

# СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ СЕМАНТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ: ERA-МОДЕЛЬ ЧЕНА И МЕТОД КОНЦЕПТУАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В МЕТОДОЛОГИИ АВТОМАТИЗАЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ТРУДА (МАИТ)

COMPARATIVE ANALYSIS OF SEMANTIC MODELING METHODS: CHEN'S ERA MODEL AND THE CONCEPTUAL MODELING METHOD IN THE METHODOLOGY OF AUTOMATION OF INTELLECTUAL WORK (MAIW)

**G. Volkova  
Nyi Nyi Htwe**

*Summary.* The purpose of this work is to analyze existing approaches in the field of conceptual (semantic) modeling of subject problems.

*Keywords:* Chen method, conceptual modeling method, semantic modeling of subject problems, methodology of automation of intellectual work (MAIW).

**Волкова Галина Дмитриевна**

*Д.т.н., профессор, МГТУ «СТАНКИН», г. Москва  
cog-par@yandex.ru*

**Ньи Ньи Хтве**

*Аспирант, МГТУ «СТАНКИН», г. Москва  
sawnyinyi90@yandex.ru*

*Аннотация.* Целью работы является анализ существующих подходов в области концептуального (семантического) моделирования предметных задач.

*Ключевые слова:* метод Чена, метод концептуального моделирования, семантическое моделирование предметных задач, методология автоматизации интеллектуального труда (МАИТ).

## Введение

**А**нализ эволюции технологий программирования в разных подходах — традиционном, структурном, объектно-ориентированном, а также в логическом и функциональном программировании — позволил установить, что доминирующим методологическим базисом при моделировании семантики предметной области является методология Чена. Новый подход — когнитивный, принципиально отличается от вышеперечисленных технологических парадигм тем, что моделирование семантики выполняется с учетом уровней семантической сложности и закона цикличности, обеспечивающего увязку уровней. В настоящее время очень мало разработано методов моделирования в рамках этого подхода. Одним из таких методов является метод концептуального моделирования в рамках методологии автоматизации интеллектуального труда, соответствующей когнитивному подходу.

Для того, чтобы сравнивать эти методы, необходимо выбрать критерии. В качестве критериев были выбраны следующие:

- ◆ место семантического моделирования при автоматизации информационных и интеллектуальных задач;
- ◆ методологические основания для семантического моделирования;
- ◆ наличие и разнообразие семантических модельных представлений;
- ◆ наличие уровней абстрагирования в модельных представлениях;
- ◆ наличие составляющих в семантических моделях;
- ◆ наличие формального аппарата для семантических моделей;
- ◆ наличие закономерностей формирования семантических моделей.

С учетом выделенных критериев рассмотрим каждый метод.

## Методология Чена

В традиционном программировании информационное представление определялось возможностями вычислительной техники — обработкой числовых и сим-

вольных данных [1,2,3]. Исходя из этого, использовалось упрощенное представление о реальном мире, как о наборе или множестве характеристик реальных объектов.

Содержательно эти характеристики представляли количественные и/или качественные атрибуты объектов и в компьютере описывались множеством переменных.

Формальной моделью информационного представления в ЭВМ являлся аппарат теории формальных грамматик. Автоматизация все более сложных расчетных задач привела к следующим проблемам:

- ◆ большое количество переменных задачи усложняло и написание программ, и их отладку, и тестирование;
- ◆ дублирование данных в комплексных задачах;
- ◆ сложность извлечения данных из ЭВМ (в виде программ, реализующих запросы) и др.

Переход к структурному программированию характеризовался качественным скачком, а именно: переход от множества переменных

- ◆ данных к структурам на них. Это повлекло изменение идеи и в семантических представлениях. Реальный мир стал отражаться через объекты и их связи.

Моделирование данных в виде структур данных получило формальные воплощения в вычислительной среде, наиболее полным из которых явилась реляционная модель Кодда. Методологическое обоснование новой технологии программирования было предложено Ченом в начале 70-х годов XX века и получило название подхода «сущность-связь-атрибут», или ERA-подхода. Этот подход занимает доминирующую методологическую позицию и в настоящее время.

Модель «сущность-связь» основывается на существенной информации о реальном мире и предназначена для описания на мета-уровне. С ее помощью осуществляется детализация структур данных проектируемой системы, включая идентификацию важных для предметной области объектов (сущностей -Entity), их свойств (атрибутов -Attribute) и отношений с другими объектами (связей-Relationship).

Семантическое моделирование предметной области выполняется перед проектированием информационных систем или баз данных.

В методологии Чена главный упор делается на семантическое моделирование статической составляющей предметной области, при этом само моделирование осуществляется в визуальной форме — форме специальных диаграмм.

Особенностью методологии Чена является отображение семантических элементов и конструкций в синтаксические — реляционные отношения Кодда. Так и сущности, и связи отображаются в реляционные отношения в виде множеств атрибутов-доменов. При этом в методологии отсутствует какой-либо формальный аппарат и формирование сложных семантических структур возлагается на специалистов-аналитиков, их опыт и знания.

