

Концепция развития объектно-ориентированного информационного обеспечения геоинформационных систем

Geoinformational systems development concept of object-oriented information support

Карманов / Karmanov D.

Дмитрий Викторович
(kdemo@yandex.ru)
кандидат технических наук.
ЗАО «Институт телекоммуникаций»,
заместитель генерального директора
по развитию ГИС.
г. Санкт-Петербург

Комосов / Komosov Y.

Юрий Анатольевич
(komosov@yandex.ru)
АО "НИИ ТП",
главный специалист,
г. Москва

Аксенова / Aksenova T.

Татьяна Николаевна
(marketing@itain.spb.ru)
ФГАОУ ВПО «Санкт-Петербургский национальный
исследовательский университет информационных
технологий, механики и оптики»,
аспирант.
г. Санкт-Петербург

Ключевые слова: геоинформационные системы – GIS; пространственные данные – spatial data; цифровая топографическая карта – digital topographic map; объектно-ориентированная модель – object-oriented model.

Изначальное основное предназначение "традиционной" модели хранения данных, реализованной в формате SXF, заключалось в подготовке и печати топографических карт для визуального восприятия картографического материала. Другими словами, формат отлично справляется с имитацией бумажных топографических карт, практически ничего не предлагая современным автоматизированным системам ни для проведения обмена пространственными данными, ни для выполнения расчетных задач.

В данной статье рассматривается объектно-ориентированная модель пространственных данных – как новый, отчасти революционный, способ хранения пространственных данных, направленный, в первую очередь, на информационное обеспечение прикладных задач и процессов моделирования в ГИС за счет обеспечения максимально возможного соответствия объекта карты объекту реального мира.

The initial main purpose of the "traditional" model of data storage, implemented in SXF format, was preparation and printing of topographic maps for visual acceptability of cartographic materials. In other words, the format perfectly copes with simulation of paper topographic maps, practically offering nothing to modern automated systems, neither for spatial data exchange, nor for execution of estimated tasks.

Object-oriented model of spatial data is addressed in this article – as a new, partly revolutionary, way of storing spatial data, aimed, first of all, at information support of applied tasks and processes of modeling in GIS due to ensuring the greatest possible compliance of a map object to the corresponding object in the real world.



Рис. 1. Пример электронной карты нового поколения (совместное использование фотоизображения местности с векторной информацией)

Появление в Вооруженных Силах РФ индивидуальных электронных средств отображения картографической информации (например, ПЭВМ ЕС1866 из состава ЕСУ ТЗ, разработанная концерном «Созвездие») позволяет говорить о необходимости замены традиционных карт более информативным источником информации о местности. Альтернативу могут составить электронные карты нового поколения, сочетающие в себе преимущества высокой детализации фотоизображения местности с векторным описанием объектов местности для дополнительной информации.

По сравнению с существующими электронными картами карты нового поколения обладают следующими отличительными особенностями:

- наличие объектно-ориентированной организации векторных данных в БД;
- совместное использование фотоизображения местности с векторной информацией.

Такое агрегированное описание местности позволяет избавиться от избыточности информации традиционных карт, которая не требуется для решения большинства задач управления войсками, адаптирует описание местности под конкретную задачу, повышает информативность карты для визуального восприятия и возможность анализа при компьютерной обработке.

Преимущество объектно-ориентированной модели организации (ООМ) данных обеспечивается следующими признаками объектно-ориентированной модели:

- классификация объектов карты по существенным признакам пространственных объектов, а не по значениям их атрибутов и видам условных знаков;

– уникальная универсальная идентификация пространственных объектов безотносительно их пространственной нарезки;

– выделение оформительской компоненты (условных знаков) карты с обеспечением возможности использования для неизменной информационной части различных оформительских элементов;

– описание отношений (ассоциаций) между объектами карты;

– наличие метаданных не только для наборов данных (карт), но и для конкретных объектов.

