

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Факультет Информационных технологий и управления  
Кафедра Интеллектуальных информационных технологий

**ОТЧЁТ**  
по ознакомительной практике

Выполнил:

Е. А. Рублевская

Студент группы  
321702

Проверил:

Н. В. Малиновская

Минск 2024

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение . . . . .	3
1 Постановка задачи . . . . .	4
2 Формализация операционной семантики логических языков, используемых ostis-системами . . . . .	6
3 Формализация логико-семантической модели ostis-системы автоматизации проектирования искусственных нейронных сетей, семантически совместимых с базами знаний ostis-систем . . . . .	10
4 Формализация языков продукционного программирования, используемых ostis-системами . . . . .	11
5 Формализация операционной семантики моделей искусственных нейронных сетей, используемых в ostis-системах . . . . .	14
Заключение . . . . .	19
Список использованных источников . . . . .	20

## **ВВЕДЕНИЕ**

### **Цель:**

Закрепить практические навыки формализации информации в интеллектуальных системах с использованием семантических сетей.

### **Задачи:**

- Построение формализованных фрагментов теории интеллектуальных компьютерных систем и технологий их разработки.
- Построение формальной семантической спецификации библиографических источников, соответствующих указанным выше фрагментам.
- Оформление конкретных предложений по развитию текущей версии Стандарта интеллектуальных компьютерных систем и технологий их разработки.

# 1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

## **Часть 3 Учебной дисциплины "Представление и обработка информации в интеллектуальных системах"**

⇒ библиографическая ссылка\*:

- *Технология комплексной поддержки жизненного цикла семантически совместимых интеллектуальных компьютерных систем нового поколения*  
⇒ URL\*:  
[<https://libeldoc.bsuir.by/handle/123456789/51151>]
- *Приобретение знаний интеллектуальными системами*  
⇒ URL\*:  
[<https://elibrary.ru/item.asp?id=19690065>]
- *Гибридные интеллектуальные системы. Теория и технология разработки*  
⇒ URL\*:  
[<https://www.dissercat.com/content/tekhnologiya-razrabotki-gibridnykh-intellektualnykh-sistem>]
- *Классификация*  
⇒ URL\*:  
[<https://science-education.ru/ru/article/view?id=16963>]
- *Volume I Basic Programming Guide*  
⇒ URL\*:  
[<http://crowley-coutaz.fr/jlc/Courses/2018/MoSIG.SIRR/bpg63.pdf>]
- *Metasystem of the OSTIS Technology and the Standard of the OSTIS Technology*  
⇒ URL\*:  
[<https://libeldoc.bsuir.by/bitstream/123456789/49330/Metasystem.pdf>]

⇒ аттестационные вопросы\*:

- {
- *Вопрос 1 по Части 3 Учебной дисциплины "Представление и обработка информации в интеллектуальных системах"*
  - *Вопрос 2 по Части 3 Учебной дисциплины "Представление и обработка информации в интеллектуальных системах"*
  - *Вопрос 3 по Части 3 Учебной дисциплины "Представление и обработка информации в интеллектуальных системах"*
  - *Вопрос 4 по Части 3 Учебной дисциплины "Представление и обработка информации в интеллектуальных системах"*
- }

## **Вопрос 1 по Части 3 Учебной дисциплины "Представление и обработка информации в интеллектуальных системах"**

:= [Операционная семантика логических языков. Предметная область логических моделей решения задач. Абстрактный sc-агент]

⇒ библиографическая ссылка\*:

- *Голенков В.В..ТехКомпПодЖЦССИКСНП-2023art*  
:= [Технология комплексной поддержки жизненного цикла семантически совместимых интеллектуальных компьютерных систем нового поколения]

## **Вопрос 2 по Части 3 Учебной дисциплины "Представление и обработка информации в интеллектуальных системах"**

- := [Решение вопроса совместимости искусственных нейронных сетей]
- ⇒ библиографическая ссылка\*:
  - *Голенков В.В..ТехКомпПодЖЦССИКСНП-2023art*
    - := [Технология комплексной поддержки жизненного цикла семантически совместимых интеллектуальных компьютерных систем нового поколения]

