

НОВОСИБИРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет информационных технологий  
Кафедра параллельных вычислений  
Направление подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника  
Направленность (профиль): Программная инженерия и компьютерные науки

# **Разработка формата и подсистемы интерактивного представления баз активных знаний в системе LuNA**

Выполнил: Юраков Никита Дмитриевич

Руководитель ВКР: Перепёлкин Владислав Александрович, к.т.н., доц. каф. ПВ ФИТ НГУ

Соруководитель ВКР: Матвеев Алексей Сергеевич, ст. преп. каф. ПВ ФИТ НГУ

# Актуальность

С ростом объёма знаний и их автоматизации данные всё чаще представляются и хранятся в машинно-ориентированной форме, то есть в виде, удобном для обработки компьютером.

Такая форма представления ориентирована на автоматическую обработку: она обеспечивает эффективность вычислений, но при этом остаётся малопонятной человеку, что затрудняет взаимодействие пользователя с такими данными.

Это особенно актуально для баз активных знаний системы LuNA, где знание используется не просто как информация, а как основа для автоматического решения прикладных задач.

# Базы активных знаний

База активных знаний — это машинно-ориентированное хранилище формализованных прикладных модулей, вычислительных моделей, данных и расширений, предназначенных для автоматического решения прикладных задач без участия пользователя.

На данный момент не существует удовлетворительных средств отображения, которые делали бы работу с базами знаний, такими как базы активных знаний, удобной, понятной и интерактивной.

Интерактивная система, которая сможет отобразить базу активных знаний в удобной для человека форме и при этом сохранит её в машинно-ориентированном формате для системы LuNA, облегчит работу с базами активных знаний и ускорит процесс разработки новых программ.

# Цель работы и задачи

Цель работы – разработка формата и подсистемы интерактивного представления баз активных знаний в системе LuNA.

Задачи:

- Провести анализ существующих подходов к отображению машинно-ориентированной информации.
- Разработать собственный способ представления базы активных знаний для дальнейшего отображения.
- Разработать веб-интерфейс для отображения представления базы активных знаний и осуществления взаимодействия с пользователем.
- Провести тестирование разработанного способа представления баз активных знаний и веб-интерфейса на нескольких практически значимых предметных областях.

# Существующие подходы (1/2)

В отображение графов используется два подхода к расположению элементов:

- 1) Хранение координат в формате описания (таких как GraphML, DOT, GML)
- 2) Автоматическое расположение за счёт алгоритмов расстановки. Данный подход используется в большинстве решений (Graphviz, uDraw, yEd и др.)

В таких решениях как DBeaver, DataGrip, DbVisualizer и Navicat для представления баз данных используется два подхода к их отображению:

- 1) В виде графа или диаграммы, где показываются связи между таблицам
- 2) В виде таблиц с реальными значениями

# Существующие подходы (2/2)

HTML и CSS.

HTML хранит ключевую информацию, на которой всё построено, а CSS описывает визуальное представление и расположение элементов.

Model-View-Controller.

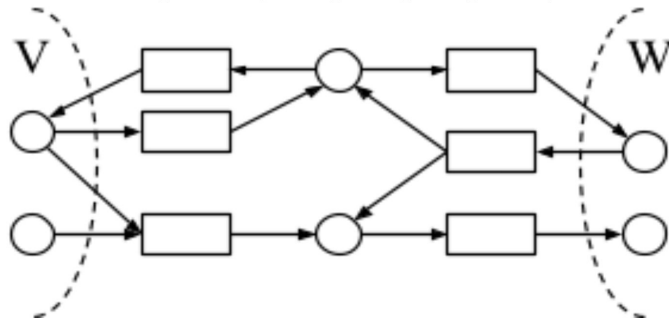
Отделяет визуальное представление от логики и данных, а также позволяет заменить интерфейс без изменения остальной системы.

Все рассмотренные решения не обладают необходимой функциональностью для визуального представления баз активных знаний или являются слишком сложными для реализации. В связи с этим возникает необходимость создания собственного формата и подсистемы визуального интерактивного представления баз активных знаний, которые обеспечат их наглядное и удобное отображение.

