

# ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО ПЛАНИМЕТРИИ

С.С. Курбатов, *curbatow.serg@yandex.ru*

А.П. Лобзин, *lobzin@rambler.ru*

Г.К. Хахалин, *gkhakhalin@yandex.ru*

# Постановка задачи

---

- Общее направление наших исследований— интерпретация технически-ориентированных текстов на естественном языке с помощью прикладных онтологий.
- Система автоматического решения задач по планиметрии с использованием онтологии и естественно-языкового интерфейса.

# Схема системы



# Роль геометрии

---

- Свою роль в осмыслении таких фундаментальных понятий как аксиоматика, формальная система, непротиворечивость, модель, интерпретация, **связь с внешним миром** геометрия не утратила и на современном этапе.
- Ранние работы (Гелернтер 1963). Интеграция средств лингвистики, онтологий и современной графики – новый взгляд на роль геометрии (в образовании, а также в качестве полигона для исследований в ИИ)

# Лингвистическая трансляция

---

- Задача лингвистического транслятора - по ЕЯ-тексту планиметрической задачи построить концептуальную структуру описания ситуации в терминах понятий и отношений прикладной онтологии.
- Метод лингвистической трансляции.
- Обработка ЕЯ-текстов планиметрических задач основана на лингвистической концепции перифразирования [Апресян и др., 1989]
- С помощью правил перифразирования предметно-ориентированный текст переводится в канонические структуры, непосредственно отображаемые в онтологию.

# Онтология (концепты геометрии)

---

## ОБЪЕКТЫ

- Точки
- Прямые
- Плоскости

## ■ ОТНОШЕНИЯ

- Лежат
- Между
- Конгруэнтны (равны)

# Аксиомы и производные объекты

---

Пять групп аксиом, с их помощью строятся производные объекты

- Угол
- Треугольник
- Окружность
- Трапеция и т.д.

# Программная поддержка аксиоматики и производных объектов (базовые функции)

---

- Введение декартовых координат позволяет задавать аксиоматику концептов и отношений в алгебраическом виде. Например, *точка* задается парой чисел  $(x, y)$ , *прямая* - двумя точками  $(x_1, y_1) - (x_2, y_2)$ , а аксиоматика *точка A*  $(x, y)$  *принадлежит прямой*, если и только если  $x = x_1 = x_2$  (для вертикальной прямой),  $y = y_1 = y_2$  (для горизонтальной прямой) и, наконец,  $y = k \cdot x + b$ , где  $k = (y_2 - y_1) / (x_2 - x_1)$ ,  $b = y_1 - (y_2 - y_1) / (x_2 - x_1) \cdot x_1$ .



# Базовые функции

---

Должны обеспечивать операции в онтологии и их отображение на чертеже (программно).

Создать точку, отрезок (прямую) окружность, найти отношение между прямыми (пересекаются, параллельны, совпадают), быть внутри (вне), больше-меньше (угол, отрезок), между (окружность-окружность прямая-окружность), и т.д.

# Пример ЕЯ-описания задачи

---

- *Даны две произвольные точки и прямая. Построить окружность, которая проходит через эти точки и имеет центр на этой прямой.*
- *Построить окружность, которой принадлежали бы две заданные точки. Центр окружности должен принадлежать заданной прямой.*
- *Построить окружность, проходящую через две заданные точки, с центром на заданной прямой.*
- *Найти центр и радиус окружности, проходящую через точки  $A$  и  $B$ , а ее центр находится на прямой  $pr$ . ... и т.д.*

