

Формальный язык соединений и превращений  
для описания развития и его реализация  
[gitflic.ru/project/dvisa/metahim](https://gitflic.ru/project/dvisa/metahim)

Д. Исакевич

ООО «БизнесСофтСервис»

XX конференция разработчиков свободных программ,  
2024

# Решаемая задача

## Цель

Язык формальной эволюгии — язык, на котором можно:

- выразить изменяющееся и изменения
- сообщить своё понимание другому человеку
- точно рассуждать об изменениях.

## Требования к языку

- Построен на ‘обыденных’ понятиях, известных человеку, имеющему законченное среднее образование.
- Чрезвычайно простой — касается изменений и только их. Поэтому дополняется другими языками.
- Не привязан к отдельной предметной области и не навязывает определённый способ получения описания (как SADT).

# Основания подхода

## ‘Химический’ взгляд на изменения

- Независимо от отношений между предметами можно рассматривать произвольные совокупности этих предметов.
- Можно рассматривать превращения одних совокупностей предметов в другие.

## Пример вне химии:

‘...связи в ландшафтах напоминают цепочку реакций... образование органического вещества можно уподобить сложной химической реакции. Образование почв — это... реакция иного рода. ...почвенный синтез сопровождается взаимодействием **не химических, а географических** процессов...’ (В.И. Кружалин и др.)

## Основания подхода

Обобщение ‘химического’ взгляда:

‘Специальная химия... рассматривает как элемент каждую субстанцию, имеющую отдельную **функцию**... атом данной субстанции есть мельчайшее ее количество, которое сохраняет все его ... свойства. ...такой «атом» может быть частицей, видимой даже невооруженным глазом.’ (Г.И. Гурджиев, П.Д. Успенский)

Элементы активны — проявляют свои функции сами без особых руководящих указаний с нашей стороны. Поэтому порядок записи реагентов не важен.

Записывать формулы и строить схемы

Формула удобней, чем двумерное дерево.

Но граф выразительней набора формул.

## Основания подхода

Обобщение ‘химического’ взгляда:

‘Специальная химия... рассматривает как элемент каждую субстанцию, имеющую отдельную **функцию**... атом данной субстанции есть мельчайшее ее количество, которое сохраняет все его ... свойства. ...такой «атом» может быть частицей, видимой даже невооруженным глазом.’ (Г.И. Гурджиев, П.Д. Успенский)

Элементы активны — проявляют свои функции сами без особых руководящих указаний с нашей стороны. Поэтому порядок записи реагентов не важен.

Записывать формулы и строить схемы

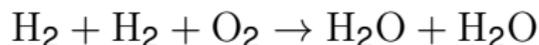
Формула удобней, чем двумерное дерево.

Но граф выразительней набора формул.

# Классический пример из химии

Горение водорода в кислороде

Запишем химическую реакцию:



Имена:  $\text{H}_2$ ,  $\text{O}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ .

Соединения частей:  $\text{H}_2 + \text{H}_2 + \text{O}_2$  и  $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$

(+ связка и полугрупповая операция).

Превращение:  $\text{H}_2 + \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$  (использована связка  $\rightarrow$ ).

Запишем эту реакцию как определение:



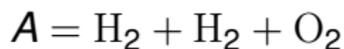
Эта запись определяет реакцию.

Имя реакции: Горение  $\text{H}_2$  в  $\text{O}_2$

## Классический пример из химии (продолжение)

Что такое 'Горение  $\text{H}_2$  в  $\text{O}_2$ '?

'Субстанция, имеющая отдельную функцию' превращать



в



— то есть **условно активное** (выполняющееся при условии наличия **A**) **предписание**.

Альтернативные понимания:

- событие (реакция произошла) — не может превращаться во что-нибудь (так как свершившись, не исчезает)
- возможность (реакция может произойти) или необходимость (реакция обязательно произойдёт) — требует указывать время.

## Преобразование как ‘субстанция’ (предписание)

В отличие от ‘события’, ‘возможности’ или ‘необходимости’ — преобразование может превращаться и быть результатом превращений.

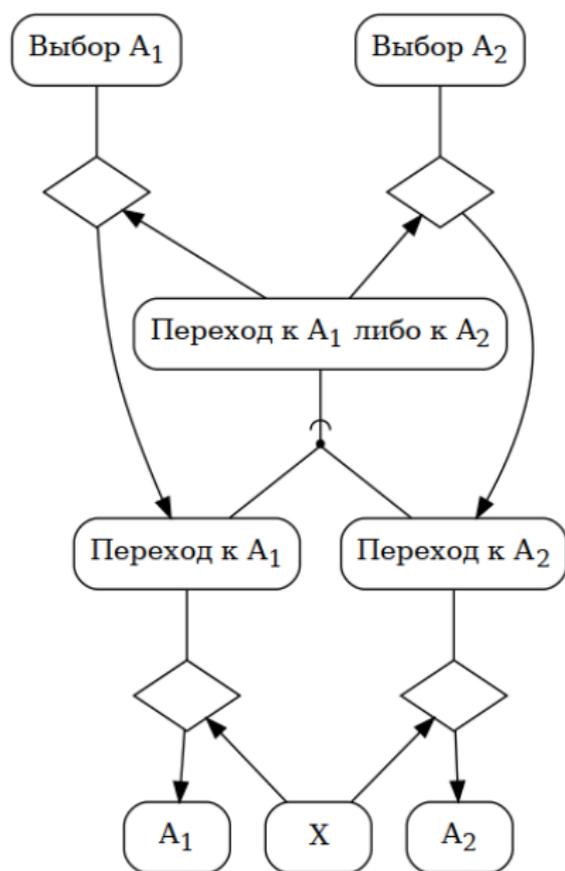
В отличие от алгоритма — не требует операции применения к данным, но само превращает ‘сырьё’ при его наличии.