**Вопрос 3 по Части 3 Учебной дисциплины "Представление и обработка информации в интеллектуальных системах"**

- := [Языки продукционного программирования]
- ⇒ библиографическая ссылка\*:
  - *Голенков В.В..ТехКомпПодЖЦССИКСНП-2023art*
    - := [Технология комплексной поддержки жизненного цикла семантически совместимых интеллектуальных компьютерных систем нового поколения]
  - *Beta, Quicksilver.. Vol I BPG-2008art*
    - := [Volume I Basic Programming Guide]
  - *Гаврилов А.В.. ГибридИС-2009art*
    - := [Гибридные интеллектуальные системы]
  - *Колесников А.В... ГибридИС.TuTP-2008art*
    - := [Гибридные интеллектуальные системы. Теория и технология разработки]
  - *Субботин А.Л... Классиф-2001art*
    - := [Классификация]

**Вопрос 4 по Части 3 Учебной дисциплины "Представление и обработка информации в интеллектуальных системах"**

- := [Операционная семантика моделей искусственных нейронных сетей]
- ⇒ библиографическая ссылка\*:
  - *Голенков В.В..ТехКомпПодЖЦССИКСНП-2023art*
    - := [Технология комплексной поддержки жизненного цикла семантически совместимых интеллектуальных компьютерных систем нового поколения]
  - *Осипов Г.С.. ПриобЗИС-2012art*
    - := [Приобретение знаний интеллектуальными системами]
  - *Bantsevich K.A.Metas otOSTIS-2022art*
    - := [Metasystem of the OSTIS Technology and the Standard of the OSTIS Technology]

## 2 ФОРМАЛИЗАЦИЯ ОПЕРАЦИОННОЙ СЕМАНТИКИ ЛОГИЧЕСКИХ ЯЗЫКОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ OSTIS-СИСТЕМАМИ

### *Предметная область логических моделей решения задач*

⊃ *дочерняя предметная область\*:*

⇒ *разбиение\*:*

- {• *Предметная область логических языков*
- *Предметная область логического вывода*
- }

⇒ *разбиение\*:*

- {• *классический дедуктивный вывод*

⇒ *пояснение\*:*

[Классический дедуктивный вывод всегда дает достоверный результат. Дедуктивный вывод включает в себя прямой и обратный и логический вывод, все виды силлогизмов и так далее.]

- *индуктивный вывод*

⇒ *пояснение\*:*

[Индуктивный вывод предоставляет возможность в процессе решения использовать различные предположения, что делает его удобным для использования в слабоформализованных и трудноформализуемых предметных областях.]

- *абдуктивный вывод*

⇒ *пояснение\*:*

[Под абдуктивным выводом в искусственном интеллекте понимается вывод объяснения некоторого события, ставшего неожиданным для системы.]

- *нечеткая логика*

⇒ *пояснение\*:*

[Теория нечетких множеств и нечетких логик, также применяется в системах, связанных с трудноформализуемыми предметными областями. Здесь имплицативные высказывания могут рассматриваться как "если истинна посылка то с некоторой вероятностью (часто или редко) истинно заключение.]

- *логика умолчаний*

⇒ *пояснение\*:*

[Логика умолчаний применяется для того, чтобы оптимизировать процесс рассуждений, дополняя процесс достоверного вывода вероятностными предположениями, когда вероятность ошибки крайне мала.]

- *темпоральная логика*

⇒ *пояснение\*:*

[Применение темпоральной логики является актуальным для нестатичных предметных областей, в которых истинность того или иного утверждения меняется со временем, что существенно влияет на ход решения какой-либо задачи.]

}

### *Язык SCL*

:= [Подъязык SC-кода для записи логических утверждений]

### Абстрактная scl-машина

:= [Машина логического вывода и относится к классу абстрактных sc-машин]