# Пример перифразирования

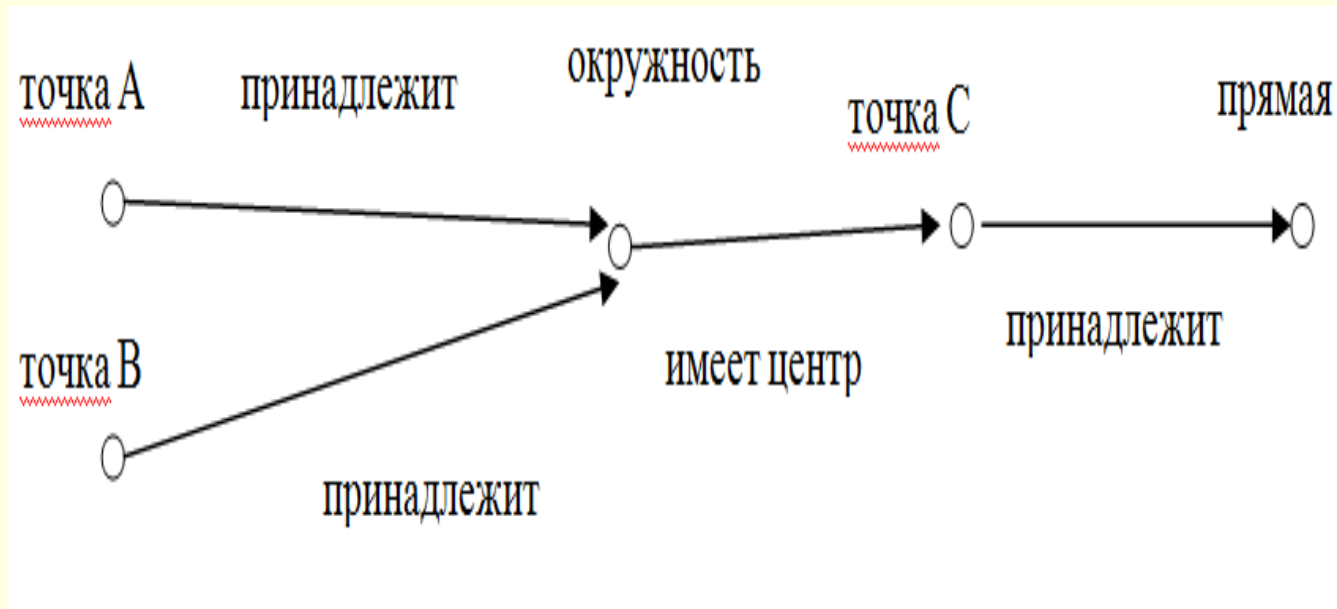
---

В результате выполнения соответствующих правил перифразирования текст задачи представляется в виде следующего (канонического) описания:

- *Построить произвольную точку A. Построить произвольную точку B.*
- *Построить произвольную прямую. Построить окружность.*
- *Точка A принадлежит окружности. Точка B принадлежит окружности.*
- *Центр окружности принадлежит прямой.*

# Онтологическая структура

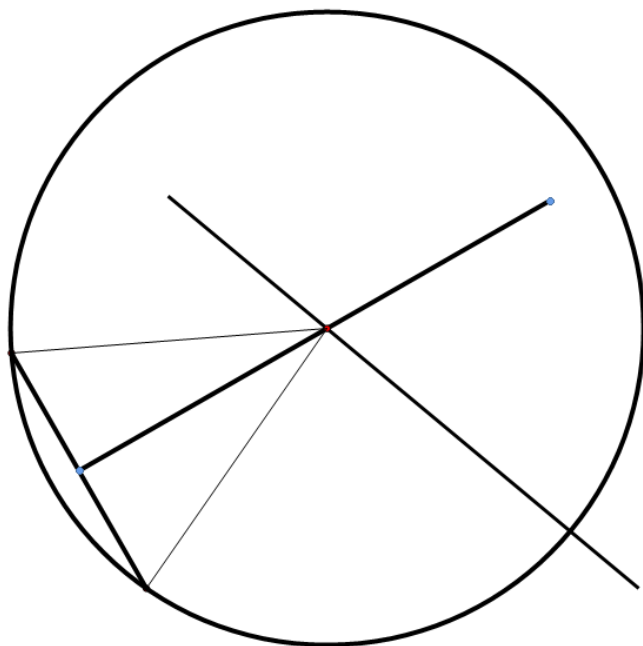
Текст канонического описания непосредственно отображается в структуру онтологии, Помечены как "известны" (или "дано") *точка A*, *точка B* и *прямая*. *Точка C* и *окружность* помечены как "неизвестны" (или "найти").



