

РАСШИРЕНИЕ МЕТАЯЗЫКА НОРМАЛЬНЫХ ФОРМ ЗНАНИЙ

Аннотация. Рассмотрены два варианта текстового и графического описания метаязыка нормальных форм знаний, расширенного стилистическими отношениями описания информационных структур. Набор отношений нормальных форм знаний (альтернатива, конкатенация, отрицание и итерация) расширен двумя новыми отношениями: обязательности — не нулевым числом повторений (mandatory) некоторой структуры, необязательности (optional) некоторой структуры и структурными (grouped) скобками. В текстовой и графической формах даны описания новых отношений через базовые отношения.

Ключевые слова: метаязык, самоописание метаязыка, граф самоописания метаязыка, отношение обязательности, отношение необязательности, структурные скобки.

ВВЕДЕНИЕ

Обработка знаний — общепризнанная основа и одна из сфер практического применения достижений искусственного интеллекта для решения проблем эволюции общества, состоящая в непосредственном использовании компьютером знаний в явной форме. Эта способность достижима лишь в процессе создания информационного компьютера с внутренним языком, достаточным для эффективного представления и использования разнообразной информации и способным овладеть всей нашей системой знаний в процессе общения с людьми и с действительностью.

Для строгого и точного описания языков программирования используют метаязыки. Наиболее распространенными метаязыками являются Бекусо–Науровы формы (BNF) и EBNF (Extended BNF) [1, 2]. Однако в качестве языка представления знаний метаязык EBNF (и другие известные метаязыки) не является функционально полным и потому не пригоден для представления произвольных знаний.

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

В целях достижения функциональной полноты метаязык нормальных форм знаний (НФЗ) для описания произвольных знаний наделен операциями анализа и порождения над произвольными структурами понятий, связанных отношениями конкатенации (последовательности), альтернативы, отрицания и итерации [3, 4].

Для упрощения описания структур терминов базовые отношения (конкатенации, альтернативы и итерации) дополняют стилистическими отношениями. Например, метаязык EBNF, предназначенный для описания синтаксических структур языков программирования, кроме базовых отношений содержит отношения необязательности выделенной структуры, обязательности — одного или большего числа вхождений выделенной структуры и структурные скобки [1, 2].

Ввиду отсутствия этих дополнительных отношений описание структур языков Semantic Web в метаязыке НФЗ хотя и незначительно, но уступает метаязыку EBNF по числу правил (табл. 1) [5–7].

Представляется целесообразным распространить операционные возможности метаязыка НФЗ на отношения в описании информационных структур, принятые в известных метаязыках. Цель статьи — расширение множества отношений метаязыка НФЗ сервисными отношениями обязательности, необязательности некоторой структуры и структурными скобками.

Таким образом, описание любого языка состоит из непустой последовательности определений (determination). В каждом из определений определяемое понятие задается (возможно, с предшествующим отрицанием) своим именем (nameConcept) слева от разделителя definition, справа от которого именем bodyDeterm указано тело определения, являющееся терминалом или структурой, составленной из нетерминалов и терминалов.

Набор отношений НФЗ (альтернатива, конкатенация, отрицание и итерация) расширен в метаязыке РНФЗ_1 двумя новыми отношениями: обязательности — не нулевым числом повторений некоторой структуры, необязательности некоторой структуры и структурными скобками.

3. ГРАФ САМООПИСАНИЯ ПЕРВОГО ВАРИАНТА РАСШИРЕНИЯ МЕТАЯЗЫКА НОРМАЛЬНЫХ ФОРМ ЗНАНИЙ

Граф самоописания первого варианта РНФЗ_1 расширенного метаязыка НФЗ, эквивалентный приведенному текстовому, представлен на рис. 1 и рис. 2 с использованием графических средств метаязыка НФЗ (рис. 3) [3, 4].