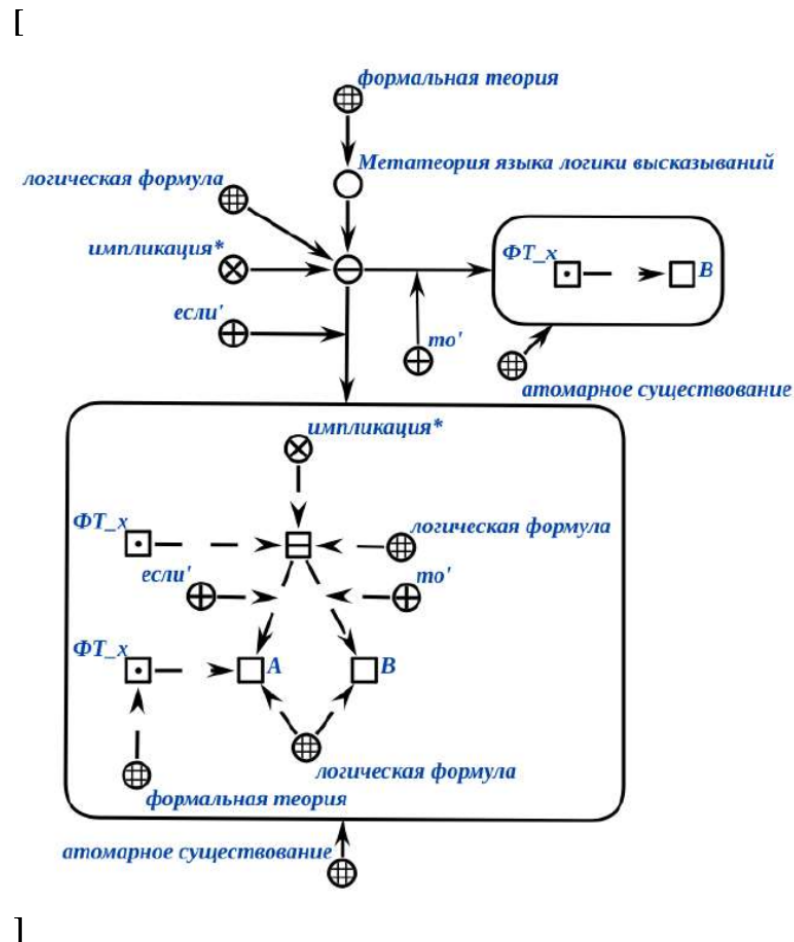
### Абстрактная scl-машина

⇒ декомпозиция абстрактного sc-агента\*:

- {• Абстрактный sc-агент применения правила вывода
- ⇒ пояснение\*:

[Задачей абстрактного sc-агента применения правила вывода является применение заданного правила вывода с заданными логическими формулами.]

⇒ изображение\*:



⇒ пояснение\*:

[SCg-текст. Формализация правила вывода Modus ponens.]

- SCg-текст. Формализация правила вывода Modus ponens
- Абстрактный sc-агент эквивалентных преобразований логической формулы

⇒ пояснение\*:

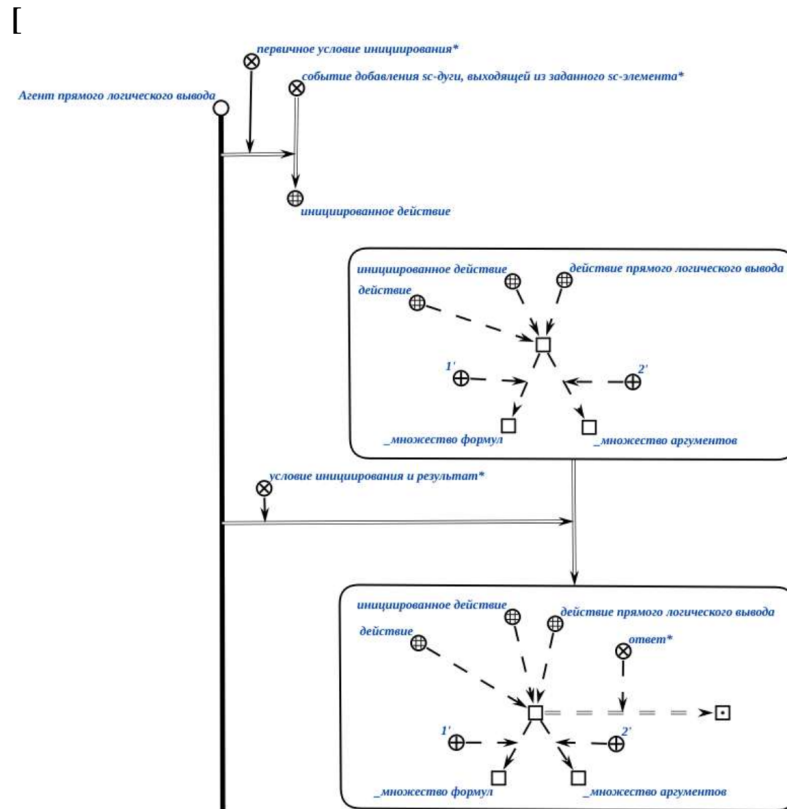
[Задачей абстрактного sc-агента эквивалентных преобразований логической формулы является применение некоторых правил, которые приводят логическую формулу в определенный вид.]

- Абстрактный sc-агент прямого логического вывода

⇒ пояснение\*:

[Задачей абстрактного sc-агента прямого логического вывода является генерации новых знаний на основе некоторых логических утверждений.]

⇒ изображение\*:



]

⇒ пояснение\*:

[SCg-текст. Спецификация агента прямого логического вывода.]