# Онтологический Решатель

- Должен найти последовательность базовых операций, позволяющих построить требуемый объект (*точку, окружность, прямую* и т.д.).
- В качестве базовых операций используются "*создать точку*" (*отрезок, прямую, окружность*), "*найти середину отрезка*", "*провести перпендикуляр из точки на отрезке прямой*", "*опустить перпендикуляр из точки на прямую*" и т.п.
- Набор базовых операций не фиксирован и может пополняться.

# Предметная визуализация (чертеж, протокол, объяснение) screen-shot



Комментарий:

Радиус в нижний конец отрезка АВ

- 1) Построена точка А
- 2) Построена точка В
- 3) Проведена произвольная прямая (на ней должен быть центр окружности)
- 4) Построен отрезок заданный точками А и В
- 5) Проведен перпендикуляр из середины отрезка
- 6) Найдена точка пересечения перпендикуляра и прямой (задает центр окружности)
- 7) Построена окружность - координаты центра и радиуса
- 8) Проведен радиус в верхний конец отрезка АВ
- 9) Проведен радиус в нижний конец отрезка АВ

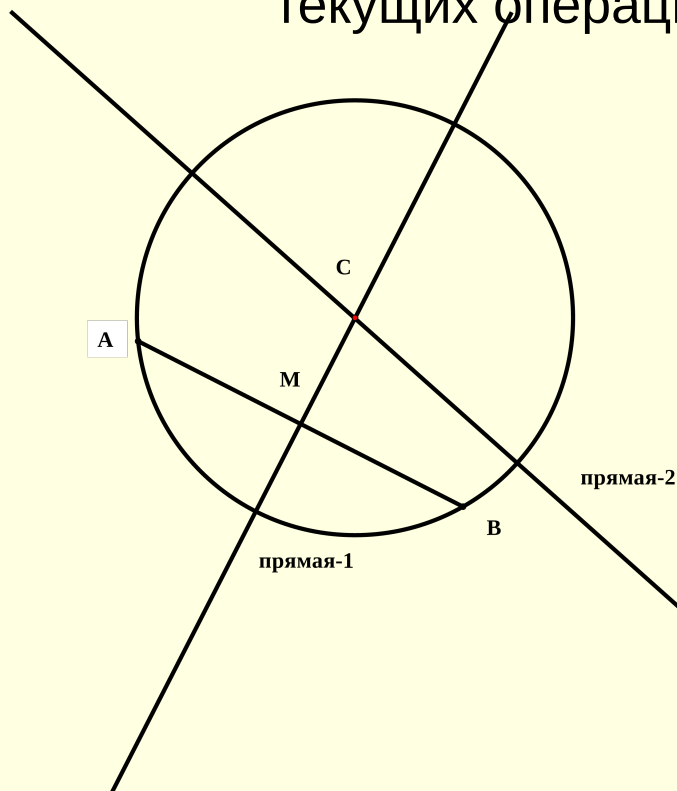
Что это?