Если из  $A + (A \rightarrow B)$  выводиться  $B + (A \rightarrow B)$ , то соединение превращений может приводить к неопределённости:

Волк, козлик и капуста вместе =  
Волк + Козлик + Капуста +  
(Волк + Козлик  $\rightarrow$  Волк + Рожки да ножки) +  
(Козлик + Капуста  $\rightarrow$  Козлик).

Останется ли в результате капуста?

# Пример неопределённости: Выбор из двух альтернатив



- превращение второго уровня;
- уменьшает неопределённость.

Переход к  $A_1 = X \rightarrow A_1$ .

Переход к  $A_2 = X \rightarrow A_2$ .

Переход к  $A_1$  либо к  $A_2 =$   
Переход к  $A_1 +$   
Переход к  $A_2$ .

Выбор  $A_1 =$

Переход к  $A_1$  либо к  $A_2 \rightarrow$   
Переход к  $A_1$ .

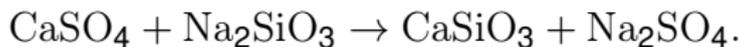
Выбор  $A_2 =$

Переход к  $A_1$  либо к  $A_2 \rightarrow$   
Переход к  $A_2$ .

# Взаимодействие и одностороннее воздействие

## Взаимодействие

Реагенты превращаются в продукты, и их изменением пренебречь нельзя:



## Одностороннее воздействие ('действие... на...')

Изменением одного из реагентов можно пренебречь:



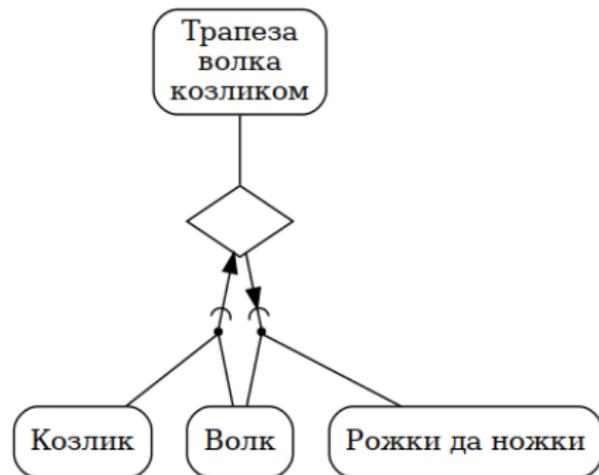
или



(Волк — 'катализатор' превращения козлика в объедки.)

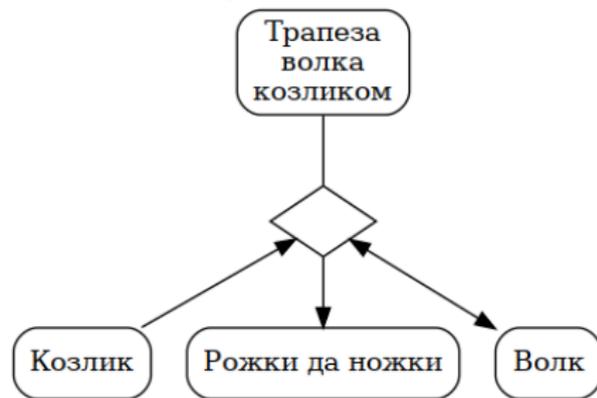
# Явное выделение 'катализатора' на схеме

Без явного выделения  
'катализатора'



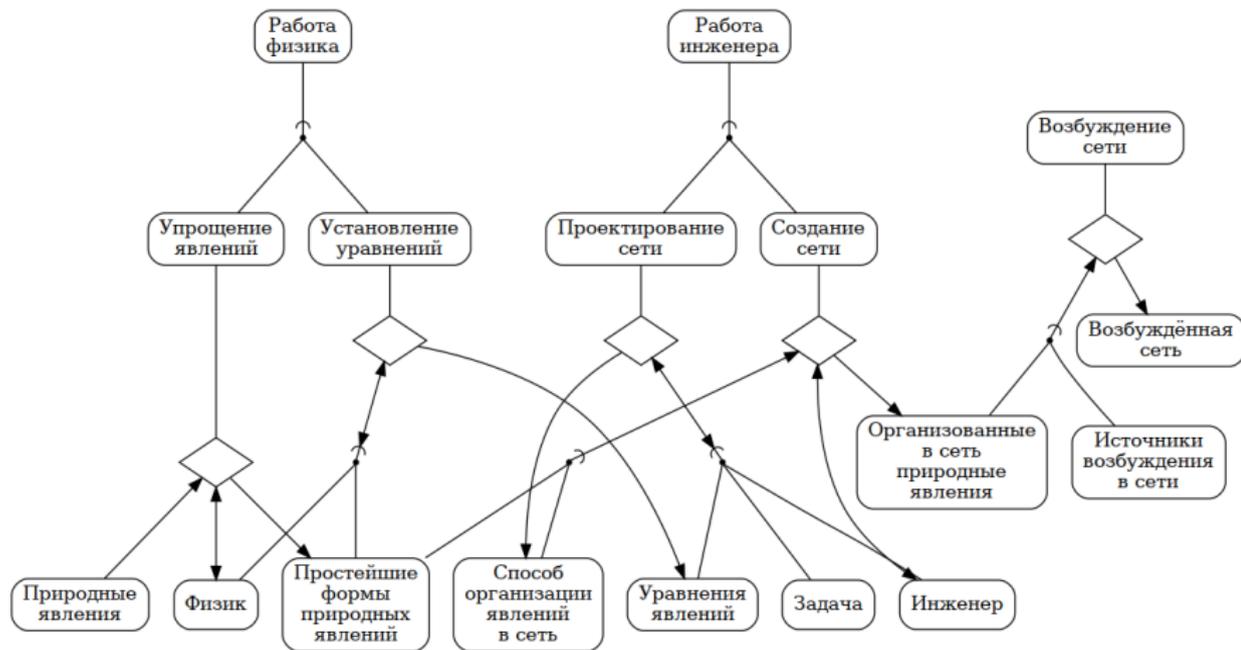
Волк — реагент (часть входа)  
и продукт (часть выхода).

