и другими американскими компаниями.

Полное описание формата GML содержится в документе [6].

Описание формата GML определяет набор базовых правил обмена пространственными данными, которые уточняются смежными стандартами и прикладными схемами, уточняющими требования к данным с учетом решаемых задач.

Спецификация ориентирована на передачу пространственной информации о местности, содержащей данные о реальных объектах местности или объектах, описывающих некоторые явления.

Данные о любом объекте включают уникальный идентификатор объекта в наборе данных, название объекта, свойства объекта, заданные в прикладной схеме, и описание пространственного положения объекта.

Набор данных включает метаданные набора данных, габариты пространственного описания всех объектов и описание одного или нескольких объектов. В набор данных может включаться название цифрового классификатора объектов, содержащего списки кодов, уникальных названий видов объектов и описание условных знаков.

Наборы данных могут записываться в виде файлов для хранения или обмена на магнитных носителях (dataset) или передаваться через WFS-сервис (service) по запросу клиентов. Способ обмена данными отражается в корневом элементе набора данных и в метаданных. При передаче данных через сервис метаданные и прикладная схема, как правило, не содержатся в наборе данных (inline), а указываются ссылками типа URL (by reference).

Метаданные набора данных описывают общие свойства всего набора данных. В соответствии с положе-

ниями стандарта ISO 19115:2003 в состав метаданных входят следующие группы свойств:

MD_Identification – идентификационная информация;

MD_Constraints – информация об ограничениях;

DQ_DataQuality – информация о качестве;

MD_MaintenanceInformation – информация об обновлении;

MD_SpatialRepresentation – информация о представлении пространственных данных;

MD_ReferenceSystem – информация о координатной основе;

MD_ContentInformation – информация об идентификации используемого каталога элементов набора данных и описание покрытия набора данных;

MD_PortrayalCatalogueReference – информация о классификаторе.

MD_Distribution – информация о распространении;

MD_MetadataExtensionInformation – информация о дополнительных метаданных, специфицированных пользователем;

MD_ApplicationSchemaInformation – информация о прикладной схеме, применяемой при создании набора данных.

Общие габариты всех объектов наборов данных указываются координатами левого нижнего (юго-западного) и правого верхнего (северо-восточного) угла условной рамки, охватывающей все объекты набора в заданной системе координат. Общие габариты объектов указываются с помощью элемента *gml:boundedBy*. Для описания габаритов применяется та же система координат, что и для описания пространственного положения объектов.

Описание отдельного объекта содержится внутри элемента *gml:featureMember*, который имеет атрибут *gml:id*. Данный атрибут должен содержать идентификатор экземпляра объекта, значение которого должно быть уникальным в наборе данных. Например, идентификатором объекта может быть уникальный номер объекта в наборе.

Для поддержки ссылок на объекты других наборов в идентификатор объекта может быть включен идентификатор набора данных. При подготовке наборов данных (dataset) такой способ является основным.

В одном наборе данных могут содержаться объекты разных типов. Например: дороги, здания, реки, сады и так далее. Для правильной обработки набора данных необходимо идентифицировать разные типы объектов.

Для идентификации типов объектов могут применяться несколько элементов, которые должны заполняться согласованно. К таким элементам можно отнести идентификатор слоя, идентификатор названия объекта и идентификатор типа объекта.

При подготовке прикладной схемы вводятся определения групп объектов, имеющих общие свойства. Как правило, группа объектов соответствует слою объектов. Слой объектов может включать несколько типов объектов. Например, слой Улицы может вклю-

чать улицы, переулки, проспекты и тому подобное. Или слой может включать один тип объектов.

Списки слоев, свойств объектов и перечень допустимых значений элементов “ИмяСлояCode” должны быть заданы в XSD-схеме.

Пространственное положение объекта должно содержать координаты объекта в глобальной геодезической системе координат в градусах или положение в местной (локальной) системе отсчета в метрах. Координаты могут быть заданы в двухмерной (2D) или трехмерной (3D) системе. Координаты всех точек одного объекта должны быть в одной системе координат и иметь единую размерность. Координаты разных объектов могут иметь разную размерность.