Шаг назад

Шаг вперед

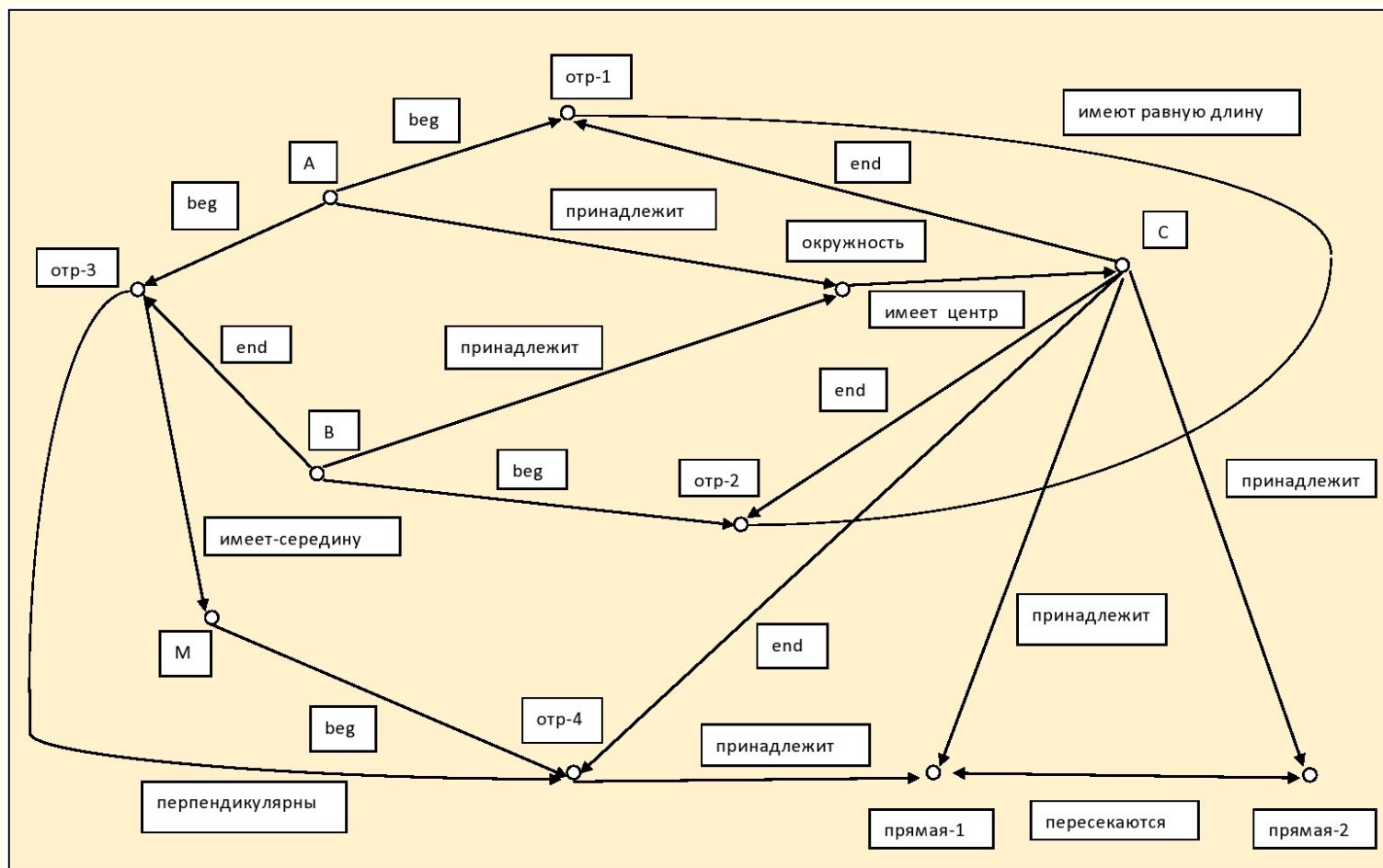
# Предметная визуализация

- Предметная визуализация - динамически формируемый чертеж, соответствующий выполнению текущих операций:



- построить отрезок A-B;
- найти середину отрезка A-B;
- построить прямую, перпендикулярную отрезку A-B и проходящую через его середину (прямая-2);
- найти точку пересечения прямых прямая-2 и прямая-1 (точка-C);
- построить окружность с центром в точке (точка-C) и радиусом (отрезок A- точка-C).