• Абстрактный sc-агент обратного логического вывода

⇒ пояснение\*:

[Задачей абстрактного sc-агента обратного логического вывода является проверка гипотез.]

⇒ URL\*:

[<https://github.com/ostis-ai/scl-machine>]

}

### Абстрактный sc-агент эквивалентных преобразований логической формулы

⇒ декомпозиция абстрактного sc-агента\*:

- {• Абстрактный sc-агент преобразования формулы в конъюнктивную нормальную форму
- Абстрактный sc-агент преобразования формулы в дизъюнктивную нормальную форму
- Абстрактный sc-агент применения законов Де Моргана
- Абстрактный sc-агент эквивалентных преобразований логической формулы по определению
- Абстрактный sc-агент применения свойств отрицания логических формул
- Абстрактный sc-агент применения закона идемпотентности логических формул
- Абстрактный sc-агент применения закона коммутативности логических формул
- Абстрактный sc-агент применения закона ассоциативности логических



- формул
    - Абстрактный *sc*-агент применения закона поглощения логических формул
    - Абстрактный *sc*-агент применения закона противоречия логических формул
    - Абстрактный *sc*-агент применения закона двойного отрицания логических формул
    - Абстрактный *sc*-агент применения закона расщепления логических формул
- }

### **Логический язык**

**:=** [Формальный язык, предназначенный для воспроизведения логических форм контекстов естественного языка, а также выражения логических законов и способов правильных рассуждений в логических теориях, строящихся в данном языке]

### **Пролог**

**:=** [Язык и система логического программирования]

**⇒** *пояснение\**:

[База знаний системы Пролог содержит информацию в виде предикатов. В логическом программировании, реализованном в Прологе, используется только одно правило вывода — правило резолюции.]

### **Предметная область логических формул, высказываний и формальных теорий**

**⊃** *дочерняя предметная область\**:

**⇒** *разбиение\**:

- {• Предметная область логических языков
  - Предметная область логического вывода
- }

### **3 ФОРМАЛИЗАЦИЯ ЛОГИКО-СЕМАНТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ OSTIS-СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ, СЕМАНТИЧЕСКИ СОВМЕСТИМЫХ С БАЗАМИ ЗНАНИЙ OSTIS-СИСТЕМ**

*Действие по построению и.н.с.*

- ⇒ декомпозиция\*:
- {• действие по обработке выборки
  - действие по проектированию и.н.с.
  - действие обучения и.н.с.
- }

*Действие по обработке выборки*

- ⇒ декомпозиция\*:
- {• действие поиска подходящей обучающей выборки
  - действие формирования требований к обучающей выборке
  - действие очистки выборки
  - действие выявления содержательных признаков
  - действие трансформации выборки
  - действие разбиения выборки
- }

*Действие по проектированию и.н.с*

- ⇒ декомпозиция\*:
- {• действие выбора класса нейросетевых методов
  - действие формирования спецификации входов и выходов и.н.с.
- }

*Действие обучения и.н.с.*

- ⇒ декомпозиция\*:
- {• действие выбора метода оптимизации
  - действие выбора минимизируемой функции ошибки
  - действие начальной инициализации и.н.с.
  - действие выбора гиперпараметров и.н.с.
  - действие обучения и.н.с.
  - действие оценки эффективности и.н.с.
- }

## 4 ФОРМАЛИЗАЦИЯ ЯЗЫКОВ ПРОДУКЦИОННОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ OSTIS-СИСТЕМАМИ

### OPS5

**:=** [Полноценный язык программирования для продукционного программирования]  
**⇒** *декомпозиция\**:  
    {• *MAKE*  
      **⇒** *пояснение\**:  
          [Создает новый элемент рабочей памяти.]  
    • *MODIFY*  
      **⇒** *пояснение\**:  
          [Изменяет один или несколько значений атрибутов у существующего элемента рабочей памяти.]  
    • *REMOVE*  
      **⇒** *пояснение\**:  
          [Удаляет элемент рабочей памяти.]  
      **⇒** *изображение\**:  
          [  

```
(p Holds::Object-Ceiling
  {(goal ^status active ^type holds ^objid <01>) <goal>}
  {(physical-object
    ^id <01>
    ^weight light
    ^at <p>
    ^on ceiling) <object-1>}
  {(physical-object ^id ladder ^at <p> ^on floor) <object-2>}
  {(monkey ^on ladder ^holds NIL) <monkey>}
  -(physical-object ^on <01>)
  -->
  (write (crlf) Grab <01> (crlf))
  (modify <object1> ^on NIL)
  (modify <monkey> ^holds <01>)
  (modify <goal> ^status satisfied)
  )
          ]
        ]  
      ⇒ пояснение*:  
          [Пример правила продукции на OPS5.]  
    }  
}
```

### CLIPS

**:=** [Программная среда для разработки экспертных систем]  
**:=** [Средство разработки экспертных систем, база знаний которых представляет совокупность правил продукции]  
**⇒** *пояснение\**:  
    [CLIPS использует продукционную модель представления знаний и поэтому содержит три основных элемента.]

