

УДК 004.652.4

**Е.М. Лютакова**

Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск  
кафедра компьютерных информационных технологий  
E-mail: [kit@digma.donetsk.ua](mailto:kit@digma.donetsk.ua), [elena\\_lyut@mail.ru](mailto:elena_lyut@mail.ru)

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЛЯЦИОННОЙ МОДЕЛИ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ СЕМАНТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

### *Аннотация*

*Лютакова Е.М. Проектирование реляционной модели предметной области на основе семантических объектов. Рассмотрены семантические объекты, как наиболее полно и доступно описывающие предметную область. Предложено использовать семантические диаграммы, как единые входные данные для проектирования базы данных, пользовательского интерфейса и классов предметной области. Разработаны правила проектирования отношений реляционной базы данных на основе семантических диаграмм.*

*Ключевые слова:* семантический объект, семантическая диаграмма, модель предметной области, реляционная база данных, проектирование базы данных.

### **Общая постановка проблемы.**

Отсутствие единых входных данных для проектирования базы данных, пользовательского интерфейса, классов предметной области приводит к различным противоречиям в процессе создания информационных систем. Для проектирования БД используются ER-диаграммы, для пользовательского интерфейса – прототипы, для объектно-ориентированных классов – диаграммы классов. Между этими диаграммами должно быть четкое соответствие, связь, однако, не существует формальных методов описания этого соответствия. Данная проблема в частности актуальна при выполнении курсовых работ студентами, т.к. словесное описание предметной области, данное преподавателем, не является строгим и однозначным в нужной степени.

### **Постановка задач исследования.**

С целью исключения противоречий при проектировании всех элементов информационной системы можно рассматривать семантические объектные диаграммы, как единые входные данные для проектирования всех составляющих элементов информационной системы. Разработка формальных методов проектирования БД, пользовательского интерфейса и классов на основе семантических объектных диаграмм, позволит:

- спроектировать центральный элемент информационной системы – базу данных;
- унифицировать пользовательский интерфейс приложения;
- автоматизировать разработку элементов системы.

### **Решение задач и результаты исследований.**

Центральным элементом информационных систем является база данных (БД). В БД хранятся те данные, которые необходимы пользователям для получения необходимой информации. На современном этапе наиболее распространены реляционные БД. Одной из проблем при создании любой БД является сложность преобразования модели предметной области (ПО) в структуры данных, которыми может оперировать пользователь. Эта сложность состоит в том, что пользователь сам не может спроектировать и создать такую структуру, а специалист, который может – не знает предметной области в той степени, в которой знает ее пользователи. БД часто характеризуют как модель модели ПО, подчеркивая, что такая модель не отражает реальный мир, а отражает мир с позиций, с которых его воспринимает

пользователь. Позицию проектировщика БД при проектировании БД представлена на рисунке 1.

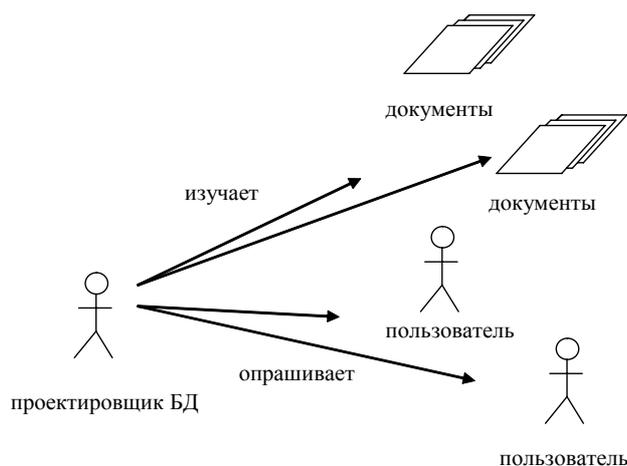


Рисунок 1 – Место проектировщика БД в процессе создания концептуальной модели предметной области

Таким образом, проектировщик обязан создать некую общую модель ПО, адекватную всем моделям пользователей и массе документов, которые являются также некой моделью ПО. Естественно, этот процесс является итерационным.