# Онтологическая визуализация





# РАЗВИТИЕ системы

---

- ЕЯ-диалог по обоснованию решения;
- Выявление пробелов в знаниях пользователя;
- Фаза исследования (решения и не только);
- Расширение онтологии (аналитика и стереометрия);
- Тестирование на представительном множестве задач;
- Использование развитой графики;
- Обобщение разработанных в данной задаче средств (онтология, эвристики, интеллектуальный перебор).
- Иерархическая организация теорем, средства автоматического пополнения онтологии

# Спасибо за внимание!

---

- Дополнительную информацию можно получить у докладчика
- или обратившись по e-mail:

*[curbatow.serg@yandex.ru](mailto:curbatow.serg@yandex.ru)*

*[lobzin@rambler.ru](mailto:lobzin@rambler.ru)*

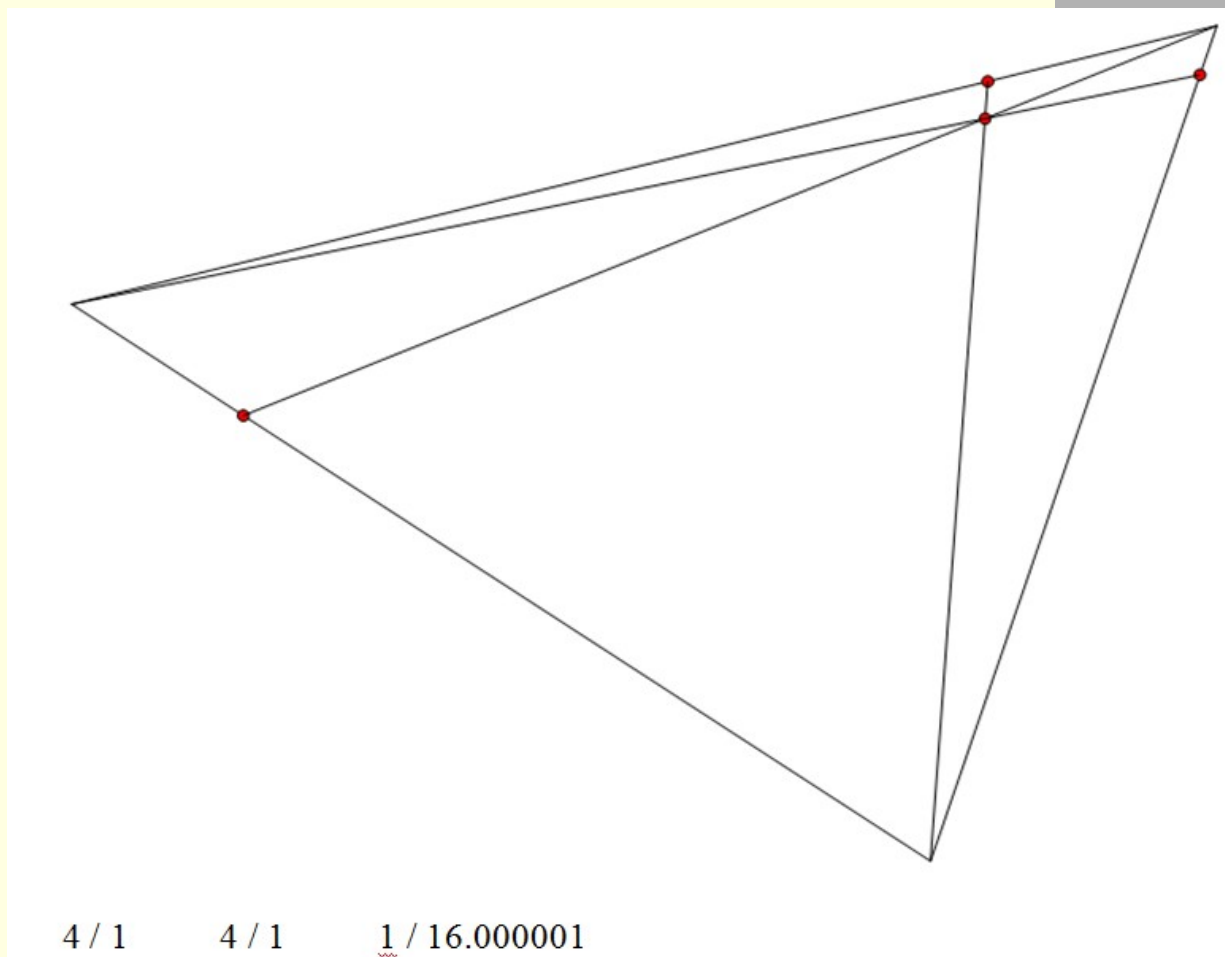
*[gkhakhalin@yandex.ru](mailto:gkhakhalin@yandex.ru)*