С явным выделением  
'катализатора'



'Волк' связан с знаком  
превращения (ромбом)  
двойной стрелкой.

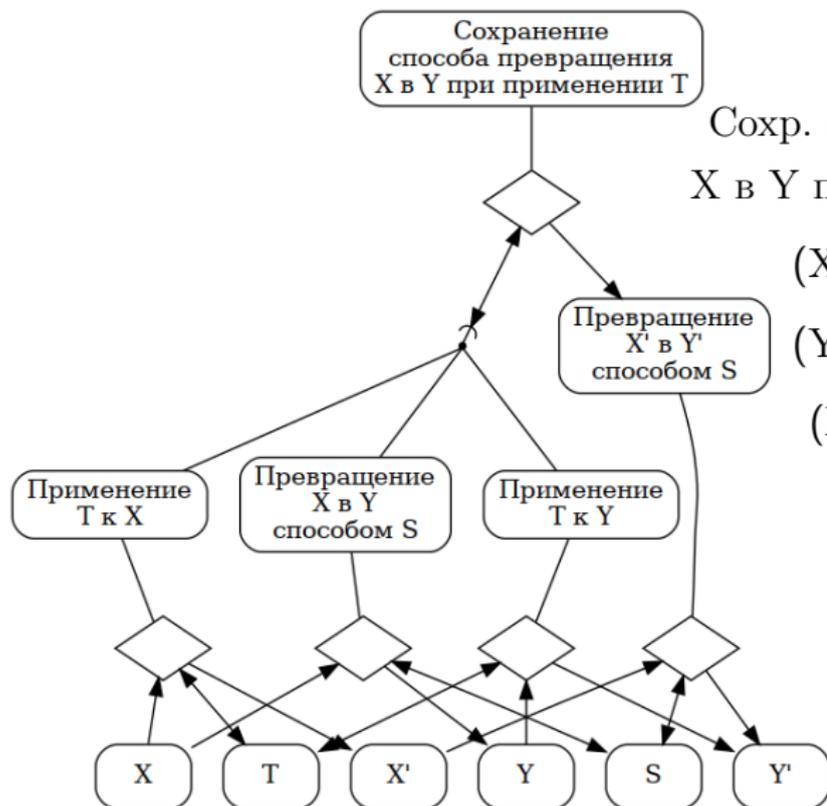
# Пример: Работа физика и работа инженера (Г. Крон)



Частичный порядок при размещении узлов графа по высоте обеспечивает читаемость большой схемы.