В теории реляционных баз данных широко освещены два подхода к проектированию БД: на основе ER-диаграмм и методом нормализации. Подход на основе модели «сущность-связь» (entity-relationship model) введен в 1976 году Питером Ченом [1],[2]. Эта модель легла в основу многих CASE-инструментов для проектирования БД. Термин нормализации и теоретические основы проектирования реляционных БД введены Э.Ф. Коддом, который определил нормальные формы отношений [1]. Теоретически усовершенствован данный подход в работах Дейта и Ульмана. Менее известен подход проектирования БД, основанный на семантических объектах [3].

Основной целью данной статьи является: разработать правила проектирования отношений реляционной базы данных на основе семантических объектов.

*Семантический объект* – это представление некоторого предмета, явления (феномена), идентифицируемых в среде пользователя. Это то, что с чем человек привык работать каждый день. Например, для продавца – это чек, товарный ярлык, для учителя – классный журнал, табель. Семантические объекты имеют атрибуты, описывающие их характеристики. Атрибуты могут быть простыми и групповыми. Если атрибут сам является семантическим объектом, то его называют объектным или семантическим атрибутом. Групповые атрибуты состоят из простых атрибутов, объектных или тех и других атрибутов. Атрибуты и группы имеют названия. Каждый атрибут семантического объекта характеризуется максимальным и минимальным количеством его значений для одного экземпляра объекта. Это число называется кардинальным числом. Между семантическими объектами устанавливаются двунаправленные связи при помощи семантических атрибутов. Такая связь называется парной, т.к. связанные объекты включают в себя другой связанный объект в виде семантического (объектного) атрибута. Семантика такой связи заключается в том, что говорят об одном объекте, подразумевая о связи с другим объектом. Семантический объект имеет объектный идентификатор, с помощью которого пользователь идентифицирует экземпляры объекта. Идентификатор может быть уникальным или неуникальным. Например, фамилия – неуникальный атрибут, табельный номер – уникальный. Объектный идентификатор может быть простым или составным. Для изображения семантических объектов используются семантические диа-

граммы. Пример такой диаграммы для предметной области учебы в вузе приведен на рисунке 2.