# Дополнительные слайды

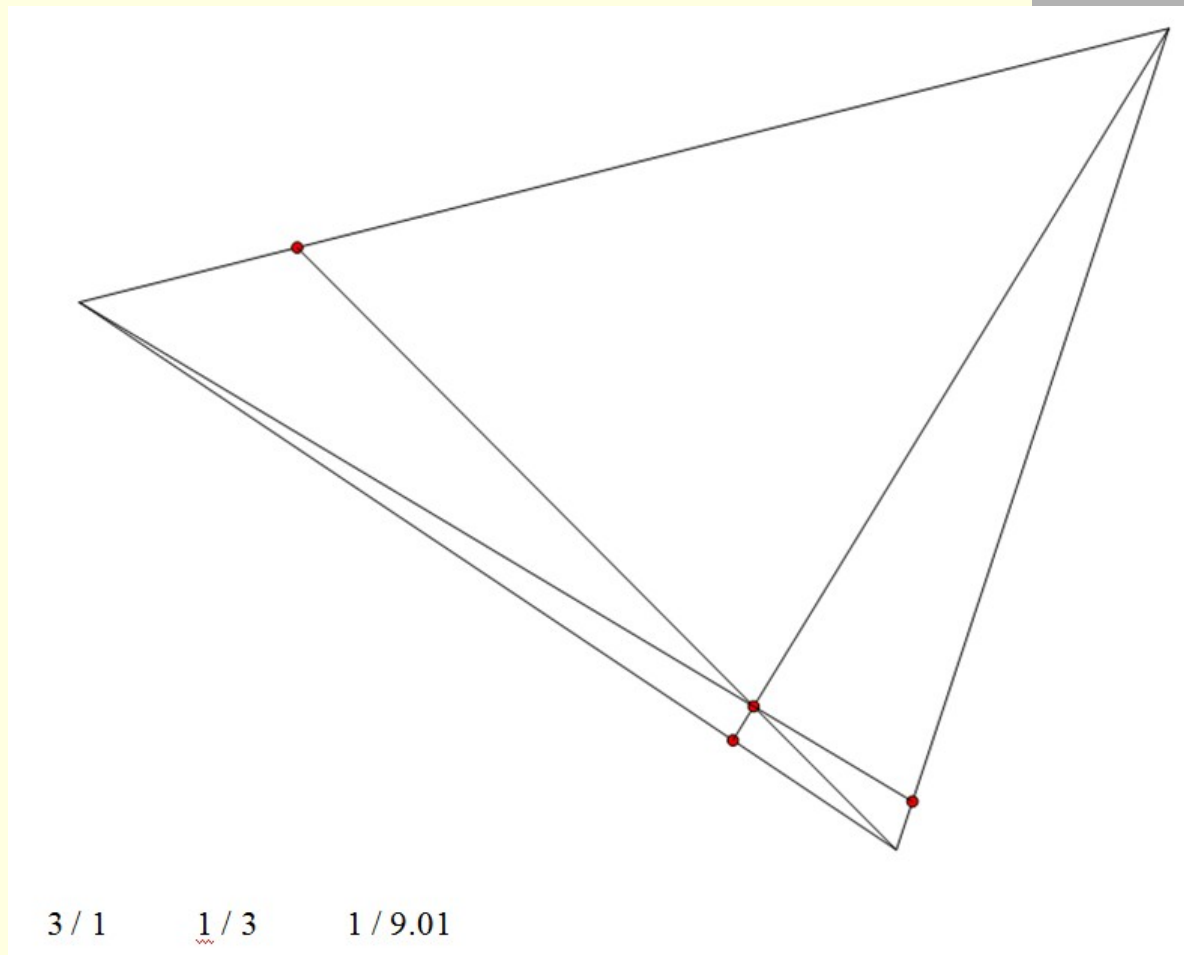
---

- исследование решения - на примере той же задачи.
- эмпирика и теорема Чебы.
- индуктивные соображения - путь к доказательству (дедукция).

