

# Документация scl-machine

### Реализация scl-машины

```

:= [Программный вариант реализации машины логического вывода scl]
:= [Машина логического вывода scl]
:= [scl-машина]
:= [scl-machine]
:= [ostis-inference]
∈ машина обработки знаний
⇐ программная модель*:
  Абстрактная scl-машина
⇒ внутренний язык*:
  Язык SCL
⇒ декомпозиция программной системы*:
  {
    • База знаний scl-machine
    • Решатель задач scl-machine
    • Интерфейс scl-machine
  }

```

### Решатель задач scl-machine

```

⇒ обобщённая декомпозиция*:
  {
    • Агент прямого логического вывода
    • Агент обратного логического вывода
    ⇒ примечание*:
      [Не реализовано.]
    • Агент применения правил вывода
    ⇒ примечание*:
      [Не реализовано.]
    • Агент эквивалентных преобразований логической формулы
    ⇒ примечание*:
      [Не реализовано.]
  }
⇒ реализованные логические связи*:
  {
    • импликация*
    • дизъюнкция*
    • конъюнкция*
    • отрицание*
  }
⇒ не реализованные логические связи*:
  {
    • эквиваленция*
    • строгая дизъюнкция*
  }
}

```

### менеджер логического вывода

```

:= [InferenceManagerAbstract]
⇒ примечание*:
  [менеджер логического вывода определяет, каким образом производится обход и применение логических формул.]
⇒ программный интерфейс*:
  Программный интерфейс менеджера логического вывода
⇒ обязательные понятия для спецификации заданной сущности*:
  {
    • искатель атомарных логических формул
    := [TemplateSearcherAbstract]
    • менеджер обработки атомарных логических формул
    := [TemplateManagerAbstract]
    • менеджер дерева решений
    := [SolutionTreeManagerAbstract]
  }
⇒ декомпозиция*:
  {
    • менеджер прямого логического вывода по цели
    := [DirectInferenceManagerTarget]
    • менеджер прямого логического вывода по всем логическим формулам
  }

```

```

    := [DirectInferenceManagerAll]
}

```

### **Программный интерфейс менеджера логического вывода**

⇒ *Метод применения логического вывода*

⇒ *заголовок метода\*:*

```
[virtual bool applyInference(InferenceParamsConfig const & inferenceParamsConfig) = 0;]
```

⇒ *примечание\*:*

[Главный метод менеджера логического вывода, который определяет порядок обхода и формул.]

⇒ *Метод применения логической формулы*

⇒ *заголовок метода\*:*

```
[LogicFormulaResult useFormula(ScAddr const & formula, ScAddr const & outputStructure);]
```

⇒ *примечание\*:*

[Метод менеджера логического вывода, который анализирует логическую формулу и генерирует атомарные логические формулы по импликации.]

### **Искатель атомарных логических формул**

⇒ *программный интерфейс\*:*

*Программный интерфейс искателя атомарных логических формул*

= {• *метод поиска атомарных логических формул по параметрам*

⇒ *заголовок метода\*:*

```
[virtual void searchTemplate(ScAddr const & templateAddr, ScTemplateParams const & templateParams, ScAddrHashSet const & variables, Replacements & result) = 0;]
```

⇒ *примечание\*:*

[Метод ищет конструкции в базе знаний по графу-образцу (логической атомарной формулы) с учётом переданных параметров графа-образца и создаёт соответствие между sc-переменными формулы и соответствующими ей константными sc-элементами.]

• *метод поиска атомарных логических формул по множеству параметров*

⇒ *заголовок метода\*:*

```
[virtual void searchTemplate( ScAddr const & templateAddr, vector<ScTemplateParams> const & scTemplateParamsVector, ScAddrHashSet const & variables, Replacements & result);]
```

⇒ *примечание\*:*

[Метод вызывает **метод поиска атомарных логических формул по параметрам** в цикле для переданного множества параметров поиска.]

}

⇒ *декомпозиция\*:*

{• *искатель атомарных логических формул по всей базе знаний*

:= [TemplateSearcher]

⇒ *примечание\*:*

[Поиск конструкций осуществляется по всей базе знаний.]

