



УДК 004.8:528.9

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Самодумкин С.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Samodumkin@bsuir.by

Рассмотрены принципы и подходы к проектированию интеллектуальных геоинформационных систем. В основу предлагаемого подхода положено понятие семантической модели интеллектуальной геоинформационной системы и кодирование информации с использованием семантического SC-кода. Предложенные в работе принципы иллюстрируются фрагментами интеллектуальной справочной системой по Республике Беларусь.

Ключевые слова: семантическая сеть, семантическая модель интеллектуальной геоинформационной системы, SC-код.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время геоинформационные системы являются инструментом обработки пространственной информации [Абламейко, 2000], [Крючков, 2006]. Общей характерной чертой для такого класса систем является решение информационно-поисковых задач с привязкой объектов на некоторую территорию местности. Однако многообразие типов объектов местности, большое количество различных топологических отношений и множество встречаемых на практике задач, для которых не всегда существуют алгоритмические решения, требуют обратиться к вопросу интеллектуализации геоинформационных систем.

Классическая архитектура геоинформационной системы в качестве информационных компонентов включает пространственную и атрибутивную базы данных. Таким образом, все объекты местности имеют пространственную привязку к территории местности, а также задаются характеристики объектов. На практике же для решения прикладных задач требуется установления отношений между объектами местности, и в данном случае, используя инструментальные геоинформационные системы, возможно только установление топологических отношений. Установление других типов отношений, в том числе предметных отношений, весьма затруднительно и может быть решено в частном виде путем создания программ на встраиваемых в инструментальные геоинформационные системы языках программирования. Причем для установления какого-либо вида семантической связи требуется разработка алгоритма и его программирование.

В основе предложенного в работе подхода лежит создание семантической модели (sc-модели) [Голенков, 2001] геоинформационной системы, которая включает в себя базу знаний, машину обработки знаний и интеллектуальный пользовательский интерфейс со средствами визуального взаимодействия с объектами карты. Особенностью такой модели является представление знаний предметной области в виде семантической сети, а проектирование прикладных интеллектуальных систем осуществляется по технологии ОСТИС [Голенков, 2011].

1. Способ описания различных классов объектов местности

Для каждого объекта местности выделены основные, присущие только ему, семантические характеристики. Особо отметим, что метрические характеристики таким свойством не обладают. Для указания семантических свойств классам объектов местности используется разработанный и действующий классификатор топографической информации, отображаемой на топографических картах и планах городов ОКРБ 012-2007 [ОКРБ, 2007].

Согласно данному классификатору каждый класс объектов местности имеет уникальное однозначное обозначение. Иерархия классификатора имеет восемь ступеней классификации и состоит из кода класса, кода подкласса, кода группы, кода подгруппы, кода отряда, кода подотряда, кода вида, кода подвида. Таким образом, благодаря способу кодирования уже заданы родовидовые связи, отражающие соотношения различных классов объектов местности, а также установлены характеристики конкретного класса объектов местности. В связи с

тем, что задаются основные свойства и отношения не конкретных физических объектов, а их классов, то такая информация является по отношению к конкретным объектам местности метаинформацией, а совокупность данной метаинформации представляет собой онтологию объектов местности, которая в свою очередь является частью базы знаний интеллектуальной геоинформационной системы.

Онтология объектов местности включает описание следующих классов объектов местности:

- водные объекты и гидротехнические сооружения;
- населённые пункты;
- промышленные, сельскохозяйственные и социально-культурные объекты;
- дорожная сеть и дорожные сооружения;
- растительный покров и грунты.

Онтология объектов местности представляет собой дерево классификации в соответствии с иерархией, приведенной на рисунке 1. Для каждого класса объектов местности установлены

Далее рассмотрим получение онтологии объектов местности и ее представление в sc-модели на примере кодирования одного из классов объектов местности «реки».

