

*А.Ф. Кургаев*

## МОДИФИКАЦИЯ МЕТАЯЗЫКА НОРМАЛЬНЫХ ФОРМ ЗНАНИЙ

Набор базовых отношений метаязыка нормальных форм знаний (альтернатива, конкатенация, отрицание и итерация) расширен двумя новыми отношениями: обязательности (не нулевым числом повторений), не-обязательности некоторой структуры и структурными скобками. Введение новых отношений выполнено описанием их структур в базовых отношениях метаязыка нормальных форм знаний. Даны текстовая и графическая формы самоописания модифицированного метаязыка нормальных форм знаний, расширенного стилистическими отношениями описания информационных структур. Приведены примеры графических вариантов представления структур новых отношений терминов, использованных в самоописании модифицированного метаязыка нормальных форм знаний.

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

### Введение

Цель создания систем обработки знаний – дать возможность любому пользователю ставить и решать на компьютере проблемы, трудные для обычного программирования, – "создать одну систему для всех классов пользователей непросто, но это должно быть сделано" [1].

Нужна концепция построения систем, все функции (приобретение, передача, представление и использование) обработки знаний которых связаны едиными механизмами [2]. Приоритет концептуального единства утверждается и в [3, с. 36–38]: "концептуальное единство является самым важным соображением при проектировании системы. ... Каждая часть должна использовать одну и ту же технику синтаксиса и одинаковые понятия в семантике ... простота в использовании диктует требования единообразия, то есть концептуального единства при проектировании". По-сути, тем самым на компьютерные системы распространено требование простоты объяснительных теорий [4].

Эта цель достижима лишь на пути 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 реальным миром.

Для строгого и точного описания синтаксических структур языков программирования используют специальные метаязыки (языки для описания других языков) [5]. Наиболее распространенными метаязыками являются Бекусо – Науровы формы (BNF) и EBNF (extended BNF) [6]. Однако, в качестве языка представления знаний метаязык EBNF (и все другие известные метаязыки) не является функционально полным и потому не пригоден для представления произвольных знаний.

Для 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 [7–9]. Эти, базовые отношения, дополняют стилистическими для упрощения описания и восприятия структур понятий. Например, метаязык EBNF, кроме базовых отношений, содержит отношения [6]: необязательности (необязательный элемент выделяют квадратными скобками); обязательности – одного или большего числа вхождений элемента (обязательный элемент выделяют надстрочным знаком +, примыкающим к этому элементу) и структурные круглые скобки.

Для расширения выразительных возможностей метаязыка НФЗ представляется важным распространить операционные возможности метаязыка НФЗ на отношения в описании информационных структур, принятые в известных метаязыках. В связи с этим, цель статьи – это расширение множества отношений метаязыка НФЗ сервисными отношениями обязательности, необязательности некоторой структуры и структурными скобками.

## 1. Текстовое самописание модифицированного метаязыка

Текстовое самописание метаязыка НФЗ, расширенного отношениями обязательности, необязательности некоторой структуры и структурными скобками, представляется такой 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 = (: ^metaSign 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. `optionalSeq = startOptionSymb bodyDeterm endOptionSymb`;
13. `groupedSeq = startGroupSymb bodyDeterm endGroupSymb`;
14. `iterationSeq = startIterationSymb bodyDeterm endIterationSymb`;
15. `mandatorySeq = startMandatorySymb bodyDeterm endMandatorySymb`;

16. `line = quotationMark nameConcept quotationMark`;

где `definition` – разделитель двух частей определения, изображается символом '=';

`separator` – отношение альтернативного выбора изображается символом '/';

`concatenate` – отношение конкатенации изображается символом space ' ';

`startIterationSymb, endIterationSymb` – пара скобок '(' и ')', обрамляющих итерируемый элемент;

`startMandatorySymb, endMandatorySymb` – пара скобок ':' и ':)', обрамляющих обязательный элемент (не нулевое число его повторений);

`startOptionSymb, endOptionSymb` – пара скобок '[' и ']', обрамляющих необязательный элемент;

`startGroupSymb, endGroupSymb` – пара структурных скобок '{' и '}';

`negativ` – отношение отрицания изображается символом '^';