• *искатель атомарных логических формул в структурах*

:= [TemplateSearcherInStructures]

⇒ *примечание\*:*

[Все найденные конструкции должны принадлежать любой структуре из множества входных структур.]

}

### **Менеджер обработки атомарных логических формул**

⇒ *программный интерфейс\*:*

*Программный интерфейс менеджера обработки атомарных логических формул*

= {• *метод создания параметров поиска атомарной логической формулы*

⇒ *заголовок метода\*:*

```
[virtual std::vector<ScTemplateParams> createTemplateParams(ScAddr const & scTemplate) = 0;]
```

⇒ *примечание\*:*

		[Метод формирует множество параметров атомарной логической формулы.]
⇒	<pre> } <i>декомпозиция*</i>: { • <i>менеджер обработки атомарных логических формул</i> := [TemplateManager] ⇒ <i>примечание*</i>: [Формирование параметров осуществляется по всей базе знаний. Происходит поиск переменных sc-узлов в атомарной логической формулы с их классами и формируется соответствие их с константными sc-узлами с такими же классами в базе знаний.] • <i>менеджер обработки атомарных логических формул с фиксированными аргументами</i> := [TemplateManagerFixedArguments] ⇒ <i>примечание*</i>: [Формирование параметров осуществляется по переданным аргументам и спецификации формулы. Переменная, формуле под первой ролью, соответствует первому аргументу из множества аргументов логического вывода.] } </pre>	
	<b><i>менеджер дерева решений</i></b>	
⇒	<pre> <i>программный интерфейс*</i>: <i>Программный интерфейс менеджера дерева решений</i> = { • <i>метод создания узла дерева решения</i> ⇒ <i>заголовок метода*</i>: [virtual bool addNode(ScAddr const &amp; formula, Replacements const &amp; replacements) = 0;] ⇒ <i>примечание*</i>: [Данный метод определяет структуру и создание узлов дерева решения.] } </pre>	
⇒	<pre> <i>декомпозиция*</i>: { • <i>менеджер дерева решений с подстановками</i> := [SolutionTreeManager] ⇒ <i>примечание*</i>: [Узел такого дерева решения состоит из применённой логической формулы и соответствий sc-переменных sc-константам, которые были использованы в атомарных формулах.] • <i>пустой менеджер дерева решений</i> := [SolutionTreeManagerEmpty] ⇒ <i>примечание*</i>: [В такой реализации менеджера дерева решений узлы не создаются. Такая реализация сделана из соображений оптимизации.] } </pre>	
	<b><i>конфиг менеджера логического вывода</i></b>	
	:= [InferenceFlowConfig]	
⇒	<i>примечание*</i> :	[Такой конфиг используется при создании менеджера логического вывода.]
⊕	<i>generationType</i>	
⇒	<i>примечание*</i> :	[Определяет, нужно ли генерировать уже существующие конструкции в базе знаний. От этого зависит, нужно ли перед генерацией атомарной логической формулы искать её в базе знаний. Если не искать, это даёт большой прирост в производительности логического вывода.]
⊕	<i>replacementsUsingType</i>	
⇒	<i>примечание*</i> :	[Определяет, нужно ли прерывать генерацию атомарной логической формулы по множеству аргументов после первой успешной генерации.]
⊕	<i>solutionTreeType</i>	
⇒	<i>примечание*</i> :	[Определяет, нужно ли создавать узлы в дереве решений. Если не нужно, то в процессе логического вывода используется <i>пустой менеджер дерева решений</i> .]
	<b><i>подстановки</i></b>	

:= [Replacements]