В настоящее время все официальные электронные топографические карты (ЭТК) представлены в традиционной картографической модели, и все основные программные средства ГИС работают именно с картографическими моделями. В связи с этим при переходе к ООМ необходимо обеспечить преемственность объектно-ориентированной и картографической моделей. Для этого основным источником первичного наполнения базы данных пространственных объектов (БДПО) будут именно ЭТК в картографической модели и при их преобразовании в ООМ должно быть обеспечено сохранение всей информации карты с возможностью ее автоматического воспроизведения по информации БДПО. Такой подход позволит обеспечить плавный переход к созданию и использованию пространственных данных в ООМ, когда на переходном этапе пространственные данные из одного источника – БДПО могут передаваться потребителям в различных моделях – привычной картографической и в виде карт нового поколения с элементами объектно-ориентированной

организации. Единый источник данных в виде реляционной БДПО будет использоваться для хранения и обновления содержательной информации, а также для хранения всей оформительской (карографической) части, необходимой для формирования электронных карт в картографических моделях.

Для загрузки информации ЭТК в БДПО требуется выполнить ряд процедур предварительной подготовки данных, которые будут выполняться в специализированной ГИС-среде. При подготовке существующих ЭТК к загрузке их информации в БДПО необходимо обеспечить сохранность всех элементов картографического оформления (условных знаков) и подписей. Поскольку условные знаки и подписи в карте являются отражением значений соответствующих свойств пространственных объектов карты, то первым этапом обработки ЭТК является установление связей всех подписей и условных знаков со своими пространственными объектами, а также связей между пространственными объектами. Обеспечение такой связности выполняется без изменения картографической модели ЭТК, т.е. все объекты исходной ЭТК сохраняют свои классификационные коды, атрибуты и правила цифрового описания. Для обеспечения сохранения информации об установленных связях используется классификатор, дополненный необходимыми кодами объектов и атрибутами.

Таким образом, промежуточным итогом преобразования существующих ЭТК в ОМ будут электронные карты в картографической модели, дополненные информацией о внутренних связях между пространственными объектами и между пространственными объектами, их подписями и условными знаками, т.е. электронные карты с элементами ОМ. Такой вид ЭТК представляет собой один из видов карт нового поколения, который назовем ЭКНП первого типа (ЭКНП_1). Наличие установленных связей в ЭКНП_1 по сравнению с ЭТК даст потребителям следующие дополнительные возможности:

1) Анализ информации о местности с учетом связей между объектами.

2) Гибкое управление составом отображаемых объектов с учетом их связности с подписями, условными знаками и между собой.

3) Выделение связанных отдельных объектов или групп объектов из карты во внешние наборы данных для выполнения их анализа и обработки.

После установления внутренней связности всей информации в отдельных номенклатурных листах (НЛ) ЭТК переход к ОМ предполагает сшивку пространственных объектов, разрезанных рамками листов карт. Исходные НЛ ЭТК содержат в своих паспортах метаданные, которые распространяются на все объекты карты. При сшивке объекты смежных карт будут объединяться, и для сохранения метаданных перед сшивкой выполняется их перенос из паспорта карты в специальные площадные метаобъекты, повторяющие контур рамок сшиваемых НЛ ЭТК. Одним из результатов процесса сшивки смежных карт является устранение артефактов,

связанных с тем, что вдоль рамок исходных карт после сшивки могут появляться дублированные подписи и условные знаки. Вместо двух одинаковых рядом размещенных подписей должна быть сформирована одна в новом месте с учетом ее отображения в сплите карте. Две исходных дублированных подписи должны быть сохранены для обеспечения возможности выдачи потребителю НЛ ЭТК. Для этого этим подписям (условным знакам) будут приписаны метаданные, указывающие на их использование только в составе НЛ ЭТК. Вновь сформированная подпись получит аналогичные метаданные о ее использовании только в сплите электронной карте.

Таким образом, для ЭКНП_1 определим ее две разновидности:

– ЭКНП_1Л – вариант нарезки ЭКНП_1 на листы карт в соответствии с системой разграфки, например НЛ ЭТК;

– ЭКНП_1С – вариант сплите ЭКНП_1 на установленный район.

Вид ЭКНП_1С является самостоятельным картографическим продуктом, который может использоваться потребителями на заданные районы без необходимости выполнять операцию сшивки самостоятельно, что требует как значительных трудозатрат, так и определенной квалификации персонала.

Потребители смогут получать ЭКНП_1 в различных масштабах, принятых для векторных карт форматах, например SXF с доработанными классификаторами, и использование этих карт возможно в существующем программном обеспечении, в том числе в средах ГИС «Интеграция» и ГИС «Оператор».