`endDeterm` – конец определения изображается символом ';';

`quotationMark` – текстовая кавычка, изображается символом '"';

`analysis` – режим анализа изображается символом '?';

`traceAnalysis` – режим анализа со следом изображается символом '#';

`generation` – режим порождения изображается символом '!';

`letter = 'A' / 'B' / 'C' / ... / 'Z' / 'a' / 'b' / 'c' / ... / 'z'`;

`decimalDigit = '0' / '1' / '2' / '3' / '4' / '5' / '6' / '7' / '8' / '9'`;

`sign = '-' / '&' / '%' / '$' / '@' / '~' / ':' / '<' / '>' / ... / '!' / '_'`;

`metaSign = '(' / ')' / space / '/' / '=' / '?' / '#' / '!' / ';' / '/' / '}' / '{' / '}'`.

Приведенное самописание метаязыка НФЗ состоит из непустой последовательности определений, в каждом из которых нетерминал, заданный слева от разделителя `definition` именем понятия

(возможно, с предшествующим отрицанием), определяется некоторой структурой (именованной *bodyDeterm*) отношений нетерминалов и терминалов, указанной справа от знака *definition*. Набор отношений метаязыка НФЗ (альтернатива, конкатенация, отрицание и итерация) расширен в модифицированном метаязыке НФЗ двумя новыми отношениями: не нулевым числом повторений некоторой структуры, необязательности некоторой структуры и структурными скобками (*groupedSeq*).

При этом, любая *structure* – это альтернатива конкатенаций, возможно, отрицаемых первичных (*primary*), в качестве которых может быть обязательно, необязательно, сгруппирован или повторено произвольное число раз *bodyDeterm*, или, да-

же, неименованная последовательность. Первый элемент этой последовательности – это неименованная альтернатива терминов (*nameConcept* и *line*), а второй – неименованная альтернатива необязательных терминов *analysis*, *traceAnalysis* и *generation*.

## 2. Граф самоописания модифицированного метаязыка НФЗ

Используя графические средства метаязыка НФЗ (см. рис. 1), в форме рис. 2 и 3 разработан граф самоописания модифицированного метаязыка НФЗ, эквивалентный приведенному текстовому.