# Необходимые определения

LuNA (Language for Numerical Algorithms) — это система активных знаний, предназначенная для параллельного выполнения численных алгоритмов, в которой программа представляется как набор переменных и операций с зависимостями между ними. Такая модель позволяет эффективно управлять выполнением, автоматически распределять ресурсы и динамически оптимизировать порядок операций, что упрощает разработку и обеспечивает высокую производительность.

Вычислительная модель (ВМ) — это двудольный ориентированный граф, где вершины в одной доле соответствуют операциям, а в другой — переменным. Переменные в модели соответствуют каким-либо величинам описываемой предметной области, а операциям сопоставляется некоторый программный модуль.



# Постановка задачи

Графовое представление ВМ обладает ограниченной наглядностью и может быть трудным для восприятия пользователями, не имеющими опыта работы с ВМ. Для повышения доступности и понятности ВМ требуется разработать модель её визуального представления, которая заменит переменные и операции на понятные наглядные образы. Такое представление должно быть интерактивным — с возможностью выбора элементов и изменения значений через интерфейс.

Таким образом, под разработкой формата и подсистемы интерактивного представления баз активных знаний подразумевается разработка модели и формата описания визуального представления, концепции отображения, а также интерфейса.



# Предлагаемая концепция визуального отображения

## Примеры организации элементов:



# Предлагаемая модель визуального представления предметных областей

- 1) Пространственное размещение переменных — здесь задаются координаты и взаимное расположение отображаемых переменных и объектов на экране.
- 2) Визуальное оформление — в описание могут включаться такие параметры, как изображение заднего фона, цветовая схема, а также стили отображения переменных.
- 3) Перспективы — дают возможность задания различных точек обзора и ракурсов визуализации.
- 4) Фиксированные переменные ввода — выделяется набор переменных, значения которых должны быть обязательно заданы пользователем.

Фиксированные переменные

Перспектива №1

Визуальное  
оформление

Отображаемые  
переменные

Пространственное  
размещение  
переменных

Перспектива №2

Визуальное  
оформление

Отображаемые  
переменные

Пространственное  
размещение  
переменных

# Реализованный формат описания

```
"view": {
  "cm": "local://cm/seismic",
  "perspectives":
  [{
    "id": 1,
    "title": "Задний фон",
    "image": {
      "path": "/assets/seismic_background.svg",
      "width": 367,
      "height": 585
    },
    "variables":
    [{
      "name": "Вход Трасса №1",
      "type": "chart",
      "coordX": -136,
      "coordY": 237
    }]
  }],
  "required_inputs":
  [{
    "name": "cuda_operation_count",
    "label": "Количество операций на CUDA",
    "type": "int32"
  }]
},
```

Модель описания:

- 1) Пространственное размещение переменных
- 2) Визуальное оформление
- 3) Перспективы
- 4) Фиксированные переменные ввода