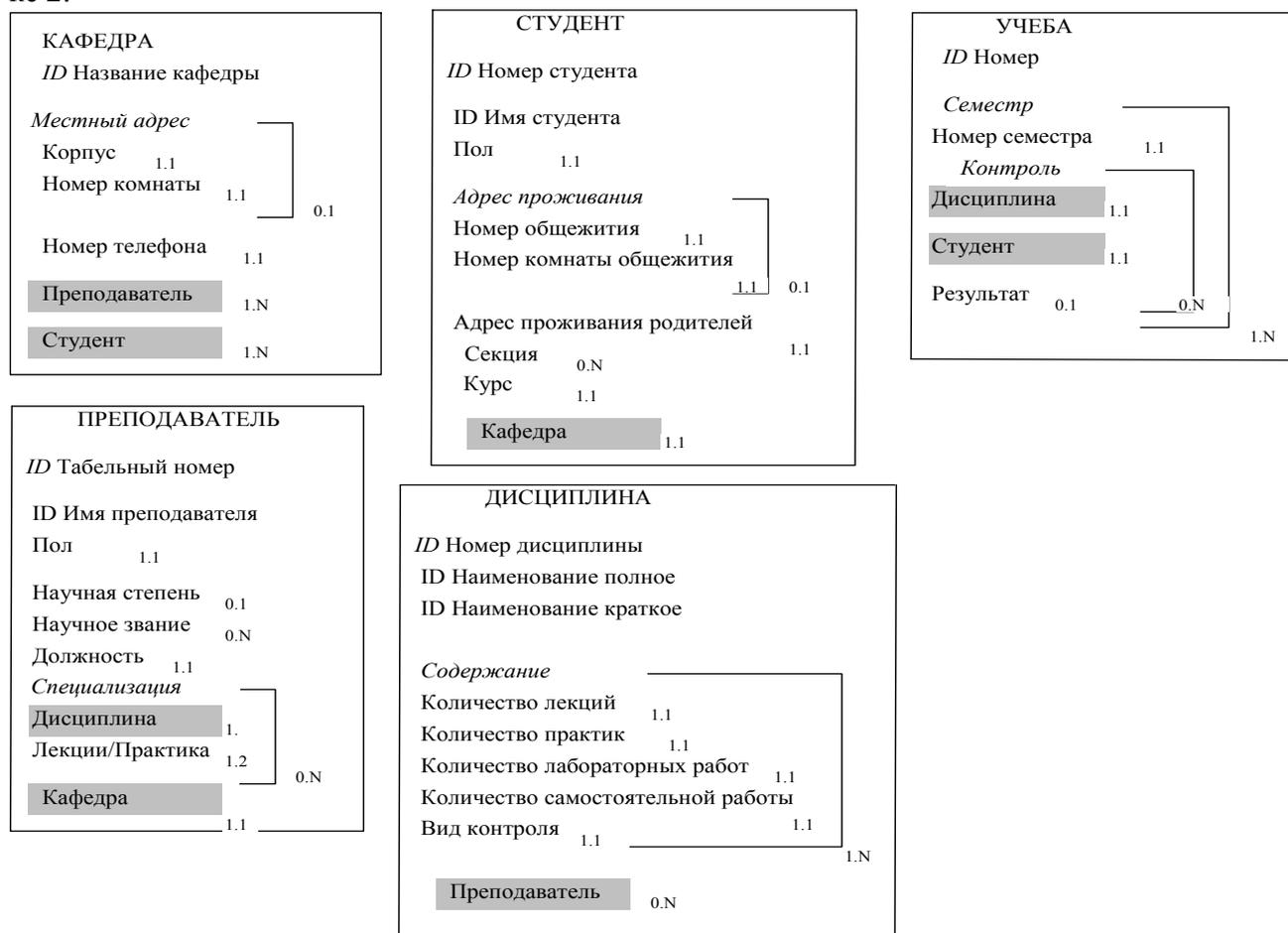


Рисунок 2 – Семантическая диаграмма предметной области ВУЗ

Эта диаграмма не является законченной, т.к. процесс создания концептуальной модели ПО является итерационным.

Объектная диаграмма интуитивно понятна, хотя и требует некоторых пояснений. Атрибут с ID – объектный идентификатор. Курсивом обозначен уникальный объектный идентификатор. Кардинальность показана справа около атрибута: сначала минимальное значение, затем – максимальное. Групповые атрибуты объединены скобкой справа. Группа тоже имеет кардинальность. Семантические объектные атрибуты имеют серый фон.

Введем классификацию объектов. Для классификации используем понятие однозначного, многозначного и неobjектных атрибутов. Однозначный атрибут – это атрибут с максимальным кардинальным числом 1. Многозначный атрибут – это атрибут, имеющий максимальное кардинальное число больше 1. Неobjектный атрибут – это простой или групповой атрибут. Вместе с классификацией объектов сформулируем правила вывода отношений.

*Простой объект* – это семантический объект, имеющий только однозначные простые или групповые атрибуты. Примером может быть товарный ярлык, который имеет только однозначные атрибуты. Для простого объекта создается одно отношение.

*Композитный объект* – это семантический объект, содержащий один или несколько многозначных простых или групповых атрибутов, но не имеющих объектных атрибутов. Для вывод отношений можно использовать правила приведенные ниже.

*Составной объект* имеет минимум один объектный атрибут. Поскольку объектные атрибуты всегда появляются парами, то между ними существует связь, которая характеризуется кардинальным числом. Например, если кардинальные числа у объектных атрибутов 1.1 (или 0.1) и 1.1 (или 0.1), то такая связь имеет вид 1:1. Если с одной стороны кардинальное число 1.1, а с другой – 1.N, то такая связь вида 1:N. И, если оба объекта имеют кардинальные числа 1.N (0.N), то такая связь – вида M:N.

Правила вывода отношений для составных и композитных семантических объектов интуитивно понятны.

Правило 1. Если минимальное кардинальное число объектного атрибута (простого или группового атрибута для композитных объектов) равно 0, т.е. объект может существовать без связи со своим объектным атрибутом, то для такого объекта нужно создать отношение. После вывода отношения считаем, что минимальная кардинальность объектного атрибута повысилась до 1.

Правило 2. Если максимальное кардинальное число объектного атрибута (простого или группового атрибута для композитных объектов) больше 1, то для такого объекта нужно создать отношение в любом случае. После вывода отношения считаем, что максимальное кардинальное число стало равняться 1.

Правило 3. Если максимальное и минимальное кардинальные числа равны 1, то получим одно отношение, куда войдут все атрибуты объекта и все атрибуты парного семантического объекта, которому соответствует объектный атрибут.