⇒ разбиение\*:  
 {• базу фактов (*fact base*)  
 • базу правил (*rule base*)  
 • механизм логического вывода  
 }

### **Факты**

:= [Одна из основных форм представления информации в системе CLIPS]

⇒ пояснение\*:

[Каждый факт представляет фрагмент информации, который был помещен в текущий список фактов, называемый *fact-list*. Факт представляет собой основную единицу данных, используемую правилами.]

### **Идентификатор факта**

:= [Это короткая запись для отображения факта на экране]

### **Алгоритм Rete**

:= [Содержит обобщение логики функционала, ответственного за связь данных (фактов) и алгоритма (продукций) в системах сопоставления с образцом (вид систем: системы основанные на правилах)]

⇒ обобщенная декомпозиция\*:

{• Алгоритм Rete имеет следующие характеристики:

⇒ пояснение\*:

[CLIPS использует продукционную модель представления знаний и поэтому содержит три основных элемента.]

⇒ пояснение\*:

[Сохраняет частичные соответствия между фактами при слиянии разных типов фактов. Это позволяет избежать полного вычисления всех фактов при любом изменении в рабочей памяти продукционной системы. Система работает только с самими изменениями.]

⇒ пояснение\*:

[Сохраняет частичные соответствия между фактами при слиянии разных типов фактов. Это позволяет избежать полного вычисления всех фактов при любом изменении в рабочей памяти продукционной системы. Система работает только с самими изменениями.]

⇒ пояснение\*:

[Позволяет эффективно высвобождать память при удалении фактов.]

}

### **Миварный подход**

:= [Математический аппарат для разработки систем искусственного интеллекта, созданный путем комплексирования продукционного подхода]

⇒ обобщенная декомпозиция\*:

{• Миварный подход объединяет две основные технологии накопления данных и обработки информации:

⇒ примечание\*:

[Миварное информационное пространство: накопление данных на основе эволюционной самоорганизующейся миварной модели данных с изменяющейся структурой в теории баз данных.]

⇒ *примечание\**:

[Миварные сети: обработка информации на основе развития продукционного подхода к логическому выводу с учетом включения возможности автоматического конструирования алгоритмов для "решателей задач" и традиционной вычислительной обработки, а также с использованием идей отношений, правил и процедур, которые теперь принято относить к сервисно-ориентированным архитектурам и многоагентным системам.]