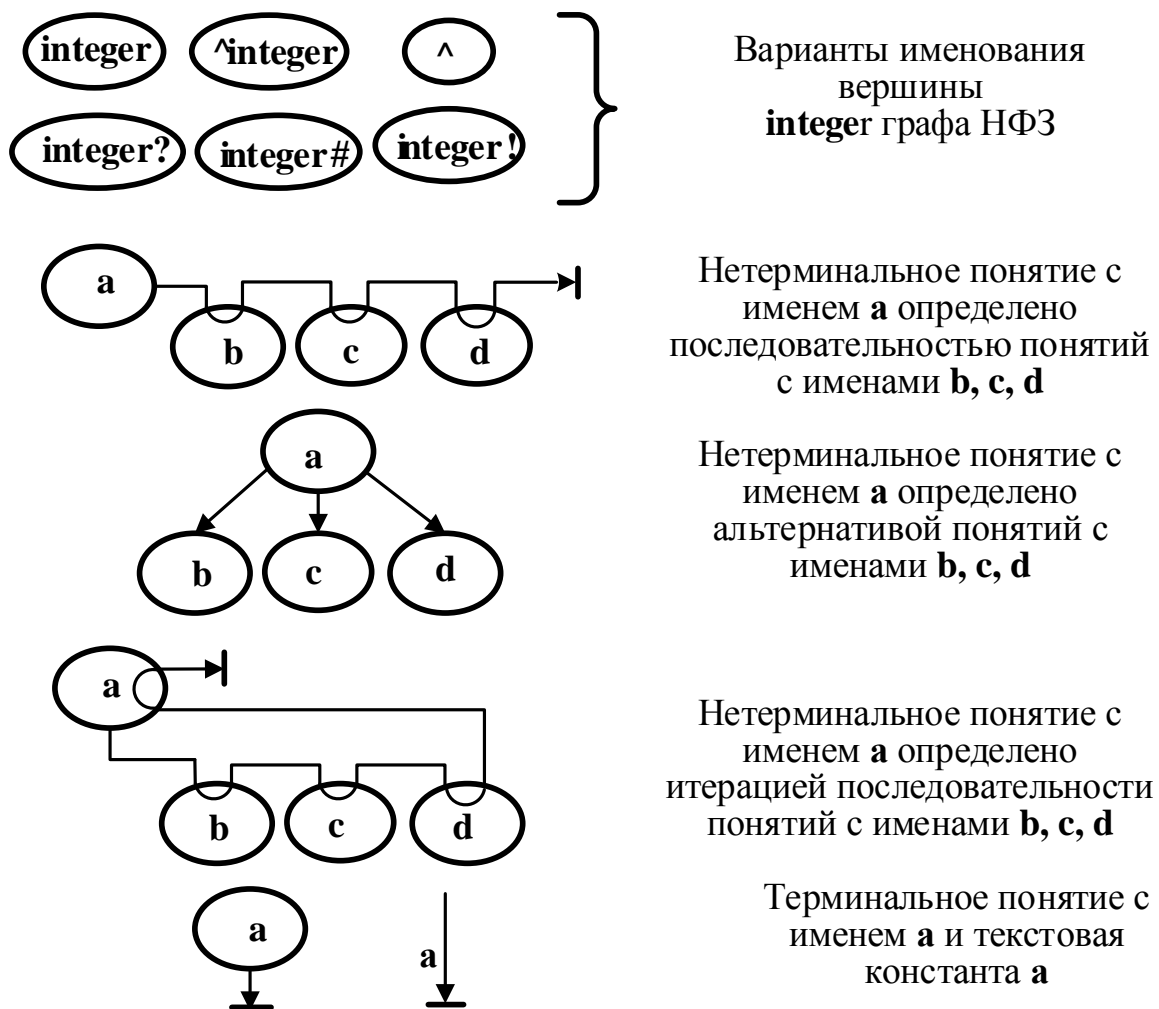


Рис. 1. Графические средства метаязыка НФЗ [6–8]