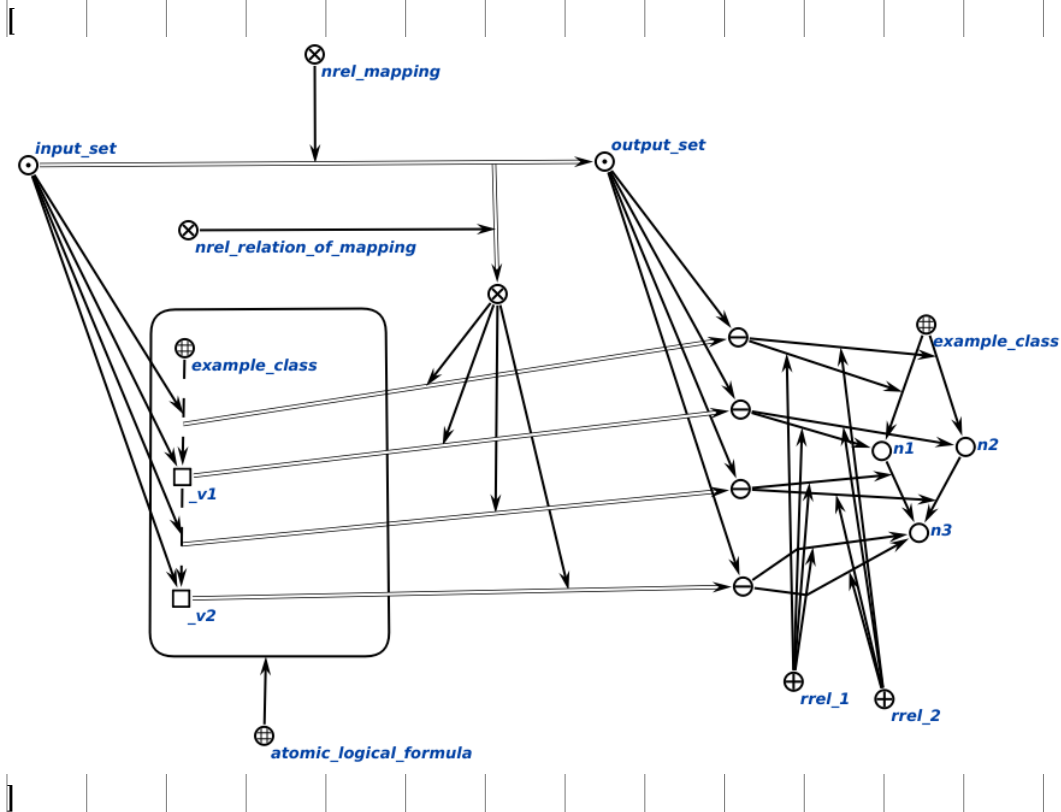
⇒ *примечание\**:

[Является взаимно однозначным соответствием между множеством sc-переменных и множеством кортежей sc-констант. Областью отправления соответствия является множество всех sc-переменных атомарной логической формулы, а соответствующим определённой sc-переменной элементом из области прибытия соответствия является кортеж, элементы которого при подстановке их в атомарную логическую формулу на место этой sc-переменной делают формулу истинной. Корректно составленные подстановки имеют равноможные множества в области прибытия. Таким образом, элементы области прибытия могут образовывать прямоугольную матрицу. В этой матрице по колонкам для каждой переменной хранятся подстановки, при замене каждой sc-переменной на которую атомарная логическая формула становится истинной.]

⇒ *тип\**:

[std::unordered\_map<ScAddr, ScAddrVector, ScAddrHashFunc<uint32\_t>>;]

⇒ *описание примера\**:



**объект создания менеджера логического вывода**

:= [InferenceManagerFactory]

:= [фабрика менеджера логического вывода]

⇒ *примечание\**:

[С помощью него создаётся менеджер логического вывода в соответствии с переданным **Конфигом процесса логического вывода.**]