Система координат задается, как правило, кодом EPSG. Рекомендуется применение одной из указанных систем координат:

EPSG:4258 – геодезические координаты на эллипсоиде GRS-80 (ETRS89);

EPSG:4269 – геодезические координаты на эллипсоиде GRS-80,

NAD83 (NSRS2007);

EPSG:4326 – геодезические координаты на эллипсоиде WGS-84;

EPSG:4490 – геодезические координаты на эллипсоиде CGCS2000;

EPSG:4740 – геодезические координаты на эллипсоиде ПЗ-90.02, ГЛОНАСС;

SR-ORG:6707 – плоские прямоугольные координаты в местной (локальной) системе отсчета.

Система координат выбирается программным обеспечением, формирующим набор данных в соответствии со спецификацией. При заполнении прикладной программой координат объекта в соответствии с выбранной системой координат должен выполняться пересчет координат из системы координат цифровой топографической карты.

Плоские прямоугольные координаты в местной (локальной) системе отсчета (SR-ORG:6707) применяются для описания вспомогательных данных (поэтажный план, схема) или в случае, когда параметры связи системы координат карты и глобальной геодезической системы координат не известны.

Высота должна пересчитываться к значению геодезической высоты относительно выбранного эллипсоида.

Значение кода системы координат записывается в атрибут srsName элемента, описывающего геометрические свойства объекта. При наличии нескольких вложенных элементов, имеющих атрибут srsName, атрибут указывается только для самого верхнего элемента.

Стандарт GML содержит универсальный набор средств для описания пространственного положения любых объектов с учетом их топологических отношений.

Для описания объектов, содержащихся на цифровых топографических картах, рекомендуется применять минимально достаточный набор элементов языка GML.

Пространственное положение большинства объектов на цифровых топографических картах можно представить в виде полигонов, линейных объектов или точек.

Полигоны могут иметь один внешний замкнутый контур и набор внутренних замкнутых контуров. Точки внутренних контуров должны быть строго внутри внешнего контура. Примерами объектов с внешним и внутренними контурами являются леса с полянами, реки с островами, территории с участками, которые из них исключаются, и тому подобные объекты.

Замкнутость контура означает, что координаты первой точки контура и последней точки контура совпадают.

Как следует из описания, объем данных в формате GML будет в десятки раз превышать объем файла SXF с той же информацией. При потере одного байта в структуре файла GML (например, любого символа "<" или ">") весь файл нужно передавать заново.

Формат XML имеет низкую устойчивость к внесению помех.

Существуют конверторы для форматов, основанных на стандарте XML (KML, GDF и другие). Особенностью применения стандарта XML является его низкая надежность при передаче данных. Потеря одной скобки из гигабайтного массива приведет к потере всего массива данных, который не будет обработан стандартным интерпретатором XML.

Предложения по единому обменному формату геопространственных данных

Основные организации РФ, которые на Федеральном уровне решают задачи по обеспечению ГПИ в интересах различных ФОИВ РФ: Росреестр РФ, ТС ВС РФ, УНИО МО РФ – до настоящего времени создают геопространственную информацию в основном в виде номенклатурных листов электронных карт местности различных видов и масштабов.

При этом модель данных электронной карты (ЭК) полностью соответствует образно-знаковой модели бумажной карты. Поэтому создаваемые электронные карты содержат все присущие бумажной карте недостатки:

а) «нарезка» карт на отдельные номенклатурные листы по фиксированному масштабному ряду. Такой подход был обусловлен исходными картографическими материалами, по которым создавались цифровые карты. К удобствам такого традиционного подхода следует отнести простоту учета и планирования работ и затрат на единицу продукции. Но это всё – удобства производителя, а не пользователя. Практически все пользователи после получения номенклатурных листов выполняют их сшивку на интересующие участки территории.