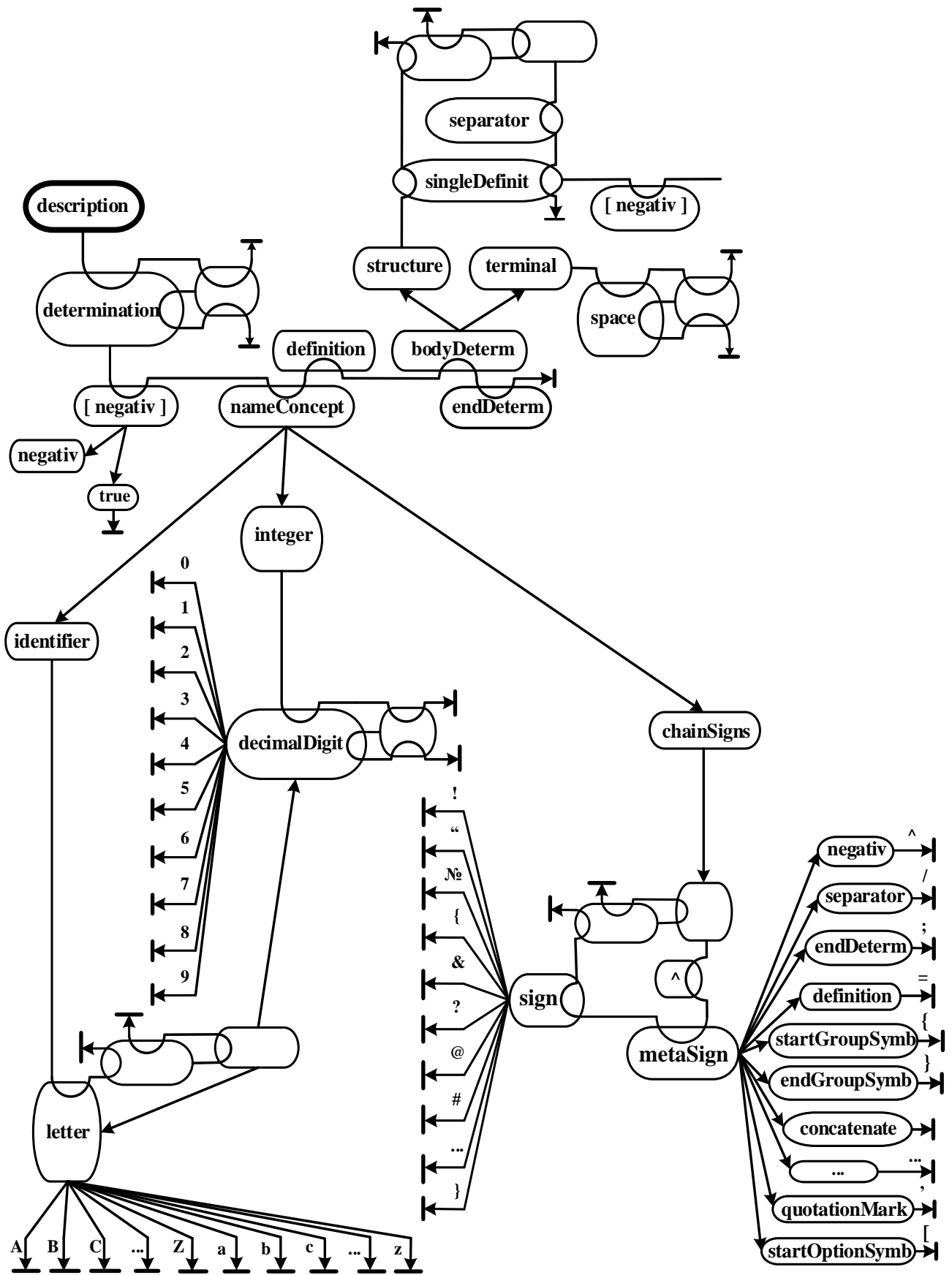


Рис. 2. Первая страница графа самоописания расширенного метаязыка НФЗ

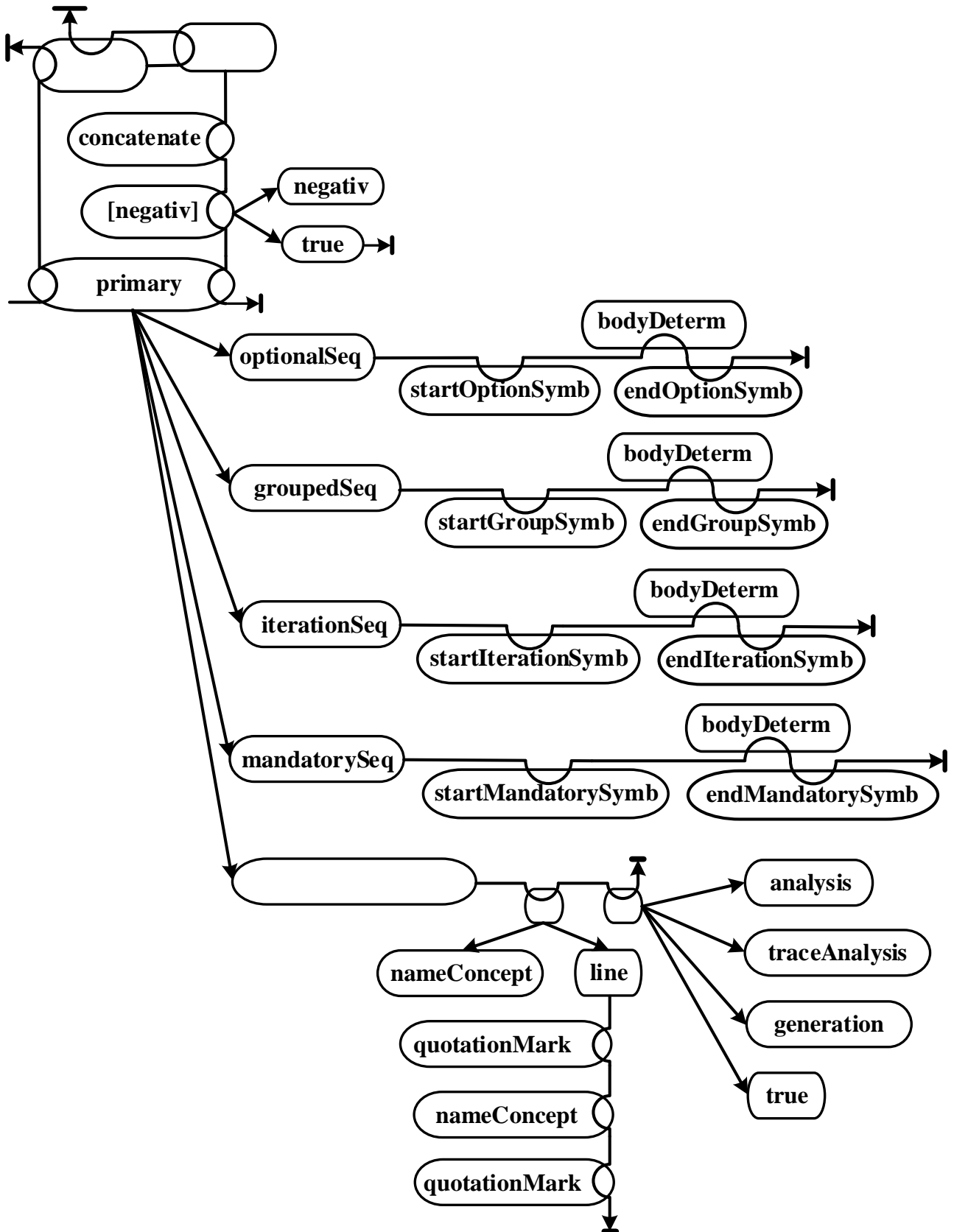


Рис. 3. Вторая страница графа самоописания расширенного метаязыка НФЗ

### 3. Графическое представление новых отношений расширенного метаязыка НФЗ

Графические средства модифицированного метаязыка НФЗ развивают графические средства метаязыка НФЗ. Примеры характерных вариантов симметричных изображений графов новых отношений, использованных в самоописании модифицированного метаязыка НФЗ показаны на рис. 4 – 8.