# Внешний вид реализованного веб-интерфейса

LuNA

localhost:3000

LuNA

Входные данные

Сторона АВ

12

Сторона АС

23

Сторона ВС

34

Выходные данные

Угол В

19,1167973866133

Угол А

151,04497562814015

Угол С

9,838226985246536

Периметр

69

СГЕНЕРИРОВАТЬ ПРОГРАММУ

РЕШИТЬ

ВХОДНЫЕ

ВЫХОДНЫЕ

Угол В

Сторона АВ

Периметр

Площадь

Сторона ВС

Угол А

Сторона АС

Угол С

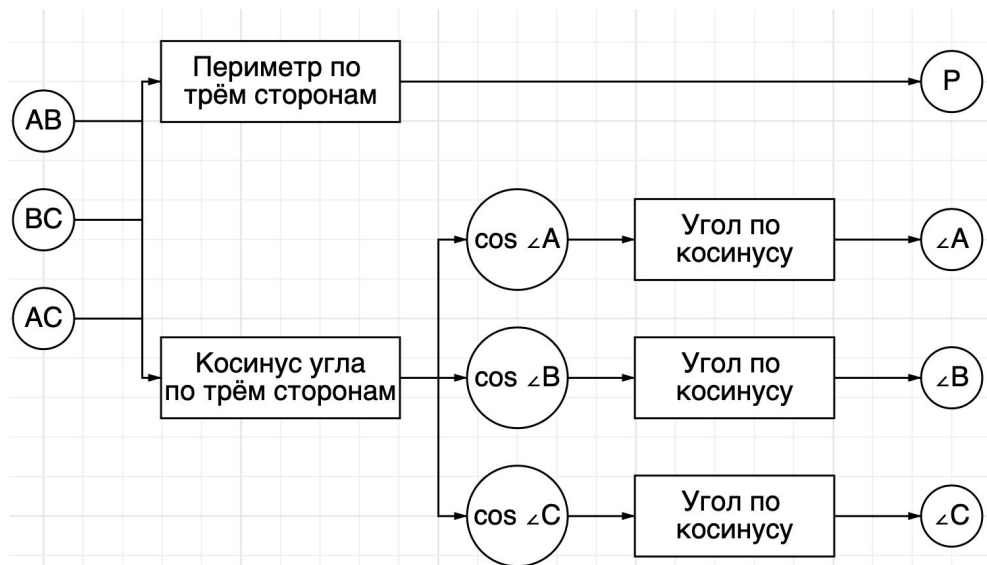
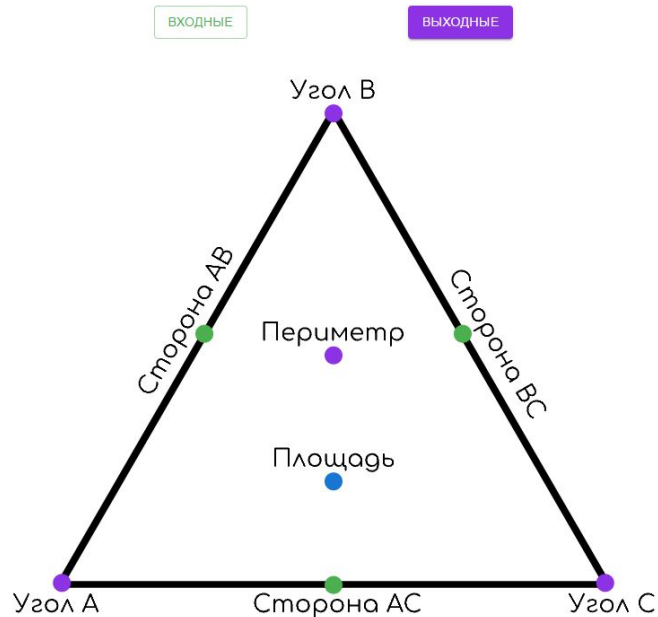
СБРОСИТЬ

Решение:

$$P = AB + BC + AC$$
$$\cos(\angle C) = \frac{AC^2 + BC^2 - AB^2}{2 \cdot AC \cdot BC}$$
$$\angle C = \arccos(\cos(\angle C))$$
$$\cos(\angle A) = \frac{AB^2 + AC^2 - BC^2}{2 \cdot AB \cdot AC}$$
$$\angle A = \arccos(\cos(\angle A))$$
$$\cos(\angle B) = \frac{AB^2 + BC^2 - AC^2}{2 \cdot AB \cdot BC}$$
$$\angle B = \arccos(\cos(\angle B))$$

12

# Сравнение с графовым представлением



# Пример другой перспективы

LuNA

localhost:3000

Входные данные

Медиана АВ

Медиана АС

Выходные данные

Биссектриса

СГЕНЕРИРОВАТЬ ПРОГРАММУ

РЕШИТЬ

ВХОДНЫЕ

ВЫХОДНЫЕ

Угол А в град

Угол А в °

Медиана АВ

Биссектриса А

Медиана АС

СБРОСИТЬ

The diagram shows a triangle with vertices A, B, and C. The angle at vertex A is labeled 'Угол А в град' and 'Угол А в °'. The medians are labeled 'Медиана АВ' and 'Медиана АС'. The angle bisector is labeled 'Биссектриса А'. The medians intersect at a point, and the angle bisector also passes through this point. The diagram is part of a web application interface with input and output fields for medians and the angle bisector, and buttons for generating code, solving, and resetting.