}

## 5 ФОРМАЛИЗАЦИЯ ОПЕРАЦИОННОЙ СЕМАНТИКИ МОДЕЛЕЙ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ В OSTIS-СИСТЕМАХ

*Операционная семантика языка представления нейросетевого метода в базах знаний*

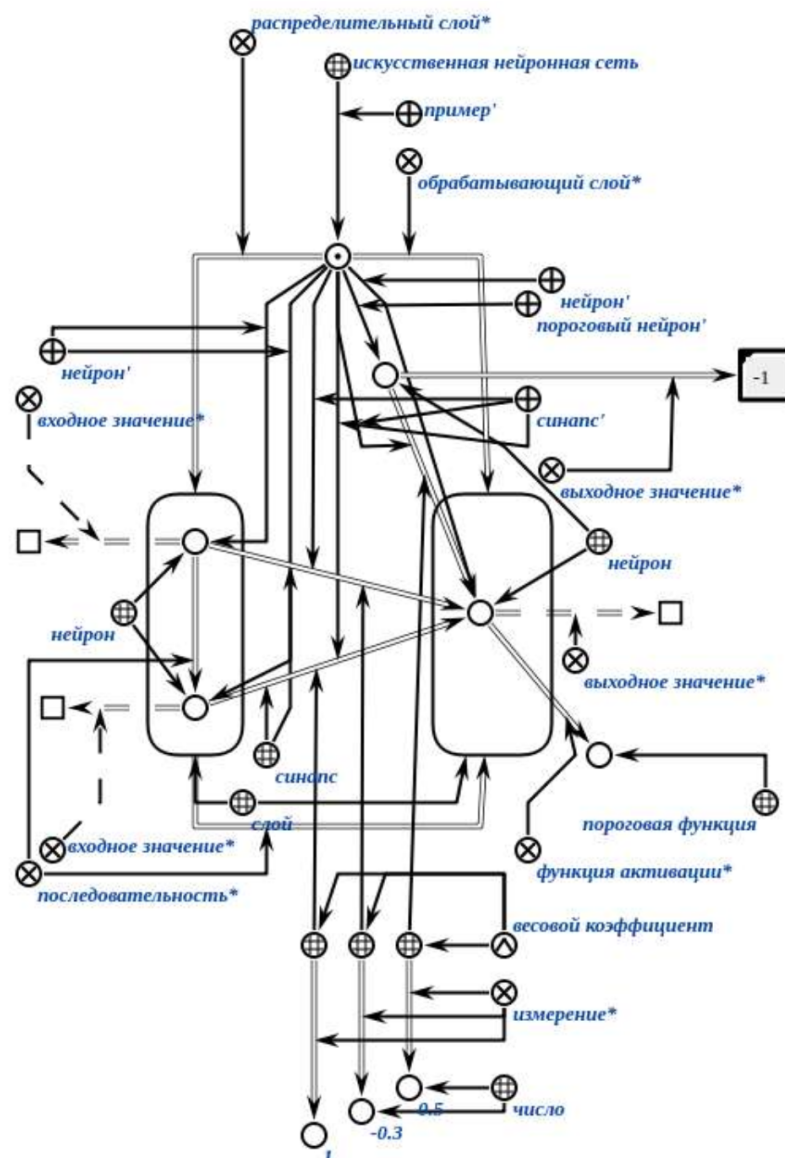
:= [Задается многоагентный подход к интерпретации искусственных нейронных сетей и спецификацией соответствующих действий]

*Действие интерпретации слоя и.н.с.*

⇒ декомпозиция\*:

- {• действие вычисления взвешенной суммы всех нейронов слоя
- действие вычисления функции активации всех нейронов слоя
- действие интерпретации сверточного слоя
- действие интерпретации пулинга слоя

⇒ изображение\*:



]  
 ⇒ пояснение\*:  
 [SCg-текст. Пример формализации архитектуры искусственной нейронной сети в базе знаний.]  
 }

### Действие вычисления взвешенной суммы всех нейронов слоя

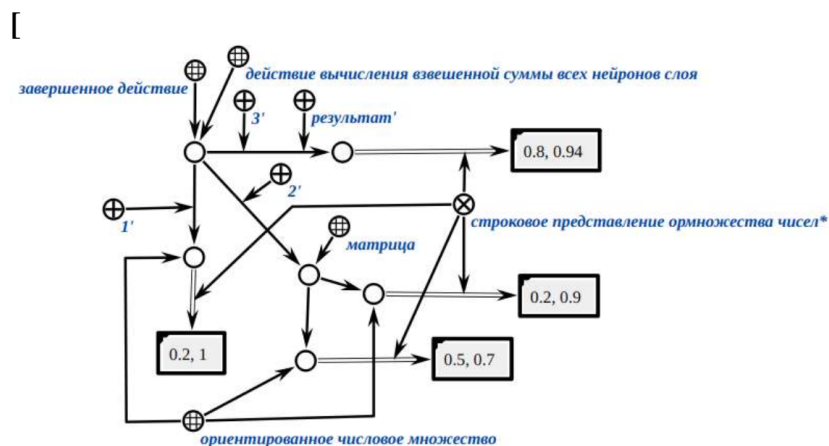
⇒ Аргументы(объекты') этого действия задаются следующими отношениями:
 

- **входной вектор'**  
 ⇒ первый домен\*:  
 действие интерпретации и.н.с.  
 ⇒ второй домен\*:  
 ориентированное множество чисел
- **матрица весовых коэффициентов нейронов слоя'**  
 ⇒ первый домен\*:  
 действие по обработке и.н.с.  
 ⇒ второй домен\*:  
 матрица  
 ⇒ пояснение\*:  
 [Результатом является ориентированное множество чисел, являющихся взвешенной суммой нейронов соответствующего слоя.]

### Действие вычисления функции активации всех нейронов слоя

⇒ Аргументы этого действия задаются следующими отношениями:
 

- **вектор взвешенных сумм нейронов слоя'**  
 ⇒ первый домен\*:  
 действие по обработке и.н.с.  
 ⇒ второй домен\*:  
 ориентированное множество чисел  
 ⇒ изображение\*:



]  
 ⇒ пояснение\*:  
 [SCg-текст. Пример действия вычисления взвешенной суммы всех нейронов слоя.]  
 • **вектор порогов нейронов слоя'**  
 ⇒ первый домен\*:  
 действие по обработке и.н.с.