При сшивке основными проблемами являются:

– несогласованность смежных листов по дате их актуализации (не сводка), поскольку работы по созданию и обновлению ведутся номенклатурными листами;

– несогласованность содержания карт масштабного ряда на одну и ту же территорию, поскольку по традиционной технологии такое согласование выполняется в течение нескольких лет путем пересоставления карт производных масштабов;

– необходимость перехода в другую систему координат в случае сшивки карт на территорию, покрываемую несколькими шестиградусными зонами, для сохранения точности координатного описания;

– различные системы разграфки листов электронных топографических и навигационных карт форматов SXF и S-57, что создает технические трудности при их совместном использовании;

б) несоответствие образно-знаковой модели ЭК полнофункциональной модели географических объектов (явлений), что приводит к неоднозначному (противоречивому) их представлению на различных масштабах;

в) фиксированные масштабы (ограничение состава отображаемой информации с учетом соответствующего уровня генерализации и точности);

г) легендирование информации, представляющейся на карте;

д) принципиальная невозможность работы с разновременной и разномасштабной ЭК, а также проведение автоматизированной генерализации ЭК различных масштабов;

е) невозможность безошибочного представления больших территорий или Земного шара целиком на карте, а также существенные нестыковки между картами, представленными в различных проекциях.

В связи с этим по оценке пользователей ГИС указанная модель данных является устаревшей. Для эффективного решения задач средствами геоинформационных технологий, особенно задач пространственного анализа, требуется ГПИ в виде объектно-ориентированной модели, реализуемой в виде базы геопространственных данных (БГПД).

Такая ГПИ по сравнению с ЭК в формате SXF представляет принципиально новую модель организации данных, которая содержит полную информацию о пространственных (топологических) связях объектов местности и позволяет значительно расширить состав решаемых средствами ГИС задач по анализу и оценке местности для поддержки принятия решений органами управления.

Работы по созданию технологий, обеспечивающих создание такой ГПИ, в настоящее время развернуты в ряде организаций РФ по заказам Роскосмоса РФ, Росреестра РФ, а также Минобороны РФ. Главной научно-технической проблемой таких разработок является создание соответствующего информационно-картографического обеспечения для создания ГПИ на суши и море на основе единой объектно-ориентированной модели геопространственных данных, в составе которого, как указывалось выше, должен быть предложен и обменный формат данных.

Учитывая, что работы еще не завершены, делать сегодня какие-либо выводы о преимуществах объектно-

ориентированной ГПИ (объектно-ориентированных баз данных ГПИ), в том числе и формата для обмена такими данными, нет оснований.

В связи с этим, а также учитывая изложенные выше результаты обзора и анализа данных по форматам ГПД, на текущее время можно сделать вывод, что наибольшими преимуществами обладает формат SXF.

Литература

1. ГОСТ Р 52293–2004. Геоинформационное картографирование. Система электронных карт. Карты электронные топографические. Общие требования. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2005. – 11 с.

2. Векторный формат "SXF". Структура данных в двоичном виде. Редакция 4.0 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gistoolkit.ru/download/doc/sxf4bin.pdf>, свободный. – Загл. с экрана.

3. Обсуждение использования формата SXF для хранения и обмена пространственными данными [Электронный ресурс].

– Режим доступа: <http://www.gisa.ru/64177.html>, свободный. – Загл. с экрана.

4. The MapInfo Interchange File (MIF) Format Specification [Электронный ресурс] / Mapinfo Corp. – Режим доступа: http://read.pudn.com/downloads138/sourcecode/others/592839/Mapinfo_Mif.pdf, свободный. – Загл. с экрана.

5. ESRI Shapefile Technical Description [Электронный ресурс] / ESRI, Inc. – Режим доступа: <https://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/shapefile.pdf>, свободный. – Загл. с экрана.

6. OpenGIS® Geography Markup Language (GML) Encoding Standard [Электронный ресурс] / Open Geospatial Consortium, Inc. – Режим доступа: http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=20509, свободный. – Загл. с экрана.