На первом этапе создается статья, кодированная с использованием SCn-кода (псевдоестественного языка кодирования семантических сетей):

реки
 = ["OK_31410000"]
 ∈ реальный объект
 ∈ подгруппа объектов местности
 ⊂ водотоки
 — Отношения, заданные на понятии:
 • собственное название*
 • ширина по шкале*
 • признак судоходства*
 • качественные особенности воды*

На втором этапе sc.n-статья транслируется во внутреннее представление, т.е. в семантическую сеть специального вида. Эквивалентное

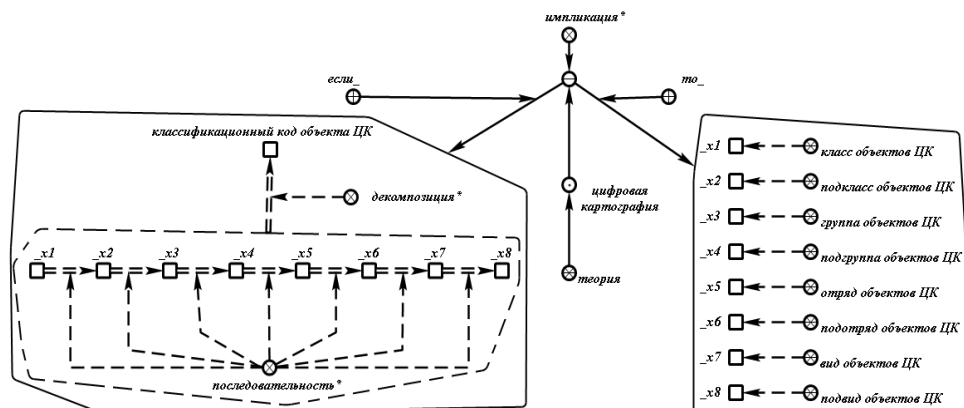


Рисунок 1 - Уровни иерархии классов объектов местности

родовидовые связи. В качестве примера на рисунке 2 приведена иерархия водных объектов.

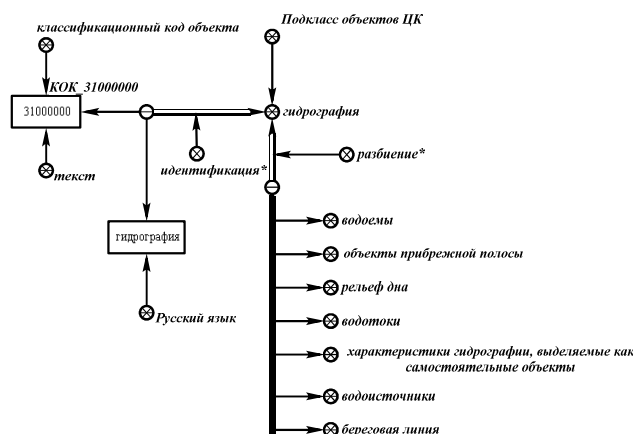


Рисунок 2 – Иерархия водных объектов местности

кодирование в виде графического представления sc.g-текста показано на рисунке 3.

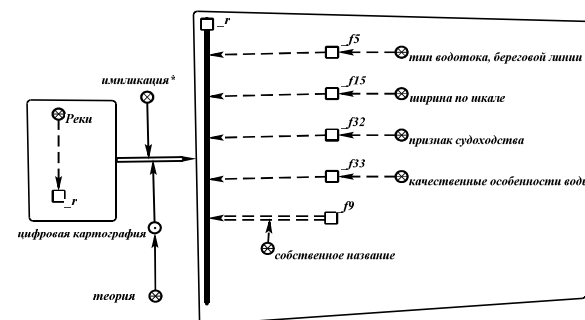


Рисунок 3 - Описание класса объектов местности «реки» в виде семантической сети и его представление в виде sc.g-текста

Кроме статей, описывающих классы объектов местности, в онтологию объектов местности входят статьи с описанием признаков, характеризующих объекты местности. Отметим, что для каждого

- количество жителей *
- = быть количеством жителей *
- ∈ бинарное отношение
- Область определения:
 - города
 - поселки городского типа (ПГТ)
 - поселки сельского типа
 - поселки дачного типа
 - поселки, не отнесенные к категории ПГТ, и коттеджного типа
- Домен:
 - объект местности

/* домен по первому атрибуту */

 - величина
 - Значение:
 - человек_ : число

/* домен по второму атрибуту */

- Схема отношения:
 - объект местности_
 - количество жителей_
- Определение:
 - Поясн.(количество жителей *)
 - ⊃ [количество жителей - численное количество жителей]

свою очередь позволяет в дальнейшем создать базу знаний объектов местности с уже установленными родовидовыми отношениями, а также семантическими атрибутами [Самодумкин, 2011].