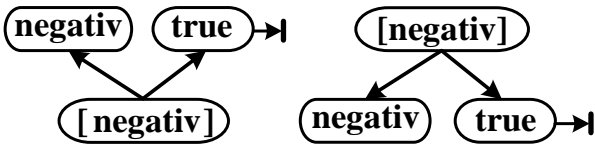


Рис. 4. Симметричные варианты графа обязательности (optionalSeq) термина negativ

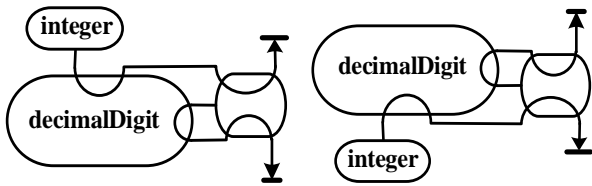


Рис. 5. Симметричные варианты графа обязательности (mandatorySeq) термина decimalDigit, использованном в текстовом определении:  
integer = (: decimalDigit :);

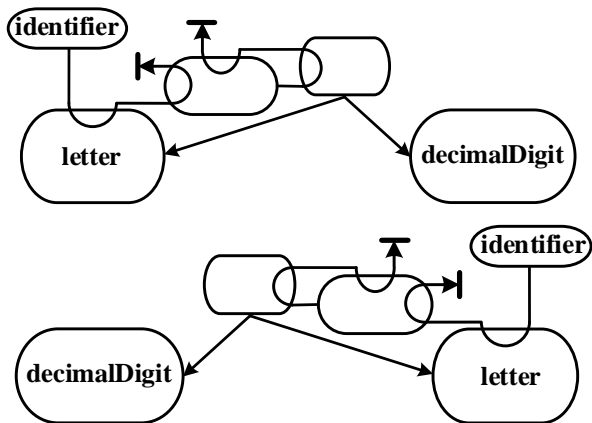


Рис. 6. Симметричные варианты графа определения идентификатора identifier, начинающегося буквой, с последующим повторением (произвольное число раз) неименованной альтернативы терминов letter и decimalDigit