Следующим этапом преобразования существующих ЭТК в ЭКНП после обеспечения связности и сшивки объектов смежных карт перед загрузкой информации в БДПО является изменение картографической классификации объектов на существенную классификацию пространственных объектов. Переклассификация выполняется в соответствии с требованиями ОМ [1]. При переклассификации объектов часть информации исходного кода преобразуется в дополнительное атрибутивное описание объектов, что обеспечивает сохранность всей информации. После переклассификации количество кодов (классов) объектов значительно уменьшается, а количество атрибутов увеличивается. В ОМ атрибуты становятся самостоятельными «объектами», получают собственное координатное описание, автоматически формируемое по имеющимся координатным описаниям объектов. Таким образом, появляются базовые пространственные объекты, которые «освобождаются» от табличного атрибутивного описания, что приводит к возможности дальнейшей сшивки объектов одного кода в базовый объект. До освобождения от свойств отдельные части базовых объектов имели в картографической системе классификации различные коды или атрибуты и не могли быть сплиты в один объект.

В результате выполнения данного этапа электронная карта приобретает дополнительные признаки ОМ и

становится ЭКНП второго типа (ЭКНП_2), которая в дополнение к свойствам ЭКНП_1 приобретает новые возможности:

1) Независимость правил цифрового описания пространственных объектов от значений каких-либо атрибутов, что позволит использовать карту для решения широкого круга задач без ее дополнительной доработки.

2) Возможность включения в состав электронной карты различного, требуемого для конкретной задачи, атрибутивного описания объектов без изменения состава объектов.

3) Автоматическая переклассификация информации карты под требования прикладных задач.

ЭКНП_2 продолжает оставаться картографической моделью данных и будет передаваться пользователям в традиционных обменных форматах, в том числе и в SXF, с объектно-ориентированным ГИС-классификатором, созданным на основании требований ООМ. Преобразование в другие классификаторы может выполняться пользователем в собственной ГИС. Использование ЭКНП_2 будет возможно в текущих версиях ГИС «Интеграции» и ГИС «Оператор», но без дополнительных объектно-ориентированных возможностей, что снижает ее практическое применение. Для использования новых возможностей карт данные ГИС должны быть доработаны для расширения своих функциональных возможностей или использоваться ГИС ВН нового поколения, ориентированные на ЭКНП с ООМ.

Данный вид карты содержит координатное описание объектов, соответствующее конкретному масштабу исходного картографического материала и может быть представлен как в нарезке на номенклатурные листы (ЭКНП_2Л), так и в виде сплошного массива – ЭКНП_2С.

Завершается данный технологический этап программной загрузкой сплошного массива ЭКНП_2С в БДПО, и в процессе загрузки каждому пространственному объекту присваивается глобальный уникальный универсальные идентификаторы (ГУУИ). Так как кроме процесса загрузки в БДПО объектов обеспечивается и выгрузка их в картографическую модель, то можно создавать ЭКНП_2 путем выгрузки из БДПО, при этом все пространственные объекты карты будут снабжены своими ГУУИ. Такие ЭКНП для их отличия от обычных ЭКНП_2, назовем ЭКНП_2И (идентифицируемая).

Наличие ГУУИ у объектов карт позволит в дальнейшем реализовать механизм автоматического обновления карты у потребителя путем отправки ему только изменений по отдельным объектам. Программная среда использования ЭКНП должна будет автоматически внести изменения в карту пользователя.

Следующим направлением реализации объектно-ориентированного подхода является мультимасштабность. С электронными картами в традиционной картографической модели мультимасштабность в ГИС реализуется путем предварительной подготовки на определенную территорию карт различных масштабов. При этом объекты в этих электронных картах, как правило, между собой не связываются, что влечет за собой со временем негативные последствия – межмасштабную рассогласованность карт, вызванную разновременным обновлением информации в картах различных масштабах.

Объектно-ориентированная модель ЭКНП предполагает хранение в БДПО для каждого объекта результатов его генерализации для использования в картах различных масштабов:

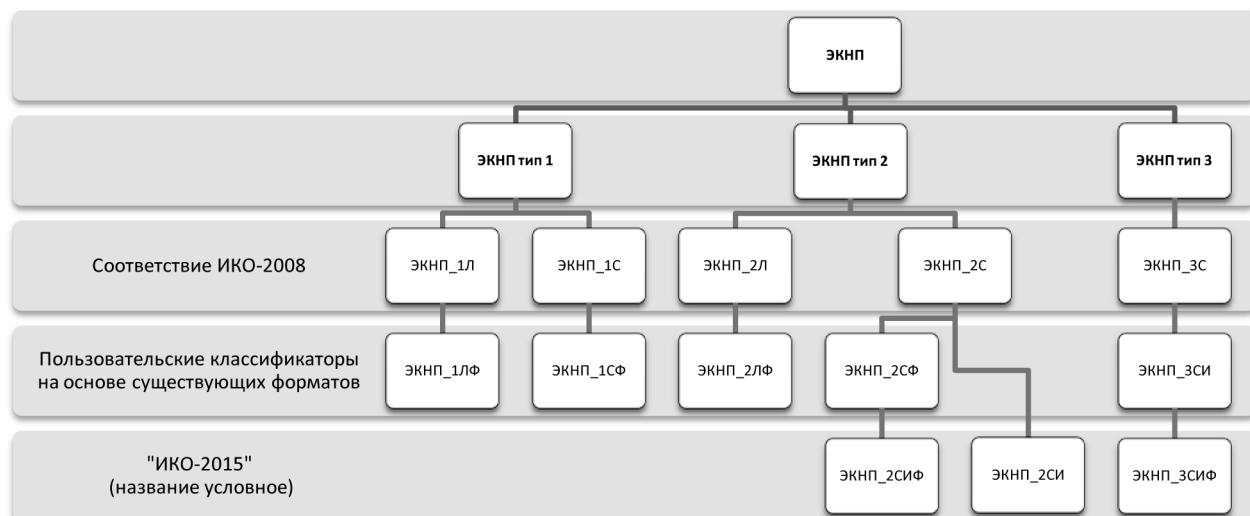


Рис. 2. ЭКНП в соответствии с глубиной модернизации существующего информационно-картографического описания

Таблица 1

	Картографический классификатор	Внутренняя связность информации	Нarezка на листы	Сплитый массив	Объектно-ориентированная модель	Уникальная идентификация объектов	Мультимасштабность	Адаптация для к использованию с фотогравированием	Обязательность создания через БДПО	Возможность создания в формате SXF
1 ЭКНП_1Л	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+
2 ЭКНП_1ЛФ	+	+	+	-	-	-	-	+	-	+
3 ЭКНП_1С	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+
4 ЭКНП_1СФ	+	+	-	+	-	-	-	+	-	+
5 ЭКНП_2Л	-	+	+	-	+	-	-	-	-	+
6 ЭКНП_2ЛФ	-	+	+	-	+	-	-	+	-	+
7 ЭКНП_2С	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+
8 ЭКНП_2СФ	-	+	+	-	+	-	-	+	-	+
9 ЭКНП_2СИ	-	+	-	+	+	+	-	-	+	+
10 ЭКНП_2СИФ	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+
11 ЭКНП_3С	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-
12 ЭКНП_3СИ	-	+	-	+	+	+	+	-	+	-
13 ЭКНП_3СИФ	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-

- различные обобщенные координатные описания;
- признаки отбора объектов;

– картографические элементы и подписи данного объекта с учетом изменения условных знаков по масштабам.

Все результаты генерализации связываются с единым базовым пространственным объектом в процессе загрузки информации в БДПО.

При формировании по информации БДПО электронных карт для потребителей вся базовая информация об объектах и правила, касающиеся их разномасштабного поведения при визуализации, будут выгружаться в единую электронную карту. Данный вид карт является очередной разновидностью электронных карт нового поколения, названых ЭКНП третьего типа (ЭКНП_3), обладающий, в дополнение ко всем возможностям ЭКНП_1 и ЭКНП_2, «встроенными» данными для мультимасштабной обработки объектов.

Использование ЭКНП_3 предполагается только в специализированной пользовательской программной ГИС-среде, которая будет предоставлять пользователю функциональные возможности в соответствии с ООМ, включая обработку мультимасштабной информации в карте.

Применение ООМ в картографической модели позволяет убрать избыточную информацию с карты для разгрузки ЭКНП, что одновременно позволяет применять ЭКНП, как в АСУ ВС без предварительной подготовки. Для улучшения визуального восприятия информации о местности необходимо совместить обработанную векторную информацию с ортофотоизображением. Однако использование ортофотоизображения в качестве подложки под векторную информацию электронных карт влияет на требования к наглядности и читаемости условных знаков карты, поскольку системы условных знаков электронных карт повторяют принятые условные знаки для аналоговых карт,

которые разрабатывались с учетом чтения бумажной карты на белом фоне.