Правило 4. В результате последовательных преобразований получим набор отношений, которые могут дублировать или входить одно в другое. Дублирующие отношения необходимо убрать из набора.

Правило 5. Из отношений, куда входят отношения, выведенные в п. 1 и 2, их надо вывести, оставив ключи для связи (ключ для композитных объектов).

Правило 6. Из двух отношений для объектов, которые входят одно в другое, необходимо оставить более мощное. Рассмотрим пример на рисунке 3.

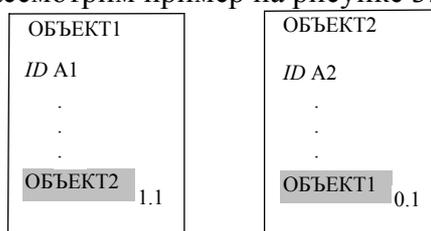
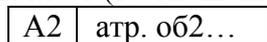


Рисунок 3 – Пример семантической диаграммы

Согласно правилу 1 создадим отношение для объекта 2, т.к. он может существовать без объекта 1 (в отношении O2):



Добавим отношение в набор отношений БД.

Повысим кардинальность до 1.1 объекта 1 в объекте2 (рис.4).

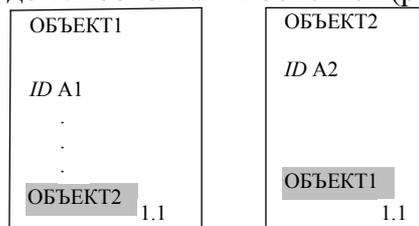


Рисунок 4 – Семантические объекты после вывода отношения для Объекта 2

Согласно правилу 3 для объекта 1 и 2 получим одинаковые отношения, одно из которых удалим:

A1	A2	атр. об1...	атр. об2....
----	----	-------------	--------------

Из полученного отношения выведем существующее отношение, сохранив связь:

A1	A2	атр. об1
----	----	----------

Окончательный набор отношений:

A2	атр. об2...
----	-------------

Отношение 2 для объекта 2

A1	A2	атр. об1
----	----	----------

Отношение 1 для объекта 1

Ограничение ссылочной целостности: идентификатор A2 отношения 1 должен существовать в отношении 2 для объекта 2.

Связи между полученными отношениями:

A2	атр. об2...
----	-------------

A1	A2	атр. об1...
----	----	-------------

*Гибридные объекты* это комбинация составных и композитных объектов (рис.5). Интересен гибридный объект, имеющий минимум один многозначный групповой атрибут, в состав которого входит объектный атрибут.

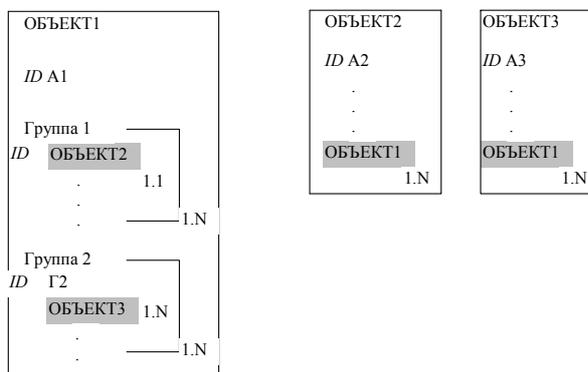


Рисунок 5 – Пример семантической диаграммы для гибридных объектов

Объектный атрибут в составе группы может встречаться один раз (объект 2), тогда его можно считать идентификатором группы или несколько раз (объект 3), тогда объект 3 не может считаться объектным атрибутом и для идентификации записи в группе необходимо ввести другой идентификатор. Возможно, в качестве такого идентификатора использовать искусственный (Г2) идентификатор. Логика вывода отношений та же, что и рассмотренная ранее.

*Ассоциативный объект* – это объект, который связывает два объекта и имеет атрибуты, которые характеризуют эту связь. Такой семантический объект часто описывается отглагольным существительным. Ниже приведен пример ассоциативного объекта «чартерный рейс» (рис. 6).