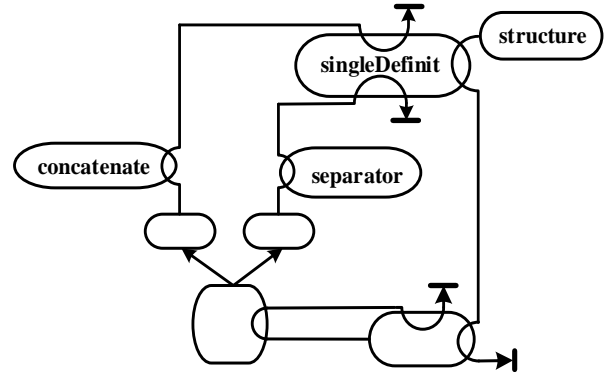
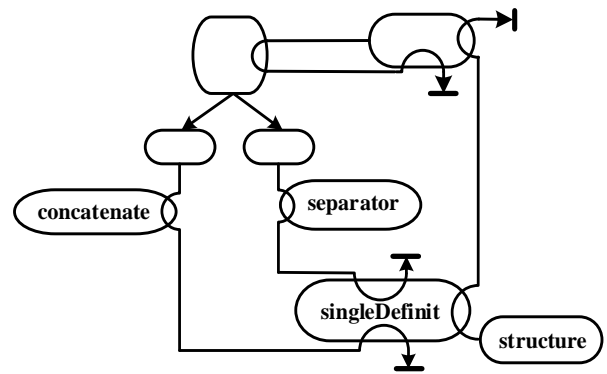


Рис. 7. Симметричные варианты графа описания термина structure:  
structure = singleDefinit (separator singleDefinit);

Определение термина structure начинается термином singleDefinit и продолжается повторением (произвольное число раз) неименованной последовательности separator и singleDefinit, определенного ненулевой последовательностью возможно негативных терминов primary.

В свою очередь, primary есть альтернатива именованных терминов (groupedSeq, optionalSeq, iterationSeq, mandatorySeq) и неименованной последовательности, первым элементом которой является неименованная альтернатива терминов (nameConcept и line), а вторым – неименованная альтернатива необязательных терминов analysis, traceAnalysis и generation.

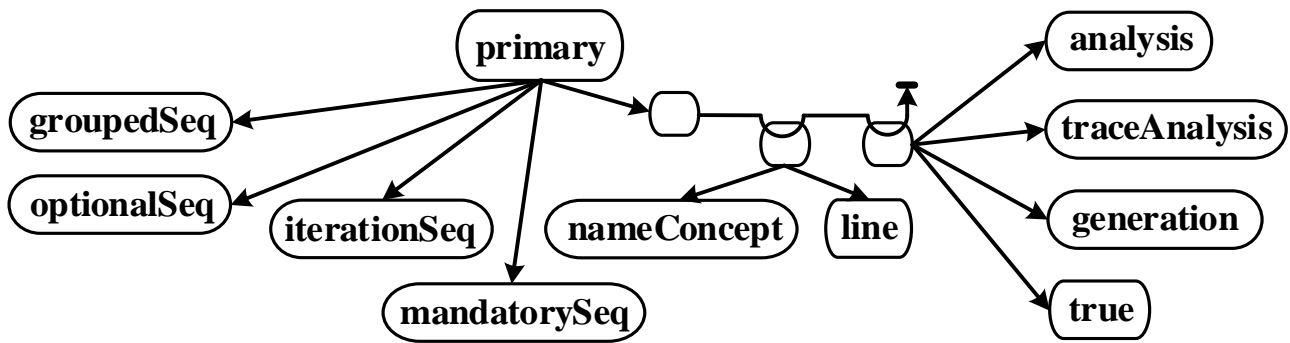


Рис. 8. Граф описания термина primary

### Заключение

Предложено формальное описание метаязыка нормальных форм знаний, расширенного стилистическими отношениями описания информационных структур. Показано, что введение новых отношений осуществляется достаточно просто – описанием их структур в базовых отношениях метаязыка НФЗ. Представленный вариант расширения метаязыка НФЗ не исчерпывает всех возможностей расширения этого метаязыка.