В случае использования ортофотоизображения местности совместно с электронной картой приходится учитывать три дополнительных аспекта:

1) Фотоизображение подложки (черно-белое или цветное) меняет зрительное восприятие условных знаков карты.

2) Значительная часть информации о местности может быть визуально воспринята пользователем по фотоизображению без использования условных знаков карты.

3) Плановое положение некоторых условных знаков в карте отличается от их истинного положения, видимого на фотоизображении, что вызвано необходимостью согласованного отображения близко расположенных условных знаков с учетом их геометрических размеров.

Учет первого аспекта приводит к необходимости изменения графических параметров условных знаков – размеров, используемых цветов, стилей и толщин линий и т.п.

Необходимость учета второго аспекта требует изменения состава объектов электронной карты, поскольку нет необходимости отображать условными знаками ту информацию, которая однозначно и полно видна по фотоизображению без расположенных сверху условных знаков. В дополнение к фотоизображению для некоторых классов объектов могут размещаться подписи, отображающие атрибутивное их описание.

Третий аспект приводит к необходимости коррекции положения условных знаков объектов.

Таким образом, можно выделить три направления адаптации электронных карт к случаю их использования совместно с фотоизображением:

1) Использование специализированных условных знаков:

- уменьшение размеров внemасштабных знаков;
- уменьшение толщин линейных условных знаков;
- изменение цветов.

2) Разгрузка содержания электронной карты.

3) Сдвиг условных знаков объектов в их истинное положение.

Для отображения в существующих ГИС ВН ЭКНП, преобразованных в картографическую модель, используется специализированный классификатор в формате ГИС ВН, обеспечивающий использование ЭКНП совместно с ортофотоизображением, который будет содержать:

– состав объектов, учитывающий разгрузку содержания ЭКНП;

– специализированную систему условных знаков для черно-белых и цветных фотоизображений.

Также на данном этапе осуществляется разгрузка содержимого ЭКНП и коррекция положений условных знаков объектов в их истинное положение в соответствии с ортофотопланом.

Электронные карты нового поколения, адаптированные к использованию совместно с ортофотоизобра-

жением, будут следующим самостоятельным видом картографической продукции, названная ЭКНП_Ф (совмещенная с ортофотопланом).

С учетом вышеизложенных свойств и их сочетаний, которыми могут обладать ЭКНП, определим иерархию ЭКНП в соответствии с глубиной необходимой модернизации существующего информационно-картографического описания (ИКО) (рис. 2)

Потребительские характеристики для каждого типа и вида ЭКНП приведены в таблице 1.

Значения принятых сокращений для идентификации видов ЭКНП:

«1» – полностью картографическая модель на базе существующих классификаторов, связи между объектами карты установлены с помощью созданных дополнительных семантик. Визуально не отличается от привычных электронных карт.

«2» – может быть представлена как картографической, так объектно-ориентированной моделью с переклассификацией объектов в базовые сущности, согласно ОМ.

«3» – полностью объектно-ориентированная модель с поддержкой нескольких вариантов координатных описаний для одного объекта, обеспечивающих связь между масштабами.

Ф – адаптация состава объектов и условных знаков к использованию совместно с фотоизображением.

Варианты для потребительской поставки карт:

«Ф+» – совместная поставка векторных данных с фотоизображением в границах рамки номенклатурного листа или границы района.

«Л» – нарезка карт на номенклатурные листы в соответствии с принятой в ВС РФ разграфкой.

«С» – поставка векторных данных сшитых в границах района.

«И» – наличие у объектов уникальных универсальных идентификаторов для выдачи данных на обновление.

Литература

1. Комосов, Ю. А. Необходимость, сущность и пути реализации новой модели представления пространственных данных / Ю.А. Комосов // Геодезия и картография. – 2009. – № 11. – С. 26–32.

2. Присяжнюк, С. П. Концептуальная модель создания объектно-ориентированной базы данных об объектах местности с целью поддержания в актуальном состоянии навигационных карт и планов / С.П. Присяжнюк, Д.В. Карманов // Информация и Космос. – 2012. – № 3–4. – С. 36–40.

3. Важенин, И. А. Технология преобразования карт формата SFX для хранения в базе пространственных данных ARCGIS / И.А. Важенин, М.С. Гусачев, Д.В. Карманов // Информация и Космос. – 2013. – № 1. – С. 26–29.