- ⇒ второй домен\*:  
ориентированное множество чисел
- **функция активации'**
- ⇒ первый домен\*:  
действие по обработке и.н.с.
- ⇒ второй домен\*:  
функция
- ⇒ пояснение\*:  
[Результатом действия является ориентированное множество чисел, являющихся выходными значениями нейронов слоя.]

#### **Действие интерпретации сверточного слоя**

- ⇒ Аргументы этого действия задаются следующими отношениями.\*:
- **входная матрица'**
- ⇒ первый домен\*:  
действие интерпретации и.н.с.
- ⇒ второй домен\*:  
матрица
- **ядро свертки'**
- ⇒ первый домен\*:  
действие интерпретации сверточного слоя
- ⇒ второй домен\*:  
число
- **шаг свертки'**
- ⇒ первый домен\*:  
действие интерпретации сверточного слоя
- ⇒ второй домен\*:  
число
- ⇒ пояснение\*:  
[Результатом действия является матрица, полученная в результате свертки входной матрицы с ядром свертки.]

#### **Действие интерпретации пулинга слоя**

- ⇒ Аргументы этого действия задаются следующими отношениями.\*:
- **входная матрица'**
- ⇒ первый домен\*:  
действие интерпретации и.н.с.
- ⇒ второй домен\*:  
матрица
- **размер окна пулинга'**
- ⇒ первый домен\*:  
действие интерпретации пулинга слоя
- ⇒ второй домен\*:  
матрица
- **шаг окна пулинга'**
- ⇒ первый домен\*:  
действие интерпретации пулинга слоя
- ⇒ второй домен\*:  
число
- ⇒ пояснение\*:



[Результатом действия является матрица, полученная в результате пулинга входной матрицы.]

### **Предметная область нейросетевых методов**

:= [Предметная область искусственных нейронных сетей]

⇒ дочерняя предметная область\*:

- Предметная область нейросетевых методов SCP
- Предметная область нейросетевых методов Python
- Предметная область нейросетевых методов C++

### **Ориентированное множество чисел**

:= [Ормножество чисел]

⇐ включение\*:

число

⇐ включение\*:

ориентированное множество

⇐ первый домен\*:

строковое представление ормножества чисел\*

⇒ пояснение\*:

[Матрица является ориентированным множеством ориентированных множеств чисел равной мощности.]

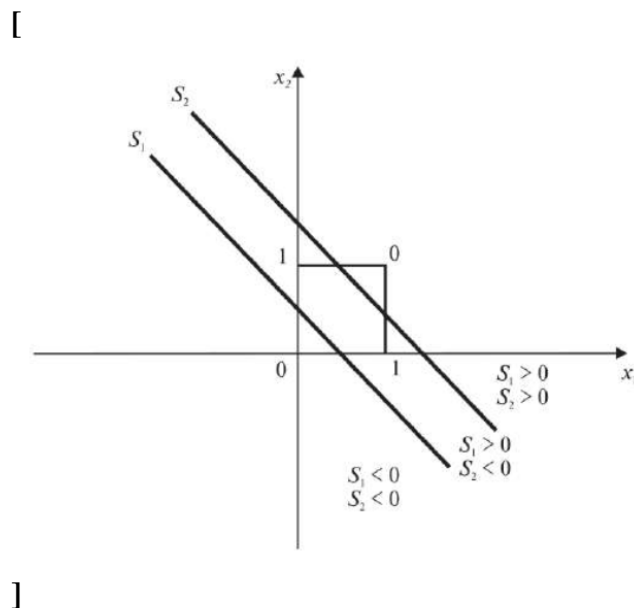
### **Нейросетевой метод**

:= [Искусственная нейронная сеть]

⇒ пояснение\*:

[Предлагается рассматривать и.н.с. как класс методов решения задач со своим языком представления. В соответствии с Технологией OSTIS, спецификация класса методов решения задач сводится к спецификации соответствующего языка представления методов, то есть к описанию его синтаксической, денотационной и операционной семантики.]