# Внешний вид веб-интерфейса для узких экранов

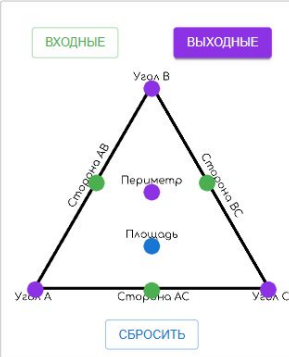
LuNA

localhost:3000

Размеры: Pixel 7 412 x 915 100% Без ограничения

ВХОДНЫЕ

ВЫХОДНЫЕ



Входные данные

Сторона AB

12

Сторона AC

23

Сторона BC

34

Выходные данные

Угол B

19,1167973866133

Угол A

151,04497562814015

Угол C

9,838226985246536

LuNA

localhost:3000

Размеры: Pixel 7 412 x 915 100% Без ограничения

Сторона AC

23

Сторона BC

34

Выходные данные

Угол B

19,1167973866133

Угол A

151,04497562814015

Угол C

9,838226985246536

Периметр

69

СГЕНЕРИРОВАТЬ ПРОГРАММУ

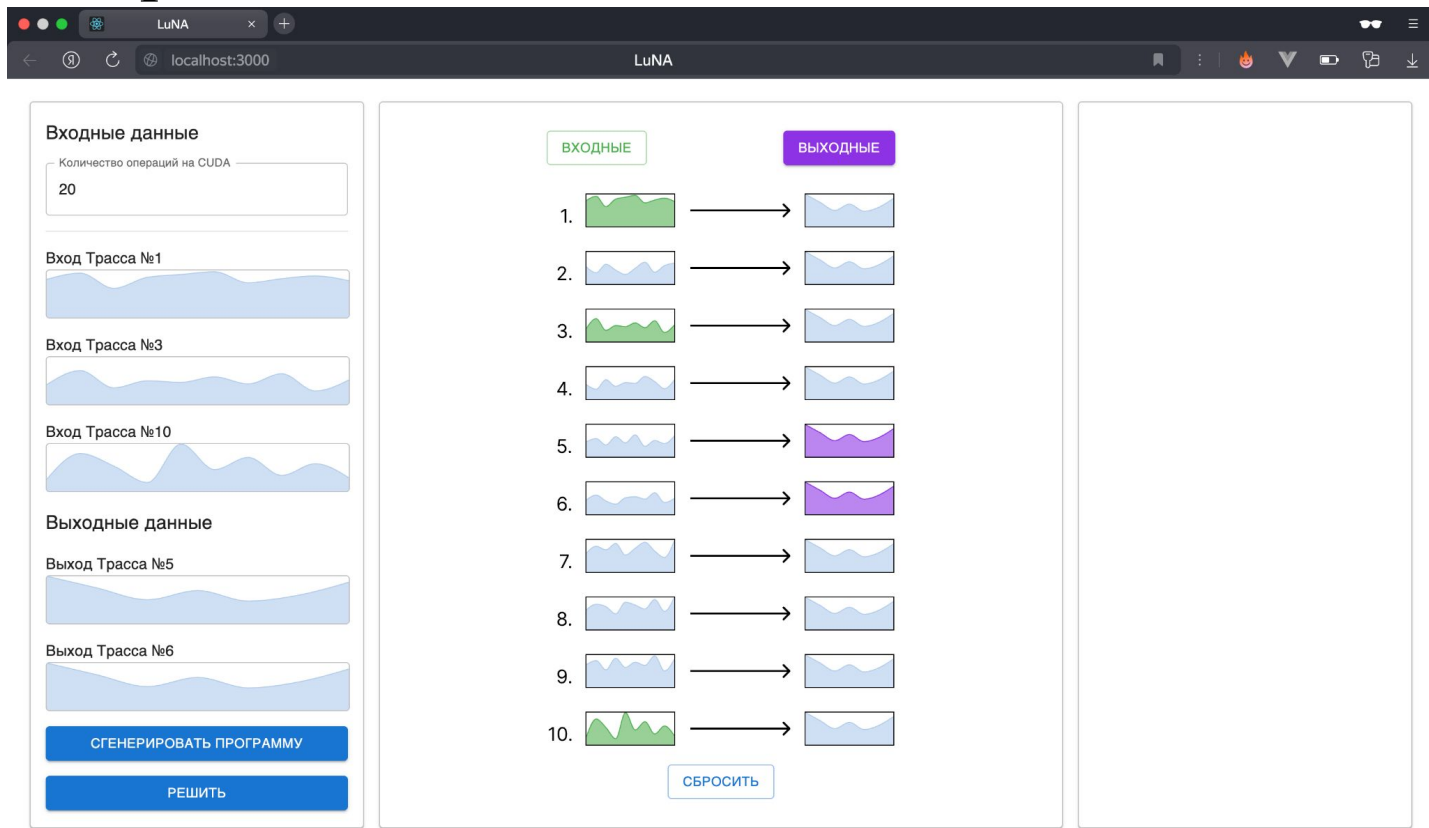
РЕШИТЬ

Решение:

$$P = AB + BC + AC$$
$$\cos(\angle C) = \frac{AC^2 + BC^2 - AB^2}{2 \cdot AC \cdot BC}$$
$$\angle C = \arccos(\cos(\angle C))$$
$$\cos(\angle A) = \frac{AB^2 + AC^2 - BC^2}{2 \cdot AB \cdot AC}$$
$$\angle A = \arccos(\cos(\angle A))$$
$$\cos(\angle B) = \frac{AB^2 + BC^2 - AC^2}{2 \cdot AB \cdot BC}$$
$$\angle B = \arccos(\cos(\angle B))$$

15

# Внешний вид веб-интерфейса для задачи многоканальной сейсмосвёртки





# Апробация

Данная работа была представлена на 63-ей Международной научной студенческой конференции, г. Новосибирск, 2025 г.