### Литература

1. Норман Д. Память и научение. Пер. с англ. М.: Мир, 1985. 160 с.
2. Осуга С. Обработка знаний. Пер. с яп. М.: Мир, 1989. 292 с.
3. Брукс Фредерик. Мифический человеко-месяц или как создаются программные системы. [https://nsu.ru/xmlui/bitstream/handle/nsu/8870/Frederick\\_Brooks.pdf](https://nsu.ru/xmlui/bitstream/handle/nsu/8870/Frederick_Brooks.pdf)
4. Поппер К. Логика и рост научного знания. Избранные работы. Пер. с англ. М.: Прогресс, 1983. 496 с.
5. SoftCraft разноликое программирование: Основы разработки трансляторов. [http://sl-ur.narod2.ru/studentu/vtoroi\\_semestr\\_2010\\_g/pyavu/Osnovy\\_razrabotki\\_translyatorov\\_rar](http://sl-ur.narod2.ru/studentu/vtoroi_semestr_2010_g/pyavu/Osnovy_razrabotki_translyatorov_rar)
6. International Standard ISO/IEC 14977: 1996(E). Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.cl.cam.ac.uk/~mgk25/iso-14977.pdf>
7. Спосіб представлення і використання знань. О.П. Кургаев, С.М. Григор'єв. Патент на корисну модель UA 92484 U, 2014, Бюл. №16.

8. Кургаев А.Ф., Григорьев С.Н. Нормальные формы знаний. Допов. нац. акад. наук Укр. 2015. № 11. С. 36–43. doi: <https://doi.org/10.15407/dopovidi2015.11.036>
9. Кургаев А.Ф., Григорьев С.Н. Метаязык нормальных форм знаний. *Кибернетика и системный анализ*. 2016. Том. 52. № 6. С. 11–20. DOI 10.1007/s10559-016-9885-3

### References

1. Norman, Donald A. (1985). *LEARNING AND MEMORY*. W. H. Freeman and Company San Francisco.
2. Osuga, S. (1989) *Treatment of knowledge*. Мир, Moskow (in Russian).
3. Brooks Frederick P .Jr. *The Mythical Man-Month*. <https://is.muni.cz/www/jirqa/The.Mythical.Man.Month.F.Brooks.pdf>
4. Popper, K.: *Evolutionary Epistemology. Evolutionary Theory: Paths into the Future*. Ed. by J. W. Pollard. Ch. 10, pp. 239-255. Wiley, Chichester and New York (2002)
5. SoftCraft various programming: Bases of development of translators. [http://sl-ur.narod2.ru/studentu/vtoroi\\_semestr\\_2010\\_g/pyavu/Osnovy\\_razrabotki\\_translyatorov\\_rar](http://sl-ur.narod2.ru/studentu/vtoroi_semestr_2010_g/pyavu/Osnovy_razrabotki_translyatorov_rar)
6. International Standard ISO/IEC 14977: 1996(E). Retrieved from <http://www.cl.cam.ac.uk/~mgk25/iso-14977.pdf>
7. Kurgaev A., Grygoryev S. Utility model patent UA 92484 U, 2014, Bulletin No 16 (in Ukrainian).
8. Kurgaev, A. & Grygoryev, S. (2015). The normal forms of knowledge. *Dopov. nac. akad. nauk Ukr.* No. 11. P. 36-43 (in Ukrainian).

Russian). doi:

<https://doi.org/10.15407/dopovidi2015.11.036>

9. Kurgaev, A., Grygoryev, S. (2016). Metalanguage of Normal Forms of Knowledge. *Cybernetics and Systems Analysis*. 52(6), 839-848. doi: <http://link.springer.com/article/10.1007/s10559-016-9885-3>.

Получено 13.05.2019

***Об авторе:***

*Кургаев Александр Филиппович*,  
доктор технических наук,  
профессор, ведущий научный сотрудник.  
Количество научных публикаций в  
украинских изданиях – более 240.  
Количество научных публикаций в зару-  
бежных индексированных изданиях – 22,  
h-индекс (Google Scholar): 6  
<http://orcid.org/0000-0001-5348-2734>.

***Место работы автора:***

Институт кибернетики имени  
В.М. Глушкова НАН Украины,  
03187, Киев-187,  
проспект Академика Глушкова, 40.  
E-mail: [afkurgaev@ukr.net](mailto:afkurgaev@ukr.net)