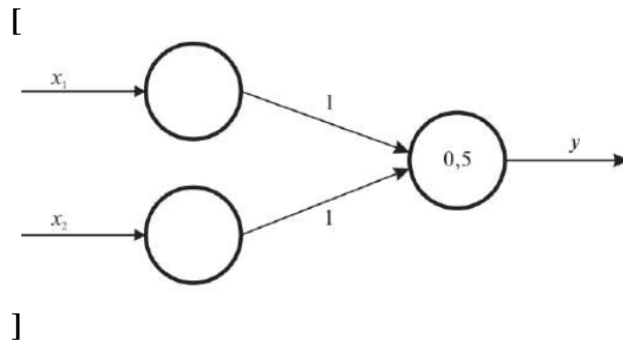
⇒ изображение\*:



⇒ пояснение\*:

[Решение задачи ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ.]

⇒ изображение\*:



⇒ пояснение\*:

[Схема однослойного персептрона, решающего задачу ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ.]

⇒ изображение\*:

[

```
proc_exclusive_or_ann
<- scp_method;
<- perceptron;
-> rrel_key_sc_element: _process1;;

proc_exclusive_or_ann = [*
  _process1
  _<- scp_process;
  _-> rrel_1:: rrel_in:: _input_vector;
  _-> rrel_2:: rrel_out:: _output_vector;

  _<= nrel_decomposition_of_action:: _... (*
    _-> rrel_1:: _..operator1
    (*
      _<- action_calculate_weighted_sum_of_all_neurons_of_layer;;
      _-> rrel_1:: rrel_fixed:: rrel_scp_var:: rrel_input_vector:: _input_vector;;
      _-> rrel_2:: rrel_fixed:: rrel_scp_const:: rrel_synopsis_weight_matrix:: ...
      (*
        _<- matrix;;
        _-> rrel_1: ...
        (*
          _<- number_oriented_set;;
          => nrel_oriented_set_string_representation: [1, 1];
        *);;
      *);;
      _-> rrel_3:: rrel_assign:: rrel_scp_var:: rrel_result:: _weighted_sum_vector;;
      _=> nrel_goto:: _..operator2;;
    *);;
    _-> _..operator2
    (*
      _<- action_calculate_activation_function_of_all_neurons_of_layer;;
      _-> rrel_1:: rrel_fixed:: rrel_scp_var:: _weighted_sum_vector;;
      _-> rrel_2:: rrel_fixed:: rrel_scp_const:: rrel_threshold_set:: ...
      (*
        _<- number_oriented_set;;
        => nrel_oriented_set_string_representation: [0.5];
      *);;
      _-> rrel_3:: rrel_fixed:: rrel_scp_const:: rrel_activation_fun:: signal_fun;;
      (*
        _<- signal_activation_function;;
        => nrel_definition: signal_function_1_def;;
      *);;
      _-> rrel_4:: rrel_assign:: rrel_scp_var:: _output_vector;;
      _=> nrel_goto:: _..operator3;;
    *);;
    _-> _..operator3 (* <- return;; *);;
  *);;
  *];;
```

]

⇒ пояснение\*:

[Метод, решающий задачу ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ, представленный с помощью языка представления нейросетевых методов SCP.]

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В рамках своей практической работы я попыталась дополнить "Стандарт" главами и предметными областями, которые присутствуют в книге "Технология комплексной поддержки жизненного цикла семантически совместимых интеллектуальных компьютерных систем нового поколения". В результате были не только представлены главы из книги "Технология комплексной поддержки жизненного цикла семантически совместимых интеллектуальных компьютерных систем нового поколения", но добавлены новые понятия и их описания.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- [1] Bantsevich, Kseniya. Metasystem of the OSTIS Technology and the Standard of the OSTIS Technology / Kseniya Bantsevich. — БГУИР, 2022. — С. 12.
- [2] А.В., Гаврилов. Гибридные интеллектуальные системы / Гаврилов А.В. — зд-во НГТУ, 2009. — С. 142.
- [3] Г.С., Осипов. Приобретение знаний интеллектуальными системами / Осипов Г.С. — Физмалит, 2010. — 212 с.
- [4] Колесников, А.В. Гибридные интеллектуальные системы. Теория и технология разработки / А.В. Колесников. — под ред. А.М. Яшина, 2008. — С. 711.
- [5] Beta, Quicksilver. Volume I Basic Programming Guide / Quicksilver Beta. — 2008. — Р. 402.
- [6] Голенков, В. В. Технология комплексной поддержки жизненного цикла семантически совместимых интеллектуальных компьютерных систем нового поколения / В. В. Голенков. — Беспринт, 2023. — Р. 1037.
- [7] Субботин, А. Л. Классификация / А. Л. Субботин. — DirectMEDIA, 2001.