**Агент прямого логического вывода**

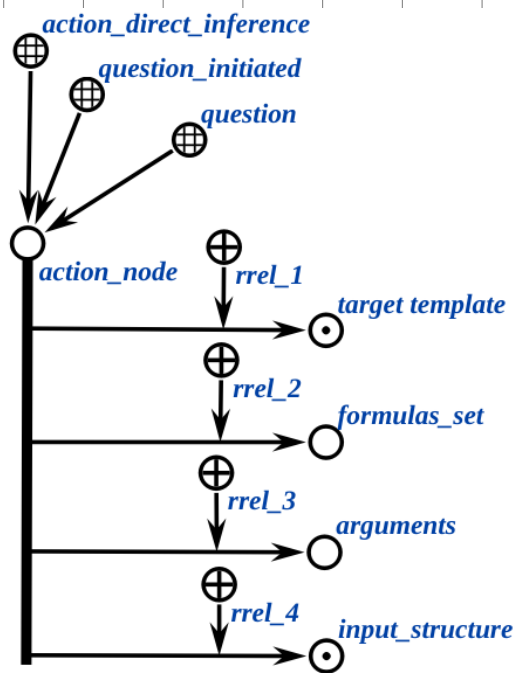
:= [sc-агент прямого логического вывода]

⇒ *примечание\**:

[Задачей sc-агента прямого логического вывода является генерация новых знаний на основе некоторых логических утверждений. Данный sc-агент активируется при появлении в sc-памяти иницированного действия, принадлежащего классу *действие прямого логического вывода*. После проверки sc-агентом условия иницирования выполняется процесс прямого логического вывода.]

⇒ *пример входной конструкции\**:

[



⇒

аргументы агента\*:

⟨• *\_target\_template*

:= [targetTemplate]

:= [targetStatement]

:= [шаблон цели]

:= [ожидаемый результат выполнения логического вывода]

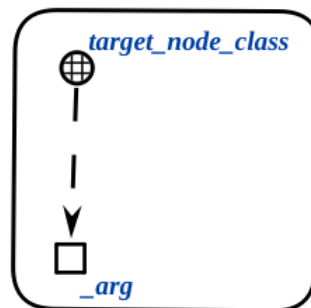
⇒ *пояснение\**:

[Шаблон, успешный поиск которого показывает, что цель логического вывода достигнута и применение правил можно прекратить.]

⇒ *описание примера\**:

[

*direct\_inference\_target*



]

• *\_formulas\_set*

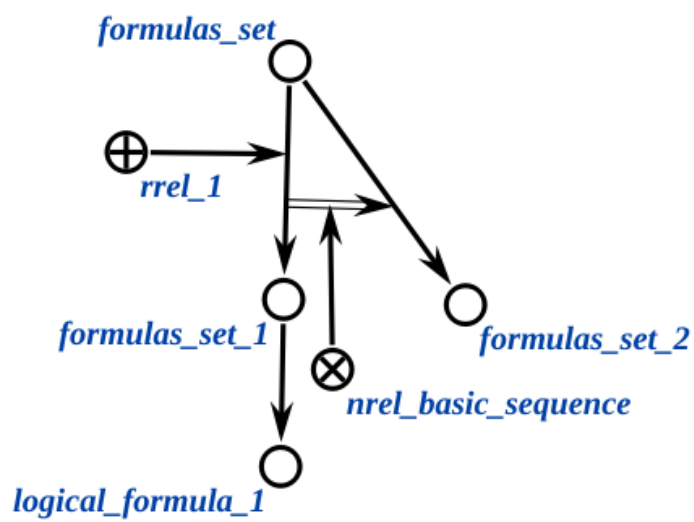
:= [formulasSet]

⇒ *пояснение\**:

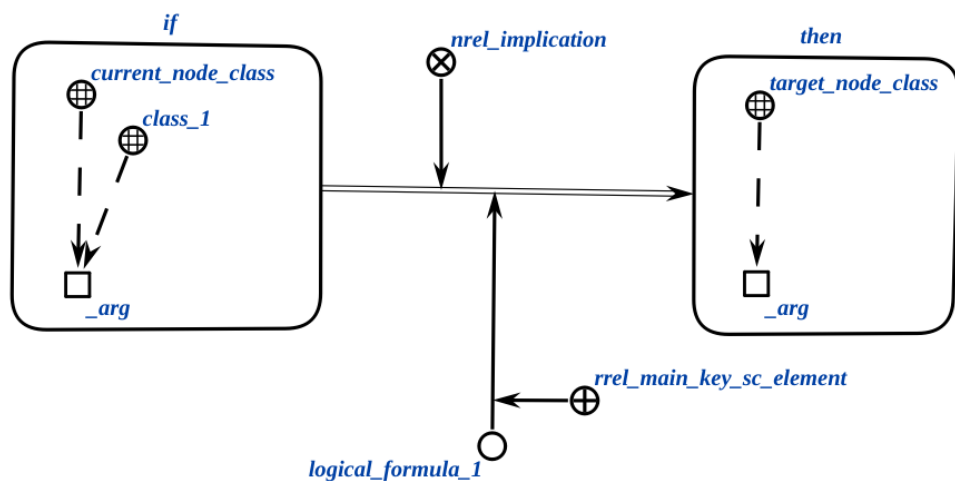
[Ориентированное множество множеств формул, применяя которые требуется совершить логический вывод. Первым элементом множества является множество формул, которые применяются в первую очередь, а каждое следующее множество формул применяется после предыдущего. Таким образом указываются приоритеты множеств формул.]