Описанная в предыдущем разделе онтология объектов местности представляет собой фрагмент базы знаний для рассматриваемого класса систем, который оформлен в виде повторно используемого компонента и используется при разработке прикладных геоинформационных систем.

Следующая часть базы знаний – это представление предметных знаний в рамках проектируемой прикладной системы и представляет собой набор статей, описывающих конкретные объекты местности. Такой раздел базы знаний будем называть «предметными» знаниями, т.е. раздел, где представляются знания предметной области.

В основу формирования «предметной» базы знаний положен принцип эволюционного проектирования. Это означает, что данный раздел формируется поэтапно, как показано на рисунке 4.

Первый этап формирования «предметной» базы знаний – это анализ электронной карты и трансляция в базу знаний объектов местности для заданной территории. На этом этапе определяется к какому классу принадлежит исследуемый объект местности и, в зависимости от типа объекта, формируется статья, соответствующая конкретному физическому объекту местности.



- 523-

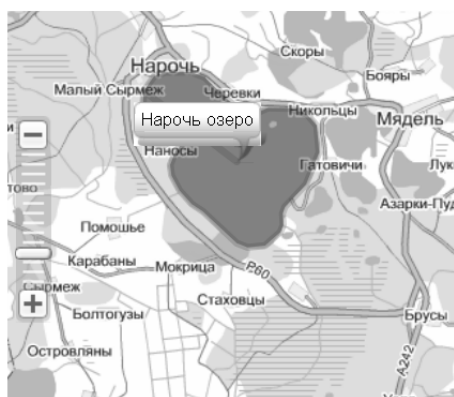
Таким образом, создается множество статей, описывающих конкретные объекты местности для каждого класса объектов местности.

В качестве примера приведем sc.n-статью, описывающую озеро Нарочь

Нарочь озеро

∈ *озёра*

- Абсолютная высота:
 - метр_165
- Тип водотока, береговой линии:
 - постоянный
- Глубина:
 - метр_24,08
- Собственное название:
 - Нарочь
- Качественные особенности воды:
 - пресная
- Площадь:
 - километр квадратный_79,6



Следует отметить, что на данном этапе формирования базы знаний могут быть установлены дополнительные отношения, в частности, отношения принадлежности и топологические отношения.

Второй этап формирования «предметной» базы знаний – это интеграция с внешними базами знаний. На этом этапе, помимо географических знаний, могут добавляться знания смежных предметных областей, тем самым становится возможным отражение межпредметных связей. Наглядным примером служит интеграция с биологическими классификаторами, которые в реализации представляют собой онтологию объектов флоры и фауны. Такая интеграция расширяет функциональные и интеллектуальные возможности прикладной геоинформационной системы. Отметим, что на данном этапе снимается омонимия в названиях географических объектов, принадлежащих классам населенных пунктов за счет использования классификатора СОАТО (система обозначений объектов административно-территориального деления и населенных пунктов).

В качестве примера приведем статью базы знаний «Березинский заповедник», полученную в результате интеграции внешних баз знаний.

заповедник Березинский

= Березинский заповедник

∈ природоохранные территории

∈ заповедники

- Собственное название:

• Березинский

- Состояние:

• действующий

- Площадь:

• гектар_80929

- Местонахождение:

• область_Витебская область

• область_Минская область

• район_Лепельский район

• район_Дошицкий район

• район_Борисовский район

- Характер грунта:

• дерново-подзолистая почва

• дерново-подзолистая заболоченная почва

• дерновая заболоченная почва

• торфяно-болотная почва

- Рельеф:

• моренная возвышенность

• озерно-песчаная равнина

- Реки:

• Березина

• Эсса

- Озера:

• Опшница

• Плавно

• Манец

• Домжеричское

• Московича

• Пострежское

• Палик

- Редкие растения:

• Венерин башмачок настоящий

• Бровник одноclubневый

• Камнеломка болотная

• Пыльцеголовник красный

• Береза карликовая

• Линнея северная

• Касатик сибирский

• Поползестник зеленый

- Редкие животные:

• Зубр

• Бурый медведь

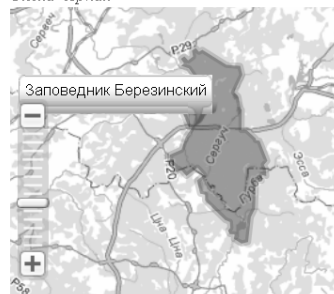
- Лесобразующие породы:

• Сосна

• Ель

• Береза

• Ольха черная



3. Машина обработки знаний интеллектуальных геоинформационных систем

Одним из достоинств интеллектуальных систем, разработанных по технологии ОСТИС, является решение предметных задач, когда нет четкой спецификации и алгоритма ее решения. Это достигается с помощью формирования продукций, которые записываются и хранятся так же в базе знаний. Технология проектирования машин обработки знаний и модели решения задач в соответствии с указанной технологией рассмотрена в работе [1].

