

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНСТИТУТ ОПТИКИ АТМОСФЕРЫ СО РАН им. В.Е. ЗУЕВА



# **НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИССЛЕДОВАНИИ СЛОЖНЫХ СТРУКТУР**

**МАТЕРИАЛЫ  
ДВЕНАДЦАТОЙ КОНФЕРЕНЦИИ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ  
4–8 июня 2018 г.**

*Мероприятие проведено при финансовой поддержке  
Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 18-07-20033)*

Томск  
Издательский Дом Томского государственного университета  
2018

ошибок различных видов (монотонные, симметричные или асимметричные [7]) и кратностям, так и в частности на контрольных комбинационных схемах из набора LGSynth`89 [8].

Результаты анализа обнаруживающей способности позволили заключить следующее. Наилучшими характеристиками обнаружения ошибок как в общем, так и двукратных ошибок обладают полиномиальные коды с образующим полиномом  $x^2 + x + 1$ , однако ими не обнаруживаются некоторые трехкратные ошибки. У всех полиномиальных кодов в классе необнаруживаемых присутствует существенная доля монотонных ошибок (в том числе, в области малой кратности ошибок). Эти обстоятельства следует учитывать при синтезе дискретных систем с обнаружением неисправностей. Например, использование алгоритмов преобразования структур логических схем в структуры, допускающие только монотонные проявления неисправностей, не представляется возможным [9]. Требуется учет другого свойства. Однако можно учитывать высокую обнаруживающую способность в области малой кратности ошибок.

При оценке структурной избыточности использовался известный интерпретатор SIS и библиотека функциональных элементов stdcell2\_2.genlib. Это позволило сначала получить абсолютную характеристику избыточности в виде площади (в усл. ед.), а затем – и структурную избыточность по отношению к системе дублирования. Анализ полученных результатов показал, что использование полиномиальных кодов дает более простые с точки зрения сложности реализации структуры систем функционального контроля. Средние значения полученных коэффициентов отношений площадей систем функционального контроля на основе полиномиальных кодов и систем дублирования не превышают 70%, а для некоторых контрольных схем достигнуто уменьшение значения площади системы функционального контроля вдвое по сравнению с дублированием, что сравнимо с аналогичным показателем применения известного кода паритета.

Полиномиальные коды могут эффективно применяться при синтезе систем функционального контроля комбинационных логических схем.

### Литература

1. Brown D.T., Peterson W.W. Cyclic Codes for Error Detection // Proceedings of the IRE. 1961. Vol. 49, is. 1. P. 228–235.
2. Castagnoli G., Brauer S., Herrmann M. Optimization of Cyclic Redundancy-Check Codes with 24 and 32 Parity Bits // IEEE Transactions on Communications. 1993. Vol. 41, is. 6. P. 883–892. DOI: 10.1109/26.231911.
3. Koopman P., Chakravarty T. Cyclic Redundancy Code (CRC) Polynomial Selection for Embedded Networks // the International Conference on Dependable Systems and Networks, DSN-2004, 28 June – 1 July 2004, Florence, Italy, P. 145–154. DOI: 10.1109/DSN.2004.1311885.
4. Bayat-Sarmadi S., Hasan M.A. On Concurrent Detection of Errors in Polynomial Basis Multiplication // IEEE Transactions on Very Large Scale Integration (VLSI) Systems. 2007. Vol. 15. P. 413–426. doi: 10.1109/TVLSI.2007.893659.
5. Nicolaidis M., Zorian Y. On-Line Testing for VLSI – A Compendium of Approaches // Journal of Electronic testing: Theory and Applications. 1998. № 12. P. 7–20.
6. Sellers F.F., Hsiao M.-Y., Beamson L.W. Error Detecting Logic for Digital Computers. New York : McGraw-Hill, 1968.
7. Сапожников В.В., Сапожников Вл.В., Ефанов Д.В. Классификация ошибок в информационных векторах систематических кодов // Известия вузов. Приборостроение. 2015. Т. 58, № 5. С. 333–343. – DOI: 10.17586/0021-3454-2015-58-5-333-343.
8. Collection of Digital Design Benchmarks. URL: <http://ddd.fit.cvut.cz/prj/Benchmarks/>.
9. Morosow A., Saposhnikov V.V., Saposhnikov V.V., Goessel M. Self-Checking Combinational Circuits with Unidirectionally Independent Outputs // VLSI Design. 1998. Vol. 5, is. 4. P. 333–345. DOI: 10.1155/1998/20389.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ «IS-A»-ОТНОШЕНИЙ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

*А.М. Бабанов, Е.С. Квач*

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия  
babanov2000@mail.ru, kvachelena@gmail.com

В любой сфере человеческой деятельности не обойтись без использования «IS-A»-отношений (отношений «ЕСТЬ-НЕКОТОРЫЙ»), которые позволяют переходить от частных явлений к их абстракциям различных уровней и наоборот, – «студент есть некоторый человек», «бакалавр есть некоторый студент». С целью анализа представлений «IS-A»-отношений в информационных системах авторы рассматривают прецеденты использования обобщённых и специализированных понятий в искусственном интеллекте, семантических моделях данных и программировании.

В искусственном интеллекте «IS-A»-отношения используются в семантических сетях и являются основным звеном в сети. Связь «IS-A» устанавливает иерархию типов в сети и используется для определения наиболее специфического семантического типа [1]. В семантических сетях выделяются «IS-A»-отношения между классами (IS-A type of) и между экземплярами и классами (IS-AN instance of), членами которых они являются [2].

Что касается представления «IS-A»-отношений в семантических моделях данных, то в расширенной модели «Сущность – Связь» (Enhanced/Extended Entity-Relationship Model – EERM) выделяют специализации – нисходящий процесс образования «IS-A»-иерархий с полным наследованием признаков и генерализации –

обратный процесс, при котором эти «IS-A»-иерархии образуются с помощью восходящего процесса. Можно отметить, что специалисты по моделированию данных [3-7] видят преимущественно структурные и ограничительные особенности классов данных. Терри Халпин [7], автор модели «Объект – Роль» (Object-Role Model – OR-модель), кроме этого, замечает, что специализации позволяют делать опциональные роли суперкласса обязательными для подкласса и за счет этого вводить дополнительные ограничения целостности. Дополнительные правила для подтипов вводит ER-модель в нотации Баркера в Oracle Designer: взаимоисключающее правило (каждый экземпляр супертипа одновременно является экземпляром одного и только одного подтипа) и исчерпывающее правило (каждый экземпляр супертипа должен быть экземпляром одного из подтипов) [8]. Однако этим правилам удовлетворяют лишь полные непересекающиеся специализации. Во многих моделях данных помимо этого типа специализаций используются также полные пересекающиеся, частичные непересекающиеся, частичные пересекающиеся.

В объектно-ориентированном программировании (ООП) «IS-A»-отношения можно встретить в унифицированном языке моделирования (Unified Modeling Language – UML). Здесь используется термин обобщение – отношение между классом и одной или несколькими его вариациями. Обобщение объединяет классы по их общим свойствам [9]. В соответствии со спецификой ООП, в UML, помимо атрибутов и отношений, подтипы наследуют ещё и методы супертипа.

На рис. 1 приведены примеры представления «IS-A»-отношений в различных информационных технологиях.

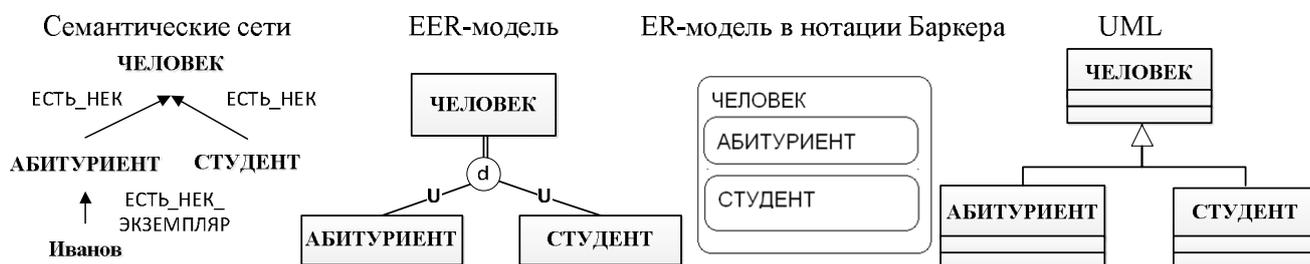


Рис. 1. Представление «IS-A»-отношений в информационных технологиях

Проанализировав особенности «IS-A»-отношений, авторы пришли к необходимости более строгой формализации обобщений и введению для этого нового базового понятия «IS-THE»-отношения в семантической модели «Сущность – Связь – Отображение» (Entity-Relationship-Mapping Model – ERMM) [10].

#### Литература

1. U.S. National Library of Medicine, The Unified Medical Language System, UMLS Reference Manual. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK9676/>
2. Bundy.A. Catalogue of Artificial Intelligence Tools/ A. Bundy. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo, 1984. 150 p.
3. Coronel C. Database Systems: Design, Implementation, and Management / C. Coronel, S.Morris, P. Rob. USA : Cengage Learning, 2011. 724 p.
4. Connolly T., Begg C. Database Systems: A Practical Approach to Design, Implementation, and Management. edition 4<sup>th</sup>. Addison-Wesley, 2010. 1400 p.
5. Elmasi R., Navahe S.B. Fundamentals of Database Systems, edition 6<sup>th</sup>. Addison-Wesley, 2011. 1201 p.
6. Ferragine V.E., Doorn J.H., Rivero L.C. Handbook of Research on Innovations in Database Technologies and Applications: Current and Future Trends. 2009. 1124 p.
7. Halpin T., Morgan T. Information Modeling and Relational Databases, edition 2. Morgan Kaufman, 2008. 943 p.
8. Barker R. CASE Method: Entity Relationship Modelling. Addison-Wesley, 1990. 240 p.
9. Рамбо Д., Блаха М. UML 2.0. Объектно-ориентированное моделирование и разработка. 2-е изд. СПб. : Питер, 2007. 544 с.
10. Бабанов А.М., Квач Е.С. «IS-THE»-отношения в семантических моделях данных: основные понятия и разновидности // Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика. 2016. Т. 34, № 1. С. 69–78.