### Метод концептуального моделирования в рамках методологии автоматизации интеллектуального труда

Методология автоматизации интеллектуального труда разрабатывалась для обеспечения промышленного способа создания автоматизированных информационных и интеллектуальных систем [4,5]. Особенностью методологии является последовательное отображение формально-языковых представлений на основе первоначально формируемого концептуального (семантического) представления.

Для концептуального моделирования были выделены следующие методологические основания:

- ◆ методология создания машин по Ю.М. Соломенцеву;
- ◆ категории и законы диалектики;
- ◆ структура процесса познания;
- ◆ анализ философского понятия «производство».

Концептуальное моделирование в рамках методологии рассматривается на трех уровнях абстрагирования и для двух представлений: универсального концептуального представления и концептуальных представлений предметных задач. Универсальное концептуальное представление (УКП) определяет общее строение системы знаний на трех уровнях абстрагирования, а концептуальное представление предметных задач (КППЗ) определяют строение знаний с учетом специфики предметной области на двух уровнях абстрагирования: одна концептуальная модель объектного уровня и множество концептуальных моделей конкретного уровня. При этом концептуальная модель объектного уровня описывает предметные знания в различных методиках решения предметных задач, а концептуальная модель конкретного уровня описывает знания в виде конкретных решений.

Каждая концептуальная модель представляет собой совокупность взаимосвязанных конструкций: статических, динамических и их увязку. Для описания концептуальных представлений, моделей и их составляющих был разработан формальный аппарат, который позволяет представлять элементы и связи конструкций для моде-

Таблица 1. Сравнительный анализ двух методов

Критерии сравнения	Методология Чена	Метод концептуального моделирования в рамках методологии автоматизации интеллектуального труда
Наличие методологических оснований	нет	есть
Наличие и разнообразие семантических модельных представлений	нет	есть (универсальное и предметное)
Наличие уровней абстрагирования в модельных представлениях	мета-уровень	три уровня абстрагирования – абстрактный, объектный, конкретный
Наличие составляющих в семантических моделях	только статическая составляющая	статическая, динамическая, их увязка
Наличие формального аппарата для семантических моделей	нет	оригинальный формальный аппарат
Наличие закономерностей формирования семантических моделей	нет	закономерности формирования составляющих концептуальных моделей и их увязки в единое целое в универсальном представлении

лей разных уровней абстрагирования, но и формально описывать связи моделей в рамках каждого представления. В качестве элементов статических отношений используются понятия-категории с учетом уровней абстрагирования, на которых устанавливаются бинарные и тернарные связи.

Тернарные связи позволили сформировать сложные производные элементы — схемы категорий, на которых также устанавливаются бинарные связи. В качестве элементов динамических отношений используются ограничения — зависимости 1-го и 2-го рода. Система ограничений 1-го рода увязана с основной концептуальной структурой, а система ограничений 2-го рода — с производной концептуальной структурой в рамках модели любого уровня абстрагирования и любого представления.

Формально описаны связи структур разных концептуальных представлений. Отличительной особенностью метода концептуального моделирования в рамках методологии является наличие закономерностей формиро-

вания концептуальных моделей в универсальном представлении как проявление закона диалектики (закона отрицания отрицания).

#### Сравнительный анализ двух подходов к моделированию семантики

На основании изложенного можно выполнить сравнительный анализ двух методов семантического моделирования предметных областей и/или задач. Результаты сравнительного анализа приведены в табл. 1.

#### Заключение

Метод концептуального моделирования в рамках методологии автоматизации интеллектуального труда ориентирован на когнитивный подход к моделированию знаний (семантики) предметных задач, обеспечивающий многоуровневое масштабирование семантических представлений этих задач и, таким образом, метод Чена является частным случаем метода концептуального моделирования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кара-Ушанов В. Ю. Модель «Сущность — Связь»: учеб. пособие / В. Ю. Кара-Ушанов. — Екб.: — Электронное текстовое издание, 2017. — 64 с.
2. Пинягина О. В. Лекции «Базы Данных»: ER-модель (entity–relationship) [Электронный ресурс]. URL: [http://kek.ksu.ru/EOS/BD/ER\\_model.html](http://kek.ksu.ru/EOS/BD/ER_model.html) (дата обращения: 02.03.2019)
3. Модель «Сущность — Связь» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://en.wikipedia.org/wiki/Entity–relationship\\_model](https://en.wikipedia.org/wiki/Entity–relationship_model) (дата обращения: 06.04.2019)
4. Волкова Г. Д. Концептуальное моделирование проектных задач: учеб. пособие / Г. Д. Волкова. — М.: ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», 2015. — 117 с.
5. Волкова Г. Д. Методология автоматизации интеллектуального труда. Г. Д. Волкова. — М.: Янус-К, 2013. — 102 с.