Реализация: программа dot пакета Graphviz

# Недостаточно выразительная двумерная схема



Сохранение способа превращения

$X$  в  $Y$  при  $T =$

$$(X \xrightarrow{T} X')_+$$

$$(Y \xrightarrow{T} Y')_+$$

$$(X \xrightarrow{S} Y) \rightarrow$$

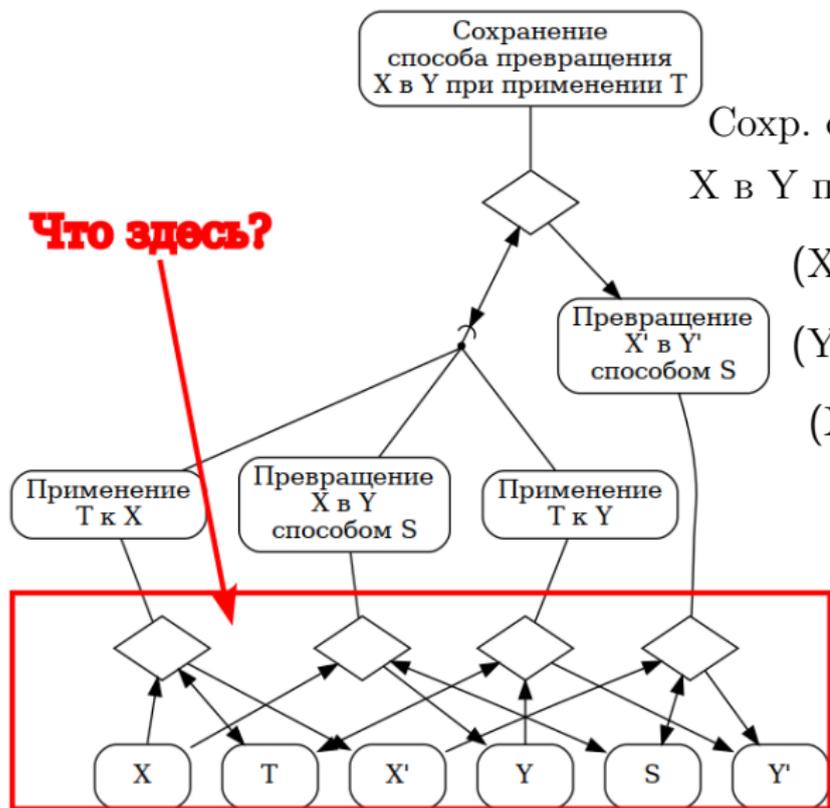
$$(X \xrightarrow{T} X')_+$$

$$(Y \xrightarrow{T} Y')_+$$

$$(X \xrightarrow{S} Y)_+$$

$$(X' \xrightarrow{S} Y').$$

# Недостаточно выразительная двумерная схема



Сохранение способа превращения X в Y при T =

$$(X \xrightarrow{T} X')_+$$

$$(Y \xrightarrow{T} Y')_+$$

$$(X \xrightarrow{S} Y) \rightarrow$$

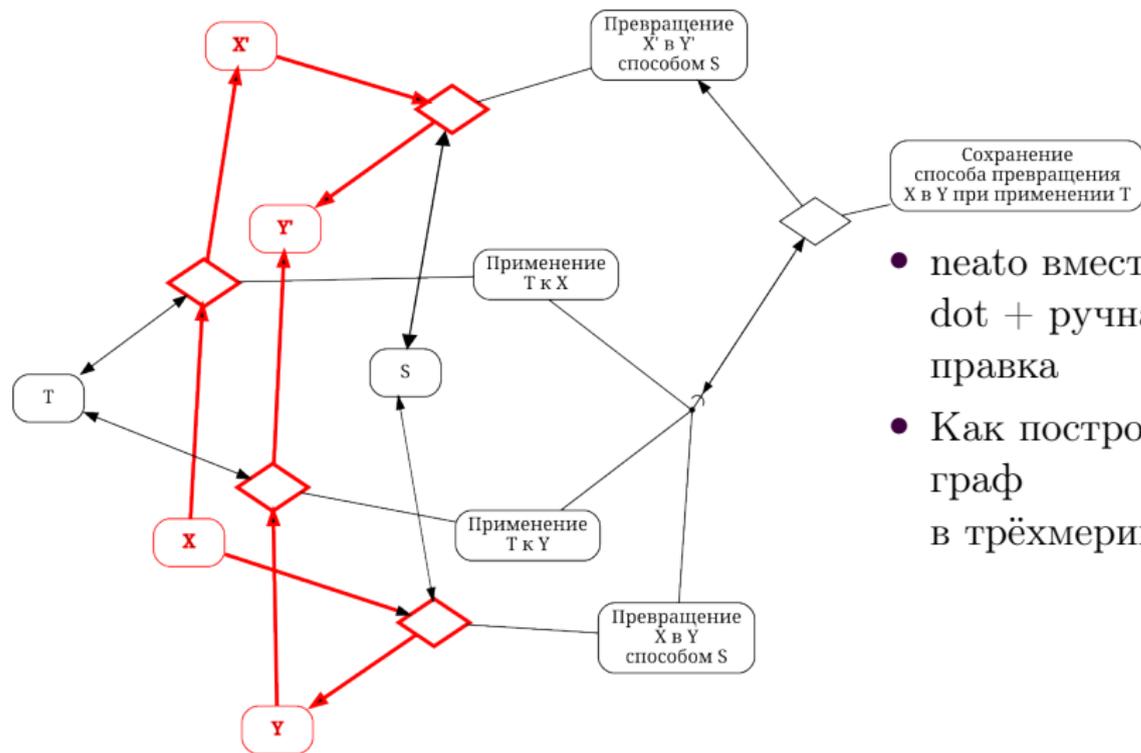
$$(X \xrightarrow{T} X')_+$$

$$(Y \xrightarrow{T} Y')_+$$

$$(X \xrightarrow{S} Y)_+$$

$$(X' \xrightarrow{S} Y')$$

## Та же схема с другой точки зрения

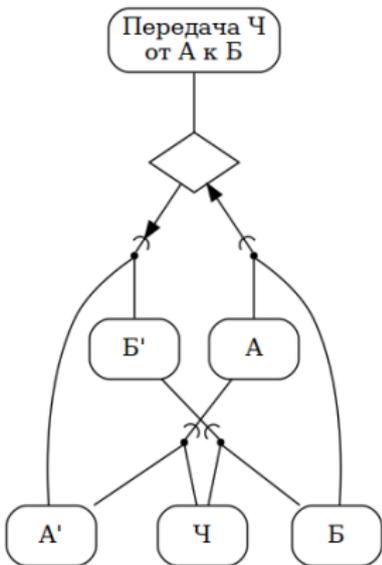


- neatо вместо dot + ручная правка
- Как построить граф в трёхмерии?

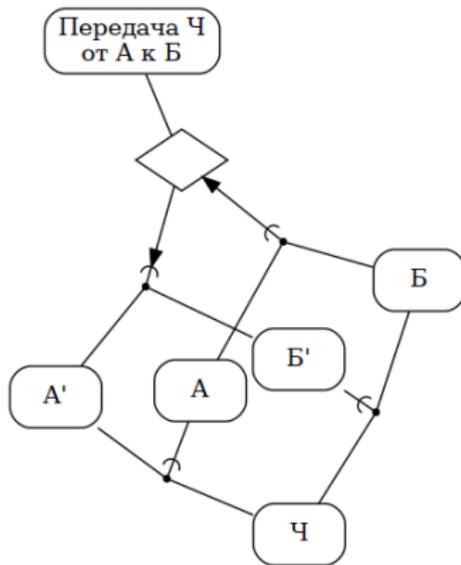
# Ещё один пример с двух ракурсов

$$A = A' + Ч. \quad B' = B + Ч.$$

Передача Ч от А к Б =  $A + B \rightarrow A' + B'$ .