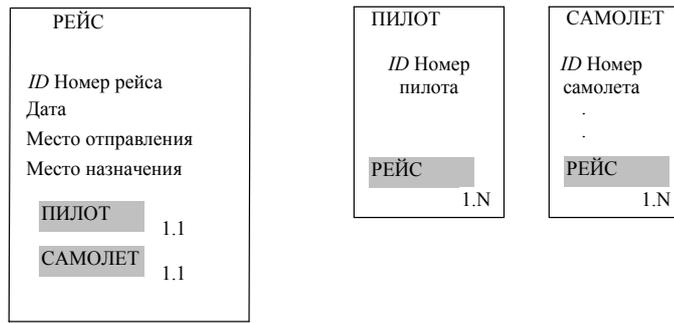


Рисунок 6 – Пример семантической диаграммы ассоциативных объектов

Используя те же правила, получим три отношения:  
РЕЙС



*Объект вида родитель/подтип.* К ним относятся такие объекты, которые имеют признаки наследования, например: программист, менеджер являются наследниками от сотрудника (рис. 7). Родительский объектный атрибут помечается буквой Р. А объектные атрибуты, которые наследуют родителя, имеют кардинальность 0.ST или 1.ST, где ST – признак подтипа.

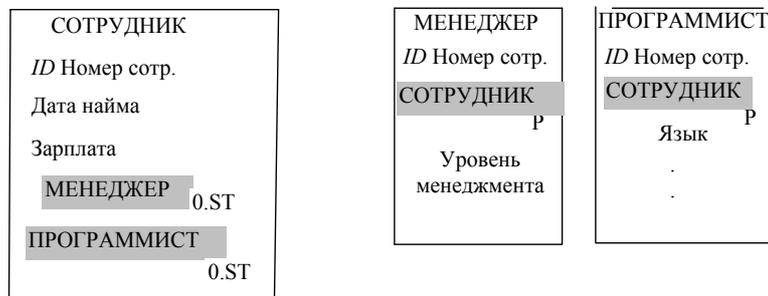
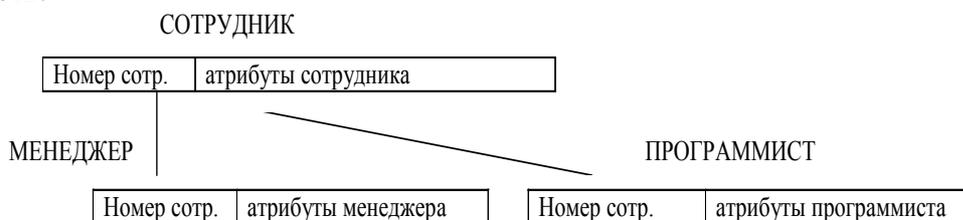


Рисунок 7 – Пример семантической диаграммы для объектов вида родитель/подтип

Правила для вывода отношений те же, что приведены выше. В результате будем иметь:



Если одновременно сотрудник может быть и программистом и менеджером, то подтипы объединяют в группу, а кардинальность представляется в виде X.Y.Z, где на первом

месте находится кардинальность группы в целом, а Y,Z указывают минимальную и максимальную кардинальность атрибутов в группе (рис. 8).

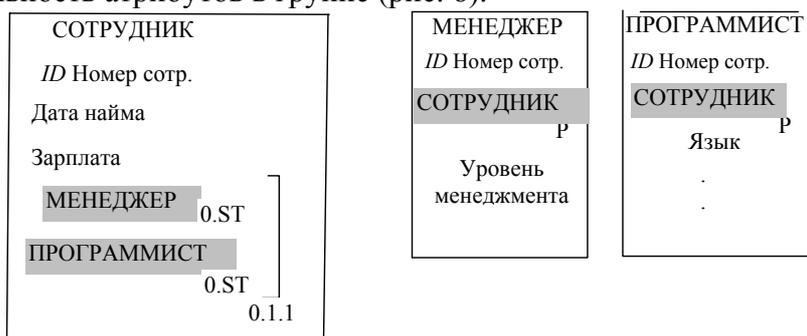
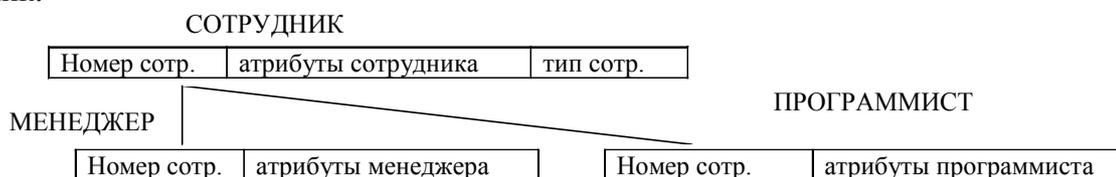


Рисунок 8 – Пример семантической диаграммы для объектов вида родитель/подтип с группировкой подтипов

В таких случаях имеет смысл добавить поле «тип сотрудника», которое содержит информацию о том, какую (менеджера, программиста или обе) таблицу связывать с таблицей сотрудник:



Добавить поле для выбора таблицы связи можно и в предыдущем случае.