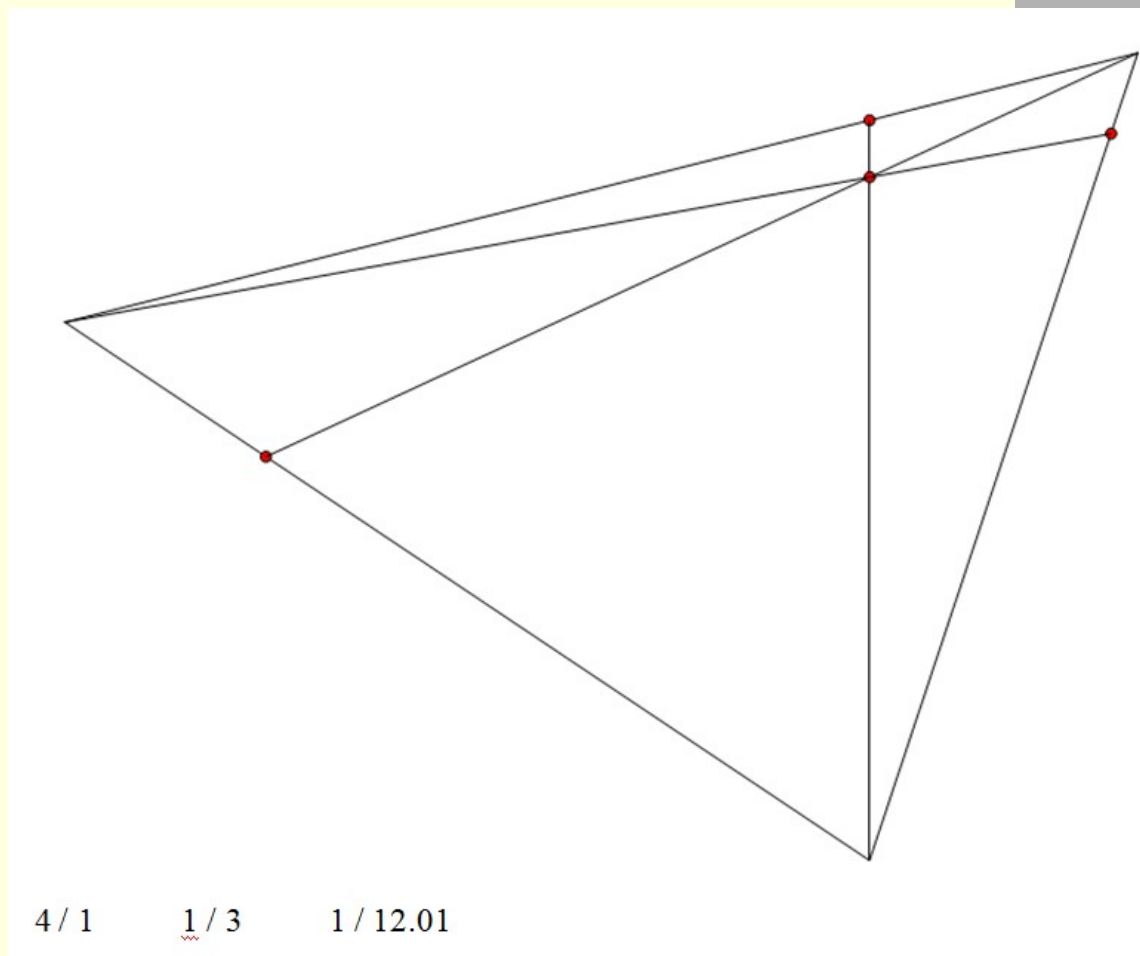
# 1-Исследование теоремы Чебы