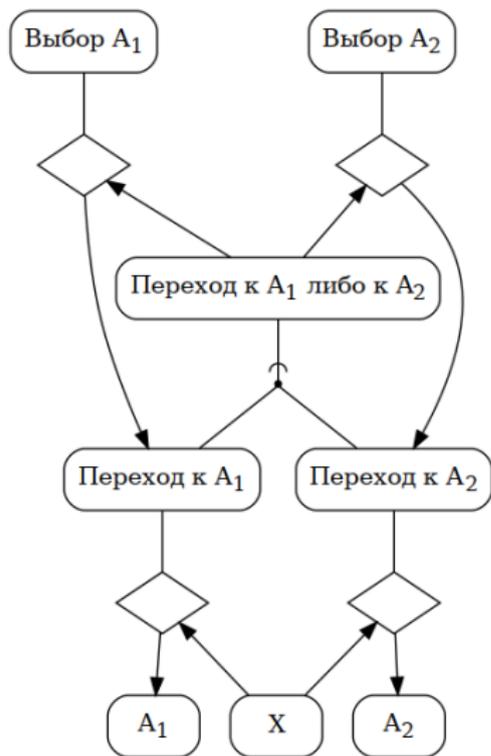


(dot: вид сбоку?)



(neato: вид сверху и чуть сбоку?)

# Некоторые преобразования схем



## Начало

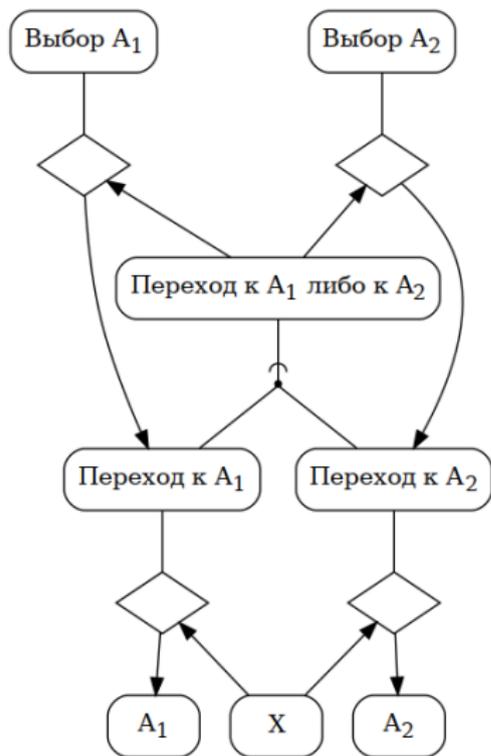
Выбор из двух альтернатив.

- 1 Подстановка определения вместо имени, например:  
Переход к  $A_1$  + Переход к  $A_2$   
вместо  
Переход к  $A_1$  либо к  $A_2$ .
- 2 Явное выделение 'катализаторов'.
- 3 Выделение подсхемы.
- 4 Обращение превращения, находящегося на верхнем уровне схемы.

Результат:

Порождение альтернативы.

# Некоторые преобразования схем



## Начало

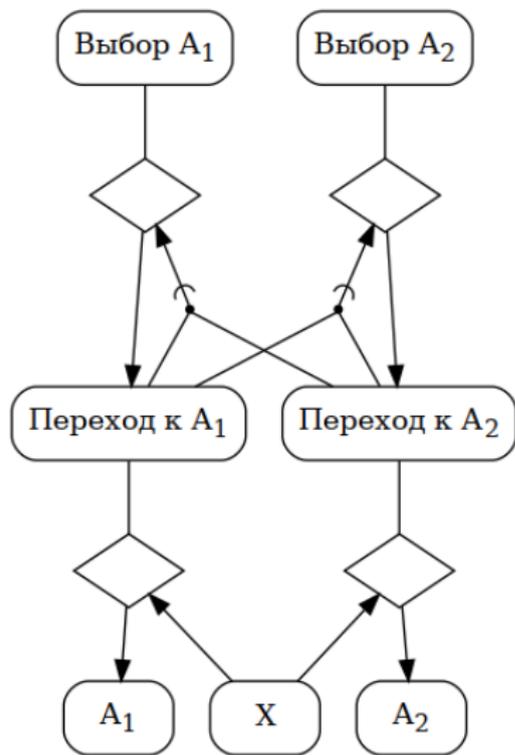
Выбор из двух альтернатив.

- 1 Подстановка определения вместо имени, например:  
Переход к A<sub>1</sub> + Переход к A<sub>2</sub>  
вместо  
Переход к A<sub>1</sub> либо к A<sub>2</sub>.
- 2 Явное выделение 'катализаторов'.
- 3 Выделение подсхемы.
- 4 Обращение превращения, находящегося на верхнем уровне схемы.

Результат:

Порождение альтернативы.