Объекты вида *архетип-версия*. Последними в данной классификации являются объекты вида *архетип-версия*, которые можно рассмотреть на примере издательства книг (рис. 9).

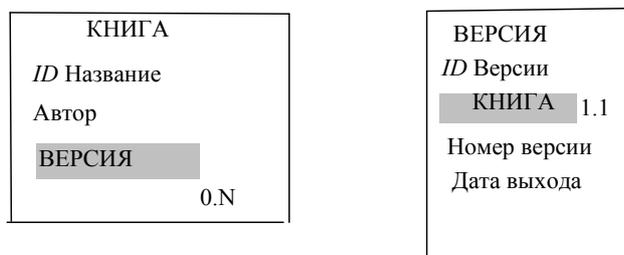


Рисунок 9 – Пример семантической диаграммы для объектов вида архетип/версия

Для хранения таких объектов нужно два отношения:



Предложенная методика проектирования реляционной базы данных на основе описания предметной области при помощи семантических объектов, как наиболее непротиворечивых и полных входных данных, в настоящее время используется для проектирования всех составляющих информационных систем при выполнении курсовой работы по дисциплине «Организация баз данных и знаний».

Данная методика описания предметной области при помощи семантических объектов хорошо зарекомендовала себя при изучении предметной области, для проектирования реляционной БД и при проектировании пользовательского интерфейса. Она позволила улучшить взаимопонимание между студентом и преподавателем, уменьшить время на обсуждение деталей предметной области, дисциплинировать студента при создании программного продукта, направленного на удовлетворение требований пользователя.

#### **Выводы.**

1. Способ концептуального проектирования ПО, основанный на семантических объектах, является максимально приближенным к понятиям, имеющим место в предметной области, следовательно легко воспринимается пользователями.

2. Диаграммы семантических объектов содержат больше информации, чем сущности ER-диаграмм, что позволяет их использовать как для проектирования БД, так для проектирования пользовательских интерфейсов и классов предметной области.

3. Правила вывода отношений интуитивно понятны и малочисленны, в отличие от правил вывода при ER-проектировании и методом декомпозиции.

4. Описание ПО семантическими диаграммами позволяет алгоритмизировать задачу автоматизации проектирования элементов информационных систем.

#### **Литература**

1. Конноли Томас, Бегг Каролин, Страчан Анна Базы данных: проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика, 2-е изд.: Пер. с англ.: Уч. пос. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2000. – 1120 с.
2. Диго С.М. Проектирование и использование баз данных: Учебник.– М.: Финансы и статистика, 1995.–202 с.
3. Крэнке Д. Теория и практика построения баз данных, 8-е изд.– СПб.: Питер, 2003.–800 с.

#### **Abstract**

*Lyutakova O.M. On basis of semantic objects design of data domain relational model. Semantic objects as the most complete and easily understood representation of data domain are discussed. Semantic diagrams as the basis for database, user interface and classes of object-oriented designing are considered. On basis of semantic objects main rules of designing database are proposed.*

**Keywords:** *semantic object, semantic diagram, data domain model, relational database, database design.*

#### **Анотація**

*Лютакова О.М. Проектування реляційної моделі наочної області на основі семантичних об'єктів. Розглянуто семантичні об'єкти, що найбільш повно та доступно описують наочну область. Запропоновано використовувати семантичні діаграми, як єдині вхідні дані для проектування бази даних, інтерфейсу користувача та класів наочної області. Розроблені правила проектування відношень реляційної бази даних на основі семантичних діаграм.*

**Ключові слова:** *семантичний об'єкт, семантична діаграма, модель наочної області, реляційна база даних, проектування баз даних.*

Здано в редакцію:  
18.02.2010р.

Рекомендовано до друку:  
к.т.н, доц. Маренич К.М.