В качестве примера рассмотрим решение следующей задачи: «Определить, существует ли водный путь между городами Минск и Речица. При наличии такого водного пути результат отобразить на карте».

В качестве исходных данных являются следующие утверждения базы знаний:

1. Через город Минск протекает река Свислочь.
2. Через город Речица протекает река Днепр.
3. Река Свислочь является притоком реки Березина.
4. Река Березина является притоком реки Днепр.

В процессе решения на первой итерации будет установлено, что река Свислочь впадает в реку Березина, река Березина впадает в реку Днепр и будет сделано заключение о том, что по реке Свислочь можно попасть в реку Днепр. На второй итерации сопоставляется принадлежность города Минска реке Свислочь и города Речица реке Днепр и в итоге будет найден путь, который выводится на карту.

Необходимо отметить, что в процессе решения задач генерируются дополнительные знания, необходимые в процессе вывода, которые могут быть сохранены и в дальнейшем использоваться при решении других задач или в поисковых запросах.

Интерфейс пользователя поддержан картографическим редактором, совместимым с системой координат исходного набора картографической информации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенный в работе подход к проектированию интеллектуальных геоинформационных систем в соответствии с технологией ОСТИС позволяет создавать прикладные интеллектуальные системы данного класса. Причем сроки проектирования сокращаются за счет повторного использования следующих компонентов: онтологии объектов местности,

машины обработки знаний и картографического интерфейса. В общем случае проектировщику прикладной геоинформационной системы необходимо в соответствии с онтологией объектов местности сформировать базу объектов местности на заданную территорию и сформировать утверждения в виде продукций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- [Абламейко, 2000] Абламейко, С. В. Географические информационные системы. Создание цифровых карт / С. В. Абламейко, Г. П. Апарин, А. Н. Крючков. – Минск : Ин-т техн. кибернетики НАН Беларуси, 2000.
- [Крючков, 2006] Крючков, А. Н. Интеллектуальные технологии в геоинформационных системах / А. Н. Крючков, С. А. Самодумкин, М. Д. Степанова, Н. А. Гулякина; Под науч. ред. В. В. Голенкова. – Мн.: БГУИР, 2006.
- [Голенков и др., 2001] Голенков, В. В. Представление и обработка знаний в графодинамических ассоциативных машинах / В. В. Голенков [и др.] – Мн. : БГУИР, 2001.
- [Голенков и др., 2011] Голенков, В. В. Принципы построения массовой семантической технологии компонентного проектирования интеллектуальных систем / В. В. Голенков, Н. А. Гулякина // Материалы междунар. Научно-технической конференции Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем – Мн., 2011.
- [ОКРБ, 2007] Цифровые карты местности. Топографическая информация, отображаемая на топографических картах и планах городов / ОКРБ 012-2007.
- [Самодумкин, 2011] Проектирование интеллектуальных геоинформационных систем справочного назначения / С. А. Самодумкин // Информационные технологии и системы 2011 (ИТС 2011) : материалы международной научной конф. (Минск, 26 октября 2011г.) – Минск : БГУИР, 2011.

INTELLECTUAL GEOINFORMATION SYSTEMS

Samodumkin S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Samodumkin@bsuir.by

Principles and approaches to designing of intellectual geoinformation systems are considered. In a basis of the offered approach the concept of semantic model of intellectual geoinformation system and coding of the information with use of a semantic SC-code is necessary. The principles offered in work are illustrated by fragments intellectual system across Byelorussia

INTRODUCTION

At the heart of the approach offered in work creation of semantic model (sc-models) of geoinformation system which includes the knowledge base, the car of processing of knowledge and the intellectual user interface with means of visual interaction with objects of a card lies. Feature of such model is representation of knowledge of subject domain in the form of a semantic network, and designing of applied intellectual systems is carried out on technology.