# Некоторые преобразования схем



## Начало

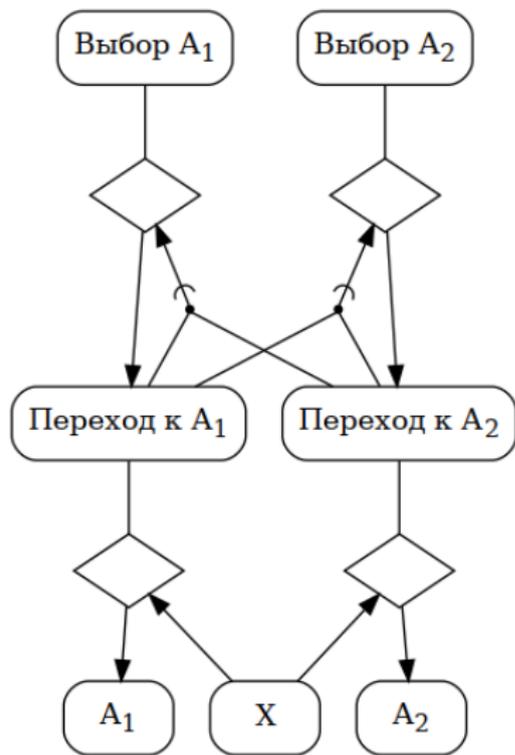
Выбор из двух альтернатив.

- 1 Подстановка определения вместо имени, например:  
Переход к  $A_1$  + Переход к  $A_2$   
вместо  
Переход к  $A_1$  либо к  $A_2$ .
- 2 Явное выделение 'катализаторов'.
- 3 Выделение подсхемы.
- 4 Обращение превращения, находящегося на верхнем уровне схемы.

Результат:

Порождение альтернативы.

# Некоторые преобразования схем



## Начало

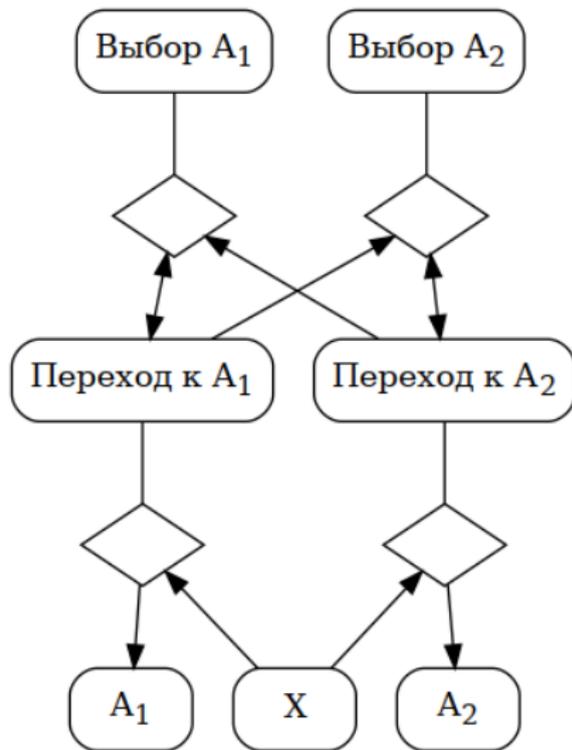
Выбор из двух альтернатив.

- 1 Подстановка определения вместо имени, например:  
Переход к  $A_1$  + Переход к  $A_2$   
вместо  
Переход к  $A_1$  либо к  $A_2$ .
- 2 Явное выделение 'катализаторов'.
- 3 Выделение подсхемы.
- 4 Обращение превращения, находящегося на верхнем уровне схемы.

Результат:

Порождение альтернативы.

# Некоторые преобразования схем



## Начало

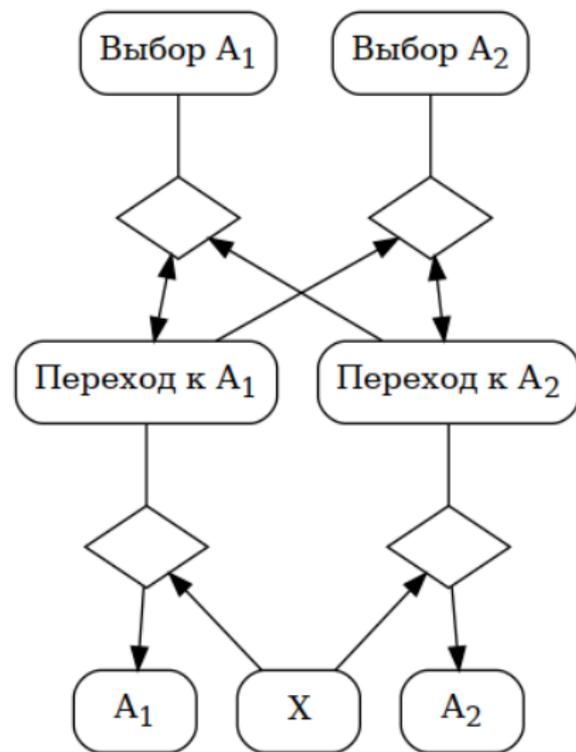
Выбор из двух альтернатив.

- 1 Подстановка определения вместо имени, например:  
Переход к  $A_1$  + Переход к  $A_2$   
вместо  
Переход к  $A_1$  либо к  $A_2$ .
- 2 Явное выделение 'катализаторов'.
- 3 Выделение подсхемы.
- 4 Обращение превращения, находящегося на верхнем уровне схемы.

Результат:

Порождение альтернативы.