⇒ *описание примера\**:

[



⇒ описание примера\*:



- arguments

⇒ пояснение\*:

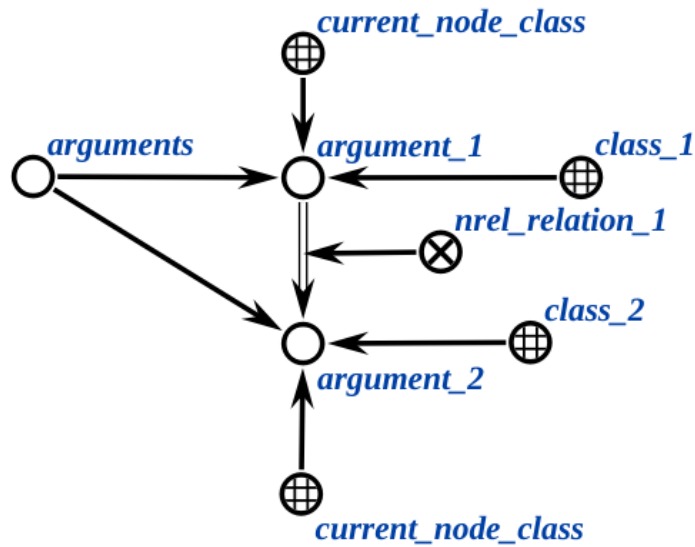
[Множество, элементы которого используются при применении правил. Каждый sc-узел этого множества подставляется как значение переменных атомарных логических формул (в том числе шаблона цели).]

⇒ примечание\*:

[Можно использовать структуру всей базы знаний системы, например, sc-узел **База знаний IMS**.]

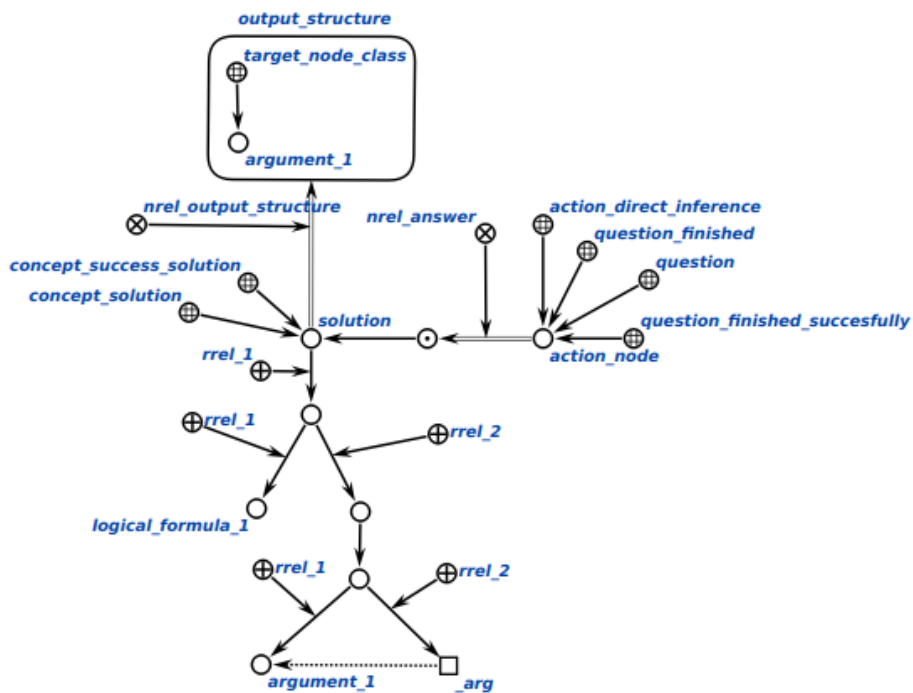
⇒ описание примера\*:

[



- `_input_structure`  
 $\Rightarrow$  *пояснение\**:  
 [Структура, в которой происходит поиск при проверке истинности атомарных логических формул.]
- $\Rightarrow$  *ответ агента\**:  
*ответ агента прямого логического вывода*
- $\Rightarrow$  *примечание\**:  
 [В результате выполнения агентом логического вывода действия, в sc-памяти формируется sc-структура, представляющая собой дерево решения. Это дерево состоит из последовательности пар, в которых первым элементом является применённое правило, а вторым - множество пар подстановок и переменных, соединённых временной дугой принадлежности, выходящей из переменного узла, при которых данное правило выполняется. Такое дерево может быть пустым в случае, если требуемую структуру не удалось сгенерировать в ходе логического вывода. При достижении цели вывода узел дерева решения позитивно принадлежит классу `concept_success_solution`, при недостижении – негативно. Корень этого дерева находится в связке под отношением `nrel_output_structure` со структурой, в которую добавляются сгенерированные в ходе логического вывода конструкции.]
- $\Rightarrow$  *описание примера\**:  
 [





⇒ примечание\*:

[Работа агента заключается в последовательном применении правил из входного множества правил, генерируя структуры, если атомарная формула принадлежит классу формул для генерации (*concept\_formula\_for\_generation*). Если правило применилось безуспешно, то оно добавляется во множество безуспешно применённых правил, которые применяются повторно в случае успешного применения какого-либо другого правила. Также после каждого успешного применения правила проверяется, достигнута ли цель (если она передана), и, если цель достигнута, выполнение агента завершается успешно и остальные правила не применяются.]

⇒ обобщённый алгоритм\*:

- ⟨ • [Получение параметров агента, вызов агента;]
- [Получение всех sc-узлов из arguments, если множество валидно, заполнение ими списка аргументов;]
- [Проверка, достигнута ли уже цель в базе знаний с полученными аргументами;]

⇒ примечание\*:

[Выполняется поиск по шаблону target template с параметрами arguments. Если шаблон найден, агент завершает работу, возвращает узел, принадлежащий *concept\_success\_solution*.]

- [Построение вектора очереди формул на основе множества формул. Цикл по всем правилам и пока не достигнута цель;]

⇒ циклические операции\*:

- ⟨ • [Получение посылки логической формулы;]
- [Определение типа посылки (связка конъюнкции, дизъюнкции, отрицания или атомарная логическая формула);]
- [Проверка истинности посылки в зависимости от её типа;]
- ⇒ замечание\*:  
[Конъюнкция, дизъюнкция, отрицание работают нестабильно.]
- [Генерация по шаблону следствия;]
- [Добавление в дерево решений узла формулы.]
- ⇒ примечание\*:  
[Смотрите пример ответа агента.]
- ⟩

- [Формирование дерева применённых формул.]

⇒ недостатки текущего состояния\*:

- { • [В текущем состоянии не реализован механизм применения правил вывода, вместо него указываются формулы для генерации, используя класс *concept\_formula\_for\_generation*.]

- [Генерируются только атомарные формулы.]
- [Логическая связка отрицания некорректно работает с подстановками.]
- [В структуру ответа агента входит только узел solution, а не вся структура решения.]
- [Не реализована логика для входной структуры, поиск осуществляется по всей базе знаний.]

}

⇒

*преимущества текущего состояния\*:*

- [Агент работает корректно при передаче параметров в соответствии с предыдущим вариантом его реализации.]
- [Проверка входных параметров не только по невалидности sc-узла, но и проверка на непустое множество.]

}