Тезисы будут опубликованы в сборнике материалов конференции МНСК-2025

# Заключение

В ходе выполнения работы была разработана модель описания визуального представления, а также реализованы формат и подсистема интерактивного представления баз активных знаний в системе LuNA. Разработанный формат и подсистема, которые обеспечивают вычислительные модели наглядной и интерактивной визуализацией, были встроены в систему активных знаний LuNA в качестве модуля визуального отображения.

Защищаемые положения:

1. Разработана концепция визуального отображения пользовательского интерфейса.
2. Разработана модель описания визуального представления баз активных знаний.
3. Разработанные модель описания и концепция визуального отображения были реализованы в виде веб-интерфейса с форматом описания и интегрированы в систему LuNA.

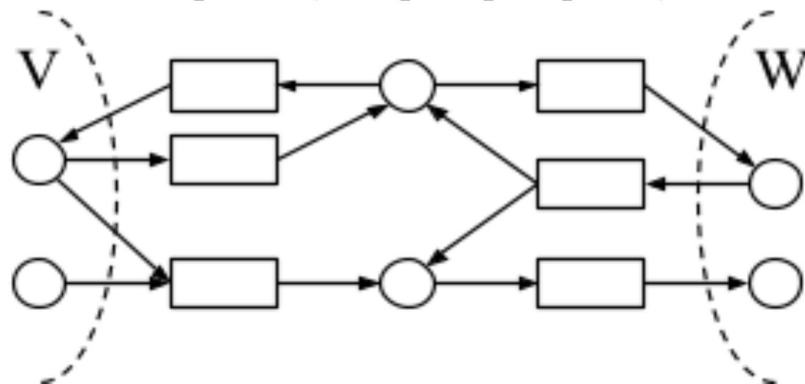
# Планы на будущее

В дальнейшем планируется продолжить работу над интерактивной визуализацией баз активных знаний в системе активных знаний LuNA.