# Некоторые преобразования схем



## Начало

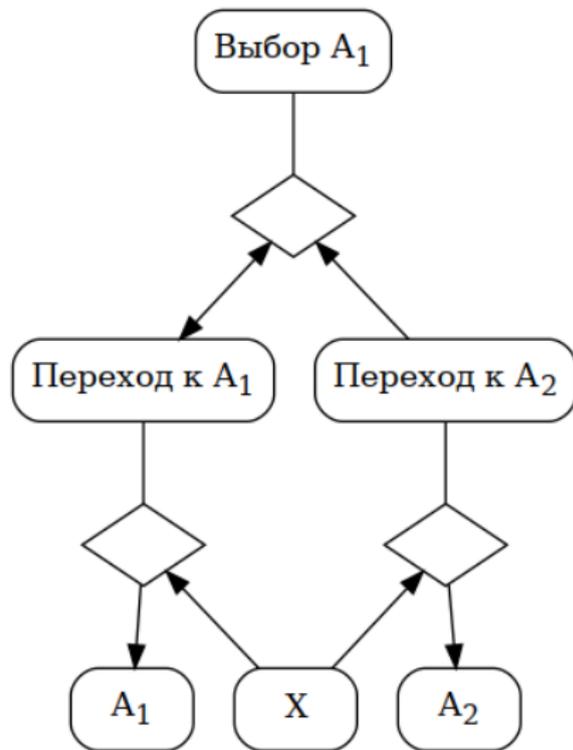
Выбор из двух альтернатив.

- 1 Подстановка определения вместо имени, например:  
Переход к  $A_1$  + Переход к  $A_2$   
вместо  
Переход к  $A_1$  либо к  $A_2$ .
- 2 Явное выделение 'катализаторов'.
- 3 Выделение подсхемы.
- 4 Обращение превращения, находящегося на верхнем уровне схемы.

Результат:

Порождение альтернативы.

# Некоторые преобразования схем



## Начало

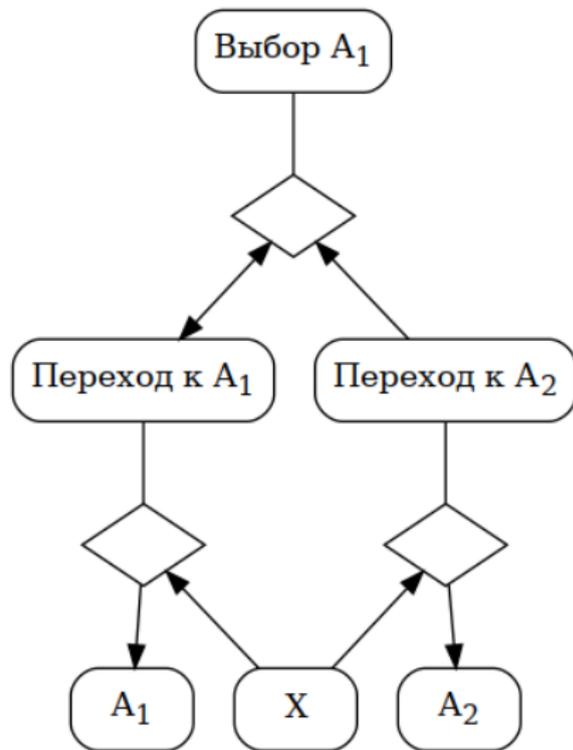
Выбор из двух альтернатив.

- 1 Подстановка определения вместо имени, например:  
Переход к  $A_1$  + Переход к  $A_2$   
вместо  
Переход к  $A_1$  либо к  $A_2$ .
- 2 Явное выделение 'катализаторов'.
- 3 Выделение подсхемы.
- 4 Обращение превращения, находящегося на верхнем уровне схемы.

Результат:

Порождение альтернативы.

# Некоторые преобразования схем



## Начало

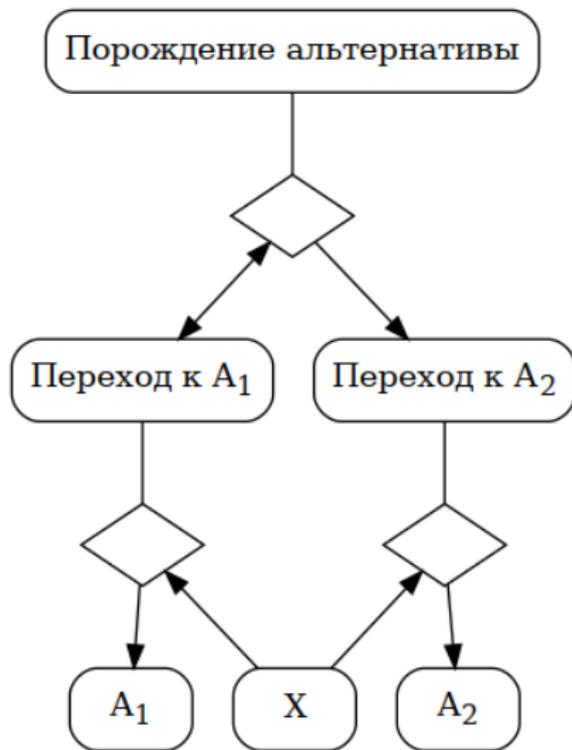
Выбор из двух альтернатив.

- 1 Подстановка определения вместо имени, например:  
Переход к  $A_1$  + Переход к  $A_2$   
вместо  
Переход к  $A_1$  либо к  $A_2$ .
- 2 Явное выделение 'катализаторов'.
- 3 Выделение подсхемы.
- 4 Обращение превращения, находящегося на верхнем уровне схемы.

Результат:

Порождение альтернативы.

# Некоторые преобразования схем



Начало

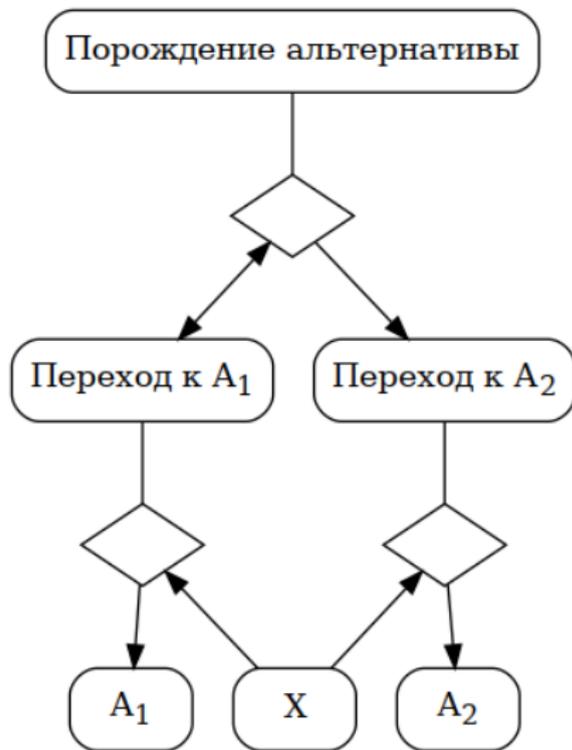
Выбор из двух альтернатив.

- 1 Подстановка определения вместо имени, например:  
Переход к A<sub>1</sub> + Переход к A<sub>2</sub>  
вместо  
Переход к A<sub>1</sub> либо к A<sub>2</sub>.
- 2 Явное выделение 'катализаторов'.
- 3 Выделение подсхемы.
- 4 Обращение превращения, находящегося на верхнем уровне схемы.

Результат:

Порождение альтернативы.

# Некоторые преобразования схем



Начало

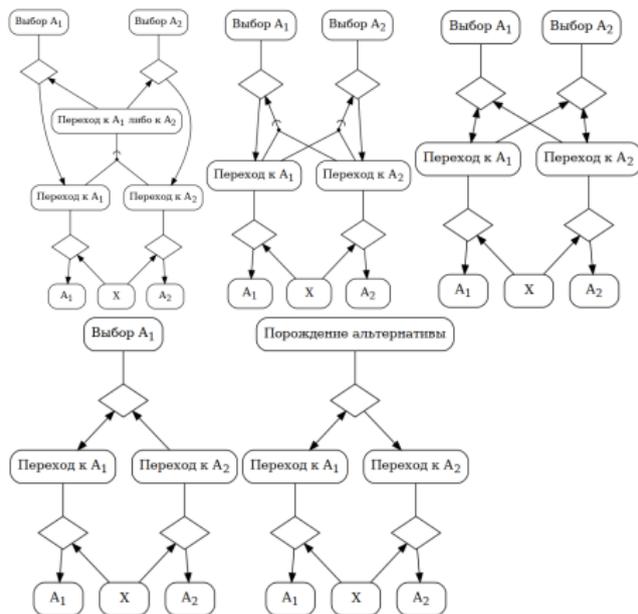
Выбор из двух альтернатив.

- 1 Подстановка определения вместо имени, например:  
Переход к A<sub>1</sub> + Переход к A<sub>2</sub>  
вместо  
Переход к A<sub>1</sub> либо к A<sub>2</sub>.
- 2 Явное выделение 'катализаторов'.
- 3 Выделение подсхемы.
- 4 Обращение превращения, находящегося на верхнем уровне схемы.

Результат:

Порождение альтернативы.

# Некоторые преобразования схем



## Начало

Выбор из двух альтернатив.

- 1 Подстановка определения вместо имени, например:  
Переход к  $A_1$  + Переход к  $A_2$   
вместо  
Переход к  $A_1$  либо к  $A_2$ .
- 2 Явное выделение 'катализаторов'.
- 3 Выделение подсхемы.
- 4 Обращение превращения, находящегося на верхнем уровне схемы.

Результат:

Порождение альтернативы.

# Применение, реализация, вопросы

Некоторые области применения:

- **Ревизия и преподавание** в физике, технике, экологии,...
- **Организация** совместной работы, **сообщение** идей
- ‘Химическая’ альтернатива ‘началам’ классической логики из школьной информатики

Реализация:

- Вручную на бумаге
- Проект ЯСП ([gitflic.ru/project/dvisa/metahim](https://gitflic.ru/project/dvisa/metahim)) на Рефал-М и Graphviz — пока что только построение схем из набора формул

Нерешённые практические вопросы:

- Как строить трёхмерные схемы и работать с ними?
- Как использовать преобразования схем?
- Как сопоставлять и искать схемы (возможно, в другой ипостаси сентенциального программирования)?
- Что, как и зачем моделировать по схемам?
- ...

Для изучения (не указано в тезисах)

## Репозитории

- ЯСП. <https://gitflic.ru/project/dvisa/metahim>

## Об описании, основанном на применении и композиции алгоритмов

- Демидов А.А. Метод описания динамики системы, позволяющий обойти «скрытые параметры», 2015. — 7 с. <https://vixra.org/pdf/1806.0344v1.pdf>
- Демидов А.А. О необходимости обобщения Теории Алгоритмов для описания процессов в параллельных потоках, <https://vixra.org/pdf/2204.0030v1.pdf>