



# OSTIS-2015

(Open Semantic Technologies for Intelligent Systems)

УДК 004.822:514

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ БАЗЫ ЗНАНИЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СПРАВОЧНОЙ СИСТЕМЫ ПО АЛГЕБРЕ

Шарипбай А.А., Омарбекова А.С., Нургазинова Г.Ш.

*Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилёва,  
г. Астана, Республика Казахстан*

**sharalt@mail.ru**

**nurgasinova@mail.ru**

**omarbekova@mail.ru**

В работе приводится описание проектирования базы знаний интеллектуальной справочной системы по алгебре, разрабатываемой на основе открытой семантической технологии компонентного проектирования интеллектуальных систем. Описывается начальный этап проектирования, на примере, частной предметной области чисел.

**Ключевые слова:** база знаний, интеллектуальная система, алгебра, числовые модели.

### Введение

В работе рассматривается проектирование интеллектуальной обучающей системы по алгебре, которая разрабатывается на основе комплексной открытой технологии проектирования интеллектуальных систем OSTIS (Open Semantic Technology for Intelligent Systems) совместно с сотрудниками кафедры «Интеллектуальные информационные технологии» Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники (г. Минск), под руководством д.т.н., профессора В.В. Голенкова.

Целью работы является разработка интеллектуальной обучающей системы по алгебре, основанной на технологии проектирования интеллектуальных систем OSTIS. В соответствии с технологией для достижения указанной цели необходимо решить следующие задачи:

- разработать базу знаний интеллектуальной обучающей системы по алгебре;
- разработать поисковую машину обработки знаний интеллектуальной обучающей системы по алгебре;
- разработать интеллектуальный решатель задач интеллектуальной обучающей системы по алгебре;
- разработать пользовательский интерфейс интеллектуальной обучающей системы по алгебре [Голенков и др., 2013].

В рамках данного доклада говорится о

разработке базы знаний интеллектуальной обучающей системы, вернее о начальном этапе проектирования.

### 1. Постановка задачи и выбор технологии

На сегодняшний день бесспорным остается факт востребованности мощных компьютерных средств обучения и контроля знаний, особенно, в период повсеместного внедрения в систему образования Республики Казахстан стандартов e-learning.

Наряду с весьма впечатляющими достижениями в рамках внедрения электронного обучения в нашей стране необходимо приложить огромные усилия для создания квалифицированного учебного контента, отвечающего возможности организации эффективного поиска необходимых знаний; возможностям интеллектуального анализа обработки результатов контроля знаний, а также создания систем, поддерживающих процесс обучения на всех его этапах. В общем случае контент – любое информационно значимое наполнение информационного ресурса – тексты, графика, мультимедиа и т. д. Под учебным контентом будем понимать знания некоторой предметной области, представленные в электронном виде [Кабак, 2008].

На современном этапе, когда объемы информации стремительно возрастают, появляется необходимость в создании таких средств поддержки электронных учебников, которые позволили

пользователю не только просматривать интересующую его информацию путем навигации по гипермедийным структурам, но и задавать различные более сложные вопросы [Голенков и др., 2010].

Таким образом, актуальны вопросы создания квалифицированного учебного контента, формализованного самыми современными методами искусственного интеллекта, с целью дальнейшего более эффективного и полноценного использования в учебном процессе.

В работе мы будем говорить о создании учебного контента для интеллектуальных средств обучения и контроля знаний, на основе семантического их представления.

В современных условиях создание такого контента связано с самыми последними достижениями в области искусственного интеллекта, в частности, со способами формализации знаний, т.е. использованием современных методов их представления и организации. Поэтому, принимаясь за разработку интеллектуальных средств обучения и контроля знаний, особое внимание нужно уделить представлению знаний. Именно выбранные методы представления знаний определяют правила структуризации и систематизации учебного материала, реализации навигационно-поисковых алгоритмов, организации управления обучением.