Дальнейшие планы:

1. Усовершенствование формата и подсистемы визуального представления для охвата большего количества практически значимых предметных областей.
2. Обеспечение совместимости и интеграции с другими компонентами системы LuNA.

Спасибо за внимание!



Пример вычислительной модели. Круги — переменные, прямоугольники — операции

# Обеспечение масштабируемости по размеру экрана

$new\_coord = (new\_image\_size / base\_image\_size) * base\_coord$

`new_coord` - новые координаты элемента

`new_image_size` - текущий размер фонового изображения

`base_image_size` - размер изображения, указанный в формате описания

`base_coord` - координаты этого элемента указанные в формате описания

Веб-приложение, выступающее в роли клиента, формирует запрос на вычисление сформированной пользователем задачи и отправляет его на сервер, который может быть расположен как локально, так и на удалённом веб-сервере. После обработки запроса сервер возвращает результат, который отображается в пользовательском интерфейсе. В дальнейшем планируется поддержка перехода на внешний инженерный веб-интерфейс с возможностью возврата в данный интерфейс.

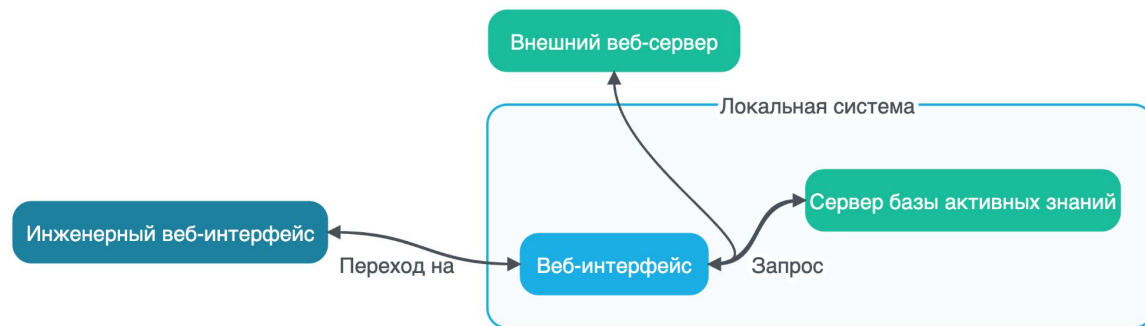


Схема взаимодействия клиентского веб-интерфейса с сервером базы активных знаний

# Тестирование

The screenshot shows a web application interface for testing, displayed in two browser windows. Both windows show the URL `localhost:3000`.

**Left Window:**

- At the top, there are two tabs labeled "ВХОДНЫЕ" (Inputs) and "ВЫХОДНЫЕ" (Outputs).
- Below these tabs, there are 10 rows of data series. Each row consists of an input series (left) and an output series (right), connected by an arrow. The input series are labeled 1 through 10. The output series are labeled 1 through 10.
- At the bottom of the window, there is a "Входные данные" (Input data) section with a text input field containing "20" and a "СБРОСИТЬ" (Reset) button.
- Below the input data, there is a "Вход Трасса №1" (Input Route #1) section with a blue area chart.

**Right Window:**

- At the top, there is a "СБРОСИТЬ" (Reset) button.
- Below the button, there is a "Входные данные" (Input data) section with a text input field containing "20".
- Below the input data, there are three sections for input routes: "Вход Трасса №1", "Вход Трасса №3", and "Вход Трасса №10". Each section contains a blue area chart.
- Below the input routes, there is a "Выходные данные" (Output data) section with two sections: "Выход Трасса №5" and "Выход Трасса №6". Each section contains a blue area chart.
- At the bottom, there are two blue buttons: "СГЕНЕРИРОВАТЬ ПРОГРАММУ" (Generate Program) and "РЕШИТЬ" (Solve).
- Below the buttons, there is an empty text input field.