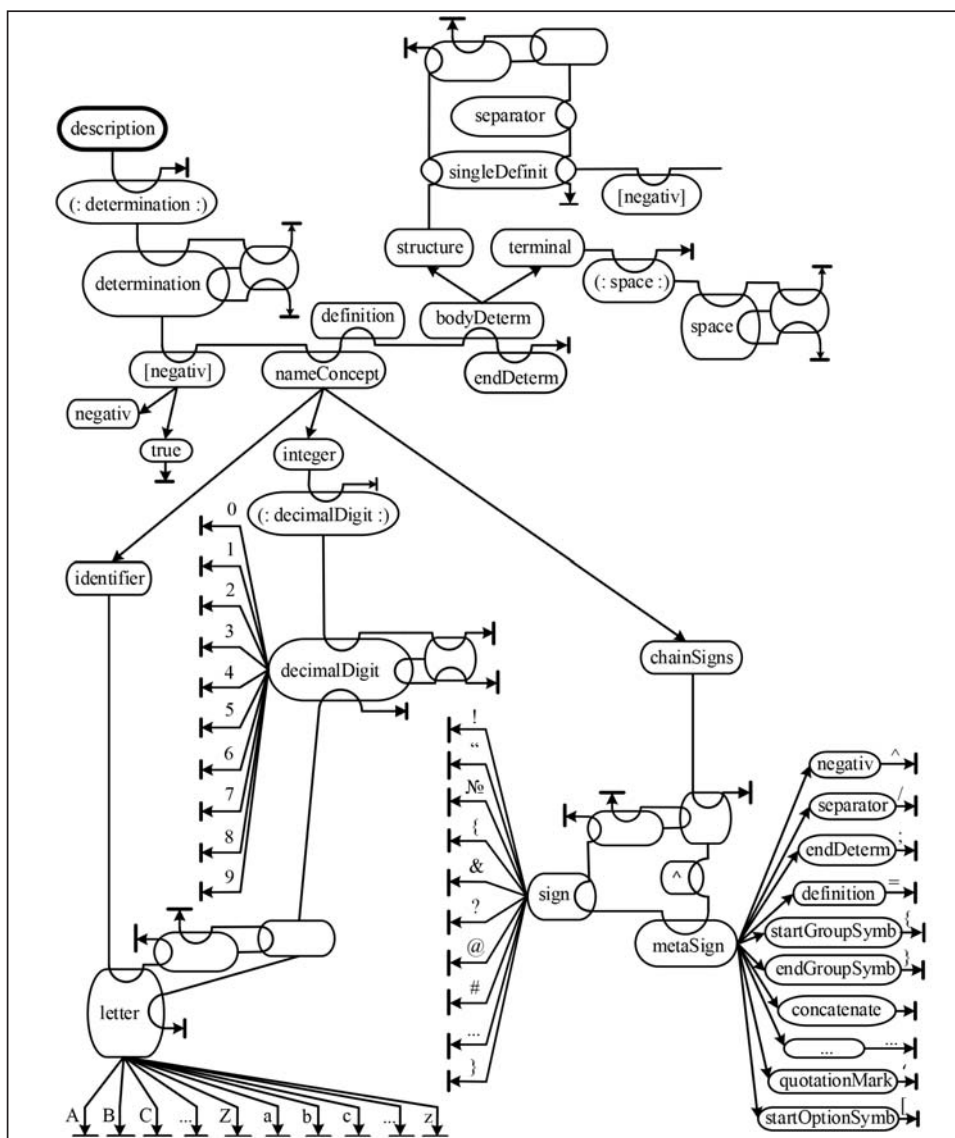


Рис. 1. Первая страница графа самоописания метаязыка РНФЗ_1

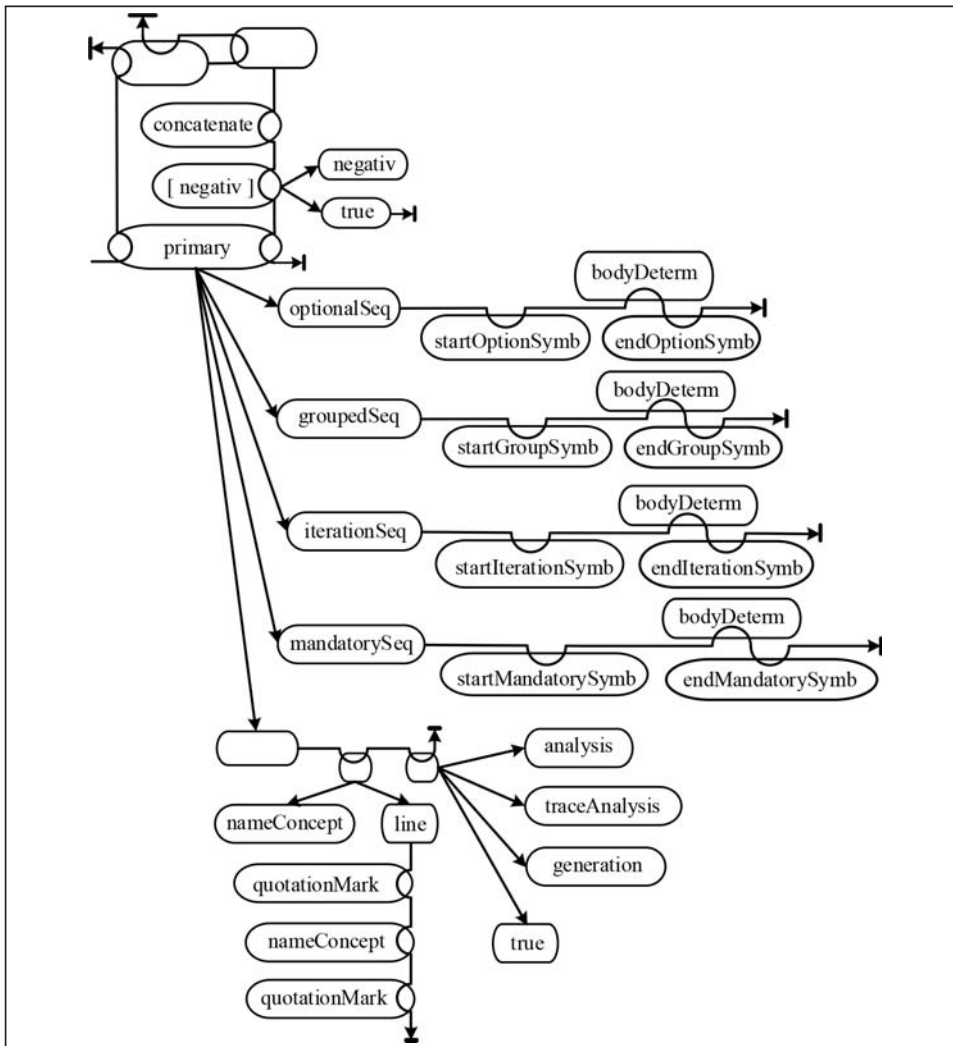


Рис. 2. Вторая страница графа самоописания метаязыка РНФЗ_1

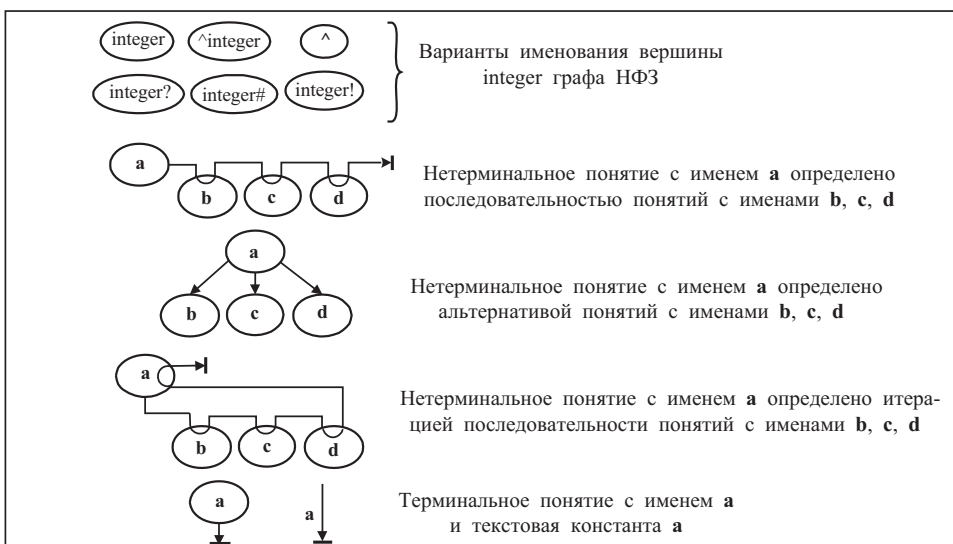


Рис. 3. Графические средства метаязыка НФЗ

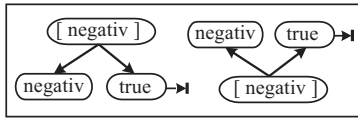


Рис. 4. Эквивалентные варианты графа необязательности (optional) термина negativ

4. ГРАФИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ НОВЫХ ОТНОШЕНИЙ МЕТАЯЗЫКА РФЗ_1

Графические средства метаязыка РФЗ_1 расширяют графические средства метаязыка РФЗ. Сопоставление графических и текстовых вариантов описания новых отношений метаязыка РФЗ_1 приведено на рис. 4-8.

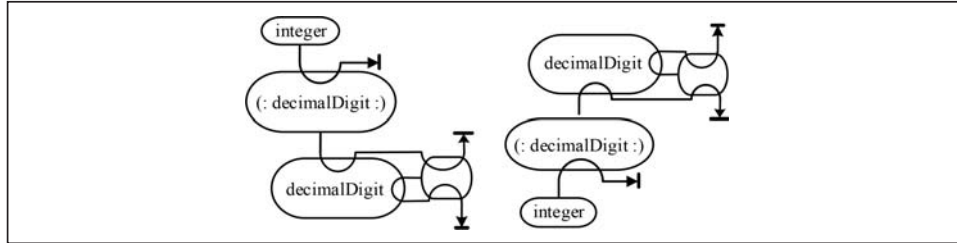


Рис. 5. Эквивалентные варианты графа обязательности термина decimalDigit, записанном в текстовом определении в форме integer = (: decimalDigit :);

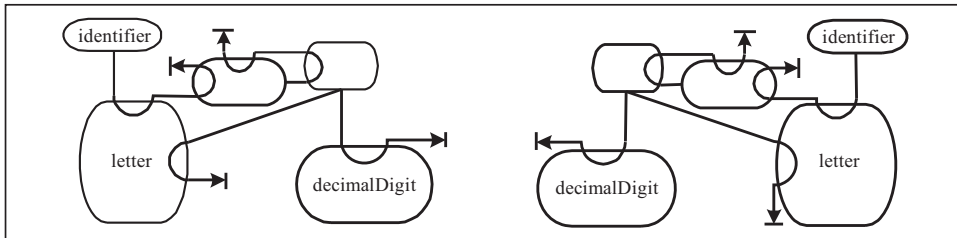


Рис. 6. Эквивалентные варианты графа идентификатора, начинающегося буквой, с последующим повторением произвольное число раз неименованной (анонимной) альтернативы терминов letter и decimalDigit, записанном в текстовом определении в форме identifier = letter (letter / decimalDigit);

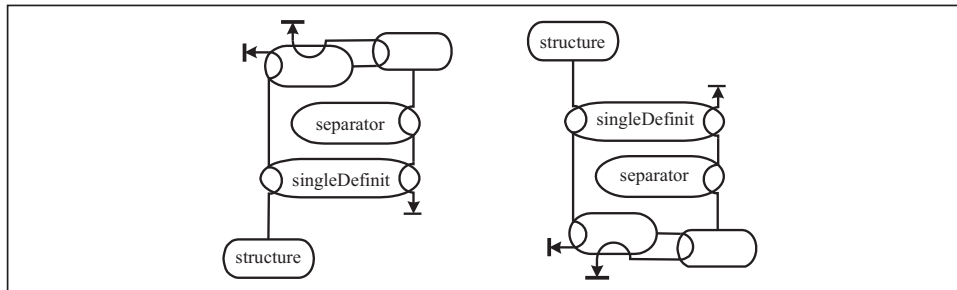


Рис. 7. Эквивалентные варианты графа описания термина structure: structure = singleDefinit (separator singleDefinit);

Определение термина structure начинается термином singleDefinit и продолжается итерацией (повторение произвольное число раз) неименованной (анонимной) последовательности термина separator и термина singleDefinit, определенного термином primagu, возможно негативным (см. рис. 2).

Отметим, что primagu есть альтернатива (рис. 8) именованных терминов (groupedSeq, optionalSeq, iterationSeq, mandatorySeq) и неименованной (анонимной) последовательности, первым элементом которой является неименованная (анонимная) альтернатива терминов (nameConcept и line), а вторым элементом – неименованная (анонимная) альтернатива необязательных терминов analysis, traceAnalysis и generation.

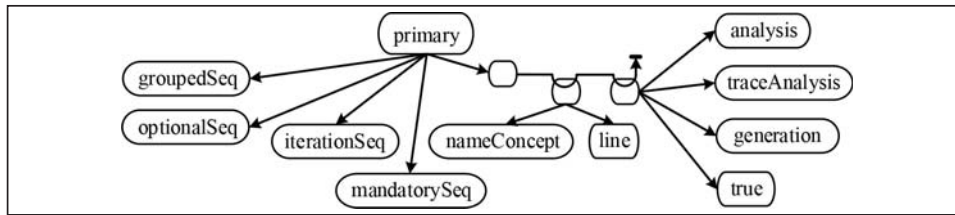


Рис. 8. Граф описания термина primary

5. ТЕКСТОВОЕ САМООПИСАНИЕ ВТОРОГО ВАРИАНТА РАСШИРЕНИЯ МЕТАЯЗЫКА НОРМАЛЬНЫХ ФОРМ ЗНАНИЙ

Текстовое самописание второго варианта расширения метаязыка НФЗ (РНФЗ_2) представляется следующей структурой:

- 1) description = determination+ ;
- 2) determination = [negativ] nameConcept definition bodyDeterm endDeterm;
- 3) nameConcept = identifier / integer / chainSigns;
- 4) identifier = letter (letter / decimalDigit)*;
- 5) integer = decimalDigit+;
- 6) chainSigns = sign+;
- 7) bodyDeterm = structure / terminal;
- 8) terminal = space+;
- 9) structure = singleDefinit (separator singleDefinit)*;
- 10) singleDefinit = [negativ] primary (concatenate [negativ] primary)*;
- 11) primary = groupedSeq / optionalSeq / iterationSeq / mandatorySeq / (nameConcept / line) [analysis / traceAnalysis / generation] ;
- 12) groupedSeq = startGroupSymb bodyDeterm endGroupSymb;
- 13) optionalSeq = startOptionSymb bodyDeterm endOptionSymb;
- 14) iterationSeq = (groupedSeq / bodyDeterm) iterationSymb ;
- 15) mandatorySeq = (groupedSeq / bodyDeterm) mandatorySymb;
- 16) line = quotationMark nameConcept quotationMark;

Здесь iterationSymb — знак * итерации (произвольное число повторений предшествующего элемента);

mandatorySymb — знак + обязательности предшествующего элемента (не нулевое число его повторений);

startGroupSymb, endGroupSymb — пара структурных скобок изображается символами (и) в отличие от фигурных скобок, использованных в расширении метаязыка РНФЗ_1.

Остальные обозначения совпадают с приведенными в разд. 2. Ввиду этих изменений обозначений терминов iterationSymb, mandatorySymb, startGroupSymb, endGroupSymb незначительно изменилось текстовое и графическое описание терминов итерации (iterationSeq) и обязательности (mandatorySeq) (рис. 9).

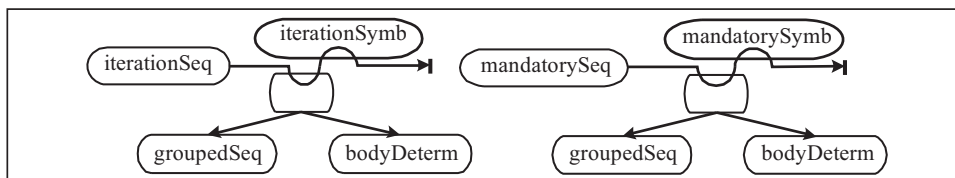


Рис. 9. Графы описания терминов итерации и обязательности

За исключением этих отличий, граф второго варианта расширенного метаязыка РНФЗ_2 совпадает с приведенным на рис. 1 и рис. 2 графом метаязыка РНФЗ_1.

6. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ ОТНОШЕНИЙ ОПИСАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СТРУКТУР ДЛЯ СОКРАЩЕНИЯ ТЕКСТОВОГО САМООПИСАНИЯ РАСШИРЕННОГО МЕТАЯЗЫКА РНФЗ_2

Новые отношения описания информационных структур позволяют экономно описать произвольные структуры, в том числе сократить представление (см. разд. 5) самоописания второго варианта (РНФЗ_2) расширения метаязыка НФЗ, выполнив, следующие преобразования:

в определении терминов *determination*, *primary* и *line* заменить термин *nameConcept* его определением через термины *identifier*, *integer* и *chainSigns*, заключив его в структурные круглые скобки;

в определении термина *description* заменить термин *determination* его новым определением, заключив его в структурные круглые скобки:

- 1) *description* = ([*negativ*] (*identifier* / *integer* / *chainSigns*) *definition* *bodyDeterm* *endDeterm*)+;
- 2) *identifier* = *letter* (*letter* / *decimalDigit*)*;
- 3) *integer* = *decimalDigit*+;
- 4) *chainSigns* = *sign*+;
- 5) *bodyDeterm* = *structure* / *terminal*;
- 6) *terminal* = *space*+;
- 7) *structure* = *singleDefinit* (*separator* *singleDefinit*)*;
- 8) *singleDefinit* = [*negativ*] *primary* (*concatenate* [*negativ*] *primary*)*;
- 9) *primary* = *groupedSeq* / *optionalSeq* / *iterationSeq* / *mandatorySeq* / ((*identifier* / *integer* / *chainSigns*) / *line*) [*analysis* / *traceAnalysis* / *generation*];
- 10) *optionalSeq* = *startOptionSymb* *bodyDeterm* *endOptionSymb*;
- 11) *groupedSeq* = *startGroupSymb* *bodyDeterm* *endGroupSymb*;
- 12) *iterationSeq* = (*groupedSeq* / *bodyDeterm*) *iterationSymb* ;
- 13) *mandatorySeq* = (*groupedSeq* / *bodyDeterm*) *mandatorySymb*;
- 14) *line* = *quotationMark* (*identifier* / *integer* / *chainSigns*) *quotationMark*;

В результате этих преобразований исключены две (из 16) продукции за счет незначительного усложнения структуры описания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложены два варианта формального описания метаязыка нормальных форм знаний, расширенного стилистическими отношениями описания информационных структур. Показано, что введение новых отношений осуществляется достаточно легко — описанием их структур в базовых отношениях метаязыка нормальных форм знаний. Представленные два расширения метаязыка нормальных форм знаний являются альтернативными вариантами. Они полностью эквивалентны относительно выразительных возможностей: каждый вариант реализует одинаковые операции распознавания и порождения над произвольными информационными структурами, составленными на множестве отношений метаязыка EBNF.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. International Standard ISO/IEC 14977: 1996(E). URL: <http://www.cl.cam.ac.uk/~mgk25/iso-14977.pdf>.
2. Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Fifth edition). W3C Recommendation 26 November 2008. URL: <http://www.w3.org/TR/2008/REC-xml-20081126>.
3. Кургаев А.Ф., Григорьев С.Н. Нормальные формы знаний. *Допов. Нац. акад. наук Укр.* 2015. № 11. С. 36–43. <https://doi.org/10.15407/dopovidi2015.11.036>.

4. Кургаев А.Ф., Григорьев С.Н. Метаязык нормальных форм знаний. *Кибернетика и системный анализ*. 2016. Т. 52, № 6. С. 11–20.
5. Кургаев А.Ф., Григорьев С.Н. Определение языков XML/RDF Semantic Web в метаязыке нормальных форм знаний. *Кибернетика и системный анализ*. 2017. Т. 53, № 5. С. 34–42.
6. Кургаев А.Ф. Новое определение языка веб-онтологий OWL2. *Допов. Нац. акад. наук Укр.* 2018. № 3. С. 22–34. <https://doi.org/10.15407/dopovidi2018.03.022>.
7. Кургаев А.Ф. Новое определение SPARQL — языка запросов Semantic Web. *Допов. Нац. акад. наук Укр.* 2018. № 11. С. 19–31. <https://doi.org/10.15407/dopovidi2018.11.019>.
8. Кургаев А.Ф. Модификация метаязыка нормальных форм знаний. *Проблемы програмування*. 2019. № 3. С. 3–10. <https://doi.org/10.15407/pp2019.03.003>.

Надійшла до редакції 03.03.2020

О.П. Кургаев

РОЗШИРЕННЯ МЕТАМОВИ НОРМАЛЬНИХ ФОРМ ЗНАТЬ

Анотація. Розглянуто два варіанти текстового і графічного опису метамови нормальних форм знань, розширеної стилістичними відношеннями опису інформаційних структур. Набір відношень нормальних форм знань (альтернатива, конкатенація, заперечення та ітерація) розширено двома новими відношеннями: обов'язковості — не нульовою кількістю повторень (mandatory) деякої структури, необов'язковості (optional) деякої структури і структурними (grouped) дужками. У текстовій і графічній формах наведено описи нових відношень через базові відношення.

Ключові слова: метамова, самоопис метамови, граф самоопису метамови, відношення обов'язковості, відношення необов'язковості, структурні дужки.

A.F. Kurgaev

THE EXTENDED META-LANGUAGE OF NORMAL FORMS OF KNOWLEDGE

Abstract. Two variants of text and graphic descriptions of the meta-language of normal forms of knowledge, extended by the stylistic relations of the information structure descriptions, are presented. The set of the relations of normal forms of knowledge (alternative, concatenation, negation and iteration) is extended by two new relations: commitment relation (non-zero number of repetitions of some structure) and non-commitment relation of some structure, and structure brackets. The descriptions of new relations in text and graphic forms are also presented through the basic relations.

Keywords: meta-language, self-description of the meta-language, self-description graph of the meta-language, commitment relation, non-commitment relation, structure brackets.

Кургаев Александр Филиппович,

доктор техн. наук, профессор, ведущий научный сотрудник Института кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины, Киев, e-mail: afkurgaev@ukr.net.