В настоящее время с целью преодоления недостатков и использования достоинств гипертекстовой представления информации, развиваются графовые и сетевые представления знаний, предполагающие структурирование и систематизацию учебных знаний в виде семантических сетей. Достоинство семантических сетей - обеспечение наглядности отображения объектов, связей и отношений. Графическое представление связей между понятиями позволяет пользователям эффективнее усваивать и запоминать информационную структуру предметной области. Один из способов применения семантических сетей для представления учебных знаний в виде сс-конструкций предложен в рамках комплексной открытой технологии проектирования интеллектуальных систем OSTIS.

Основной отличительной особенностью и преимуществом этой модели и языка описания учебного материала является то, что они построены на теоретико-множественной основе и ориентированы на семантическое описание и обработку информации. Еще одним важным достоинством предлагаемых средств представления знаний является то, что в основу реализации механизмов переработки знаний изначально заложена возможность параллельной обработки информации [Кабак, 2008].

В настоящее время посвящено большое количество работ исследованию методов и форм представления знаний в интеллектуальных

обучающих системах. В целях последующего выбора наиболее подходящей методики необходимо проанализировать основные существующие зарубежные методы и модели представления знаний в интеллектуальных системах. В качестве основы изучены предлагаемые в рамках технологии OSTIS унифицированные семантические сети с базовой теоретико-множественной интерпретацией. В основе данной технологии предложен подход, направленный на создание массовой технологии быстрого проектирования интеллектуальных систем. Данный подход включает в себя ориентацию на семантическое представление знаний, унификацию моделей интеллектуальных систем, модульное проектирование на основе библиотек типовых многократно используемых компонентов интеллектуальных систем, поэтапное эволюционное проектирование на основе быстрого прототипирования, совместимость инструментальных средств проектирования с проектируемыми системами, включение в состав технологии проектирования интеллектуальных систем комплексной интеллектуальной help-системы, а также создание подсистем самотестирования [Колб, 2012].

## 2. Проектирование базы знаний

В нашей работе по проектированию интеллектуальной справочной системы по алгебре мы опираемся на комплексную открытую технологию проектирования интеллектуальных систем OSTIS, ориентированную на семантическую модель представления знаний [OSTIS, 2010]. Из всего курса алгебры рассмотрим предметную область чисел, в которой рассмотрим теории натуральных, целых, рациональных, действительных и комплексных чисел. В соответствии с технологией одной из главных задач, с которой начинается разработка интеллектуальных обучающих систем, является разработка базы знаний интеллектуальной справочной системы.

Выбранная предметная область чисел является статичной предметной областью, хорошо описанной в различных источниках.

Согласно [Голенков и др., 2011] семантическую структуру нашей базы знаний, описывающую некоторую предметную область, в нашем случае - предметную область чисел, можно рассматривать как иерархическую систему предметных областей различного специального вида, надстраиваемых над заданной предметной областью. Поэтому для более четкого и детального структурирования и наполнения базы знаний предметной области чисел мы условно разделим ее на несколько предметных областей, включающих одна другую (рисунок 1).

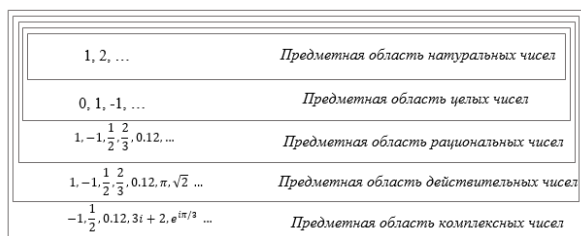


Рисунок 1 - Структура предметной области чисел

Пусть нам дан раздел предметной области «натуральные числа», объектами исследования которой являются числа. Это предметная область, которая включается в состав (является подобластью) предметной области чисел и объектами исследования которой являются натуральные числа. Опираясь на труды профессора Голенкова В.В. [Голенков и др., 2011] базу знаний, в частности по числовым моделям, которая является описанием, например, предметной области натуральных чисел условно разделим на следующие части:

- Структурная спецификация
- Предметная область теоретико-множественных связей между понятиями предметной области
  - =Теоретико-множественная онтология предметной области натуральных чисел
- Предметная область терминов предметной области натуральных чисел
  - =Терминологическая онтология предметной области натуральных чисел
- Предметная область определения понятий предметной области натуральных чисел
  - =Логическая система определения понятий предметной области
- Предметная область логических формул и высказываний о предметной области натуральных чисел
  - =Логическая онтология предметной области натуральных чисел
- Предметная область доказательств высказываний о предметной области натуральных чисел
  - =Логическая система доказательств о предметной области натуральных чисел
- Предметная область задач и решений задач предметной области натуральных чисел
  - =Сборник задач с решениями в предметной области натуральных чисел
- Предметная область классов задач и способов решения задач предметной области натуральных чисел
  - =Онтология задач в предметной области натуральных чисел.

Задав каждую из этих предметных областей, мы получим описание предметной области натуральных чисел. Далее мы описываем аналогичным образом предметные области целых чисел, рациональных чисел, вещественных чисел и комплексных чисел, которые будут надстраиваться над предметной областью натуральных чисел. В итоге получаем четко структурированную модель базы знаний предметной области чисел,

представленную в виде семантической сети. Для кодирования указанной семантической сети, описывающей различные виды знаний указанной предметной области, используется универсальный абстрактный язык семантических сетей SC-код (Semantic Computer Code).

Рассматривая предметную область как совокупность некоторых более частных предметных областей, представляющих собой набор ключевых понятий и отношений между ними [Давыденко и др., 2011], в предметной области числовых моделей выделим следующую их иерархию:

- Теория чисел
- Теория натуральных чисел
- Теория целых чисел
- Теория рациональных чисел
- Теория действительных чисел
- Теория комплексных чисел

После уточнения частных теорий, для каждой из них необходимо определить ключевые понятия, которые описывают рассматриваемую теорию. К примеру, для теории натуральных чисел выделены следующие ключевые понятия и узлы, являющимися отношениями:

Таблица 1 - Структурная спецификация предметной области натуральных чисел

Максимальный класс объектов:	натуральное число
Подклассы:	четное число, нечетное число, простое число, составное число
Отношения:	сложение, умножение, возведение в степень, НОК (наименьшее общее кратное), НОД (наибольший общий делитель), факториал числа, сравнение чисел (больше, меньше, равно), натуральный ряд, десятичное представление числа и др.

В соответствии с аналогичной работой по построению ИСС по геометрии [Давыденко и др., 2011], после выделения ключевых узлов, строится теоретико-множественная онтология понятий. Для этого используются такие теоретико-множественные отношения, как включение, разбиение, пересечение, объединение, принадлежность и др.

На рисунке 2 и 3 приведены фрагмент статьи SCn-кода и фрагмент на SCg-коде соответственно, описывающие Понятие натурального числа.

#### **натуральное число**

= натуральные числа

= множество натуральных чисел

= множество  $N$

= понятие натурального числа

= класс натуральных чисел

= natural number

⊂ целое число

⊂ положительное целое число

- Разбиение по признаку четности и нечетности:

- четное число
- нечетное число

- Разбиение на:

- простое число
- составное число
- 1

Рисунок 2 – Фрагмент статьи SCn-кода, описывающий теоретико-множественные отношения понятия натурального числа

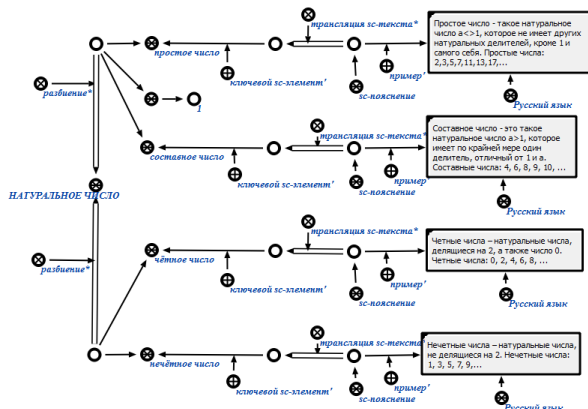


Рисунок 3 – Фрагмент статьи SCg-кода, описывающий теоретико-множественные отношения Понятия натурального числа

Далее онтология дополняется определениями, пояснениями для всех вводимых ключевых понятий. После определяются константы – понятия, посредством которого определяется ключевое понятие. Опираясь на данную информацию, строится логико-иерархическая система понятий предметной области чисел.

После построения логико-иерархической системы понятий база знаний пополняется утверждениями, описывающими свойства понятий, а также их доказательствами. Все утверждения строятся в логико-иерархическую систему утверждений на основе утверждений, входящих в их доказательство. В базе знаний также содержится описание различных классов задач и способов их решений.

## Заключение

В основу проектирования интеллектуальных средств обучения должна быть положена строгая модель представления и организации учебного контента, которая будет четко согласована с методами автоматизации процессов его создания и обработки.

В результате данной работы положено начало проектированию и разработке интеллектуальной справочной системы по алгебре с использованием технологии компонентного проектирования интеллектуальных систем, в частности проектирования базы знаний на примере, частной предметной области чисел. Далее предполагается расширение базы знаний путем добавления в нее новых видов знаний. В перспективе предполагается разработка новых поисковых операций, операций интеллектуального решателя задач, компонентов пользовательского интерфейса.

## Библиографический список

[Голенков и др., 2013] Голенков В.В., Гулякина Н.А. Открытый проект, направленный на создание технологии компонентного проектирования интеллектуальных систем // Материалы международной научно-технической конференции «Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем» (Минск, 21-23 февраля 2013г.) Минск: БГУИР, 2013. – с. 55-78.

[Кабак, 2008] Кабак Е.В. Методы и средства автоматизации разработки компьютерных обучающих программных модулей: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.11/ Е.В. Кабак. – Минск, 2008. – 168 л.

[Голенков и др., 2010] Голенков В.В., Гулякина Н.А. Применение технологий искусственного интеллекта в обучении. Сборник научных статей: материалы Международной научной конференции «Четвёртые чтения, посвященные 70-летию со дня рождения В.А. Карпова» (19 – 20 марта 2010 г.). В 2-х частях. Минск, РИВШ, 2010, Ч.1. - Минск: РИВШ, 2010.

[Колб, 2012] Колб Д.Г. Модели, методы и средства разработки сайтов с переносимым сложноструктурированным контентом на базе семантических сетей: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.11/ Д.Г. Колб. – Минск, 2012. – 133 л.

[OSTIS, 2010] Проект OSTIS [Электронный ресурс]. Минск, 2010. – Электронный адрес: [ims.ostis.net](http://ims.ostis.net)

[Голенков и др., 2011] Голенков В.В., Гулякина Н.А. Принципы построения массовой семантической технологии компонентного проектирования интеллектуальных систем. // Материалы международной научно-технической конференции «Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем» (г. Минск, 10-12 февраля 2011) Минск: БГУИР, 2011. – с. 21-58.

[Давыденко и др., 2011] Давыденко И.Т. и др. Интеллектуальная справочная система по геометрии. // Материалы международной научно-технической конференции «Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем» (г. Минск, 10-12 февраля 2011) Минск: БГУИР, 2011.

## KNOWLEDGE BASE DESIGN INTELLECTUAL REFERENCE SYSTEMS IN ALGEBRA

Sharipbay A.A., Omarbekova A.S., Nurgazinova G. Sh.

Eurasian national university of L.N. Gumilov, Astana,  
Republic of Kazakhstan

sharalt@mail.ru, nurgasinova@mail.ru  
omarbekova@mail.ru

The paper describes the design of a knowledge base of intellectual reference system for algebra, projected on the basis of an open semantic technology component of designing intelligent systems. Describes the initial design phase, for example, private domain "numerical models."

## Introduction

In this paper the design of an intelligent tutoring system for algebra, which is developed on the basis of a comprehensive open technology design of intelligent systems OSTIS.

The aim is to develop intelligent tutoring system for algebra, based on the technology of intelligent systems OSTIS.

## Conclusion

As a result of this work started work on the design and development of intelligent help system for algebra using the technology component of intelligent systems, in particular the design knowledge base as an example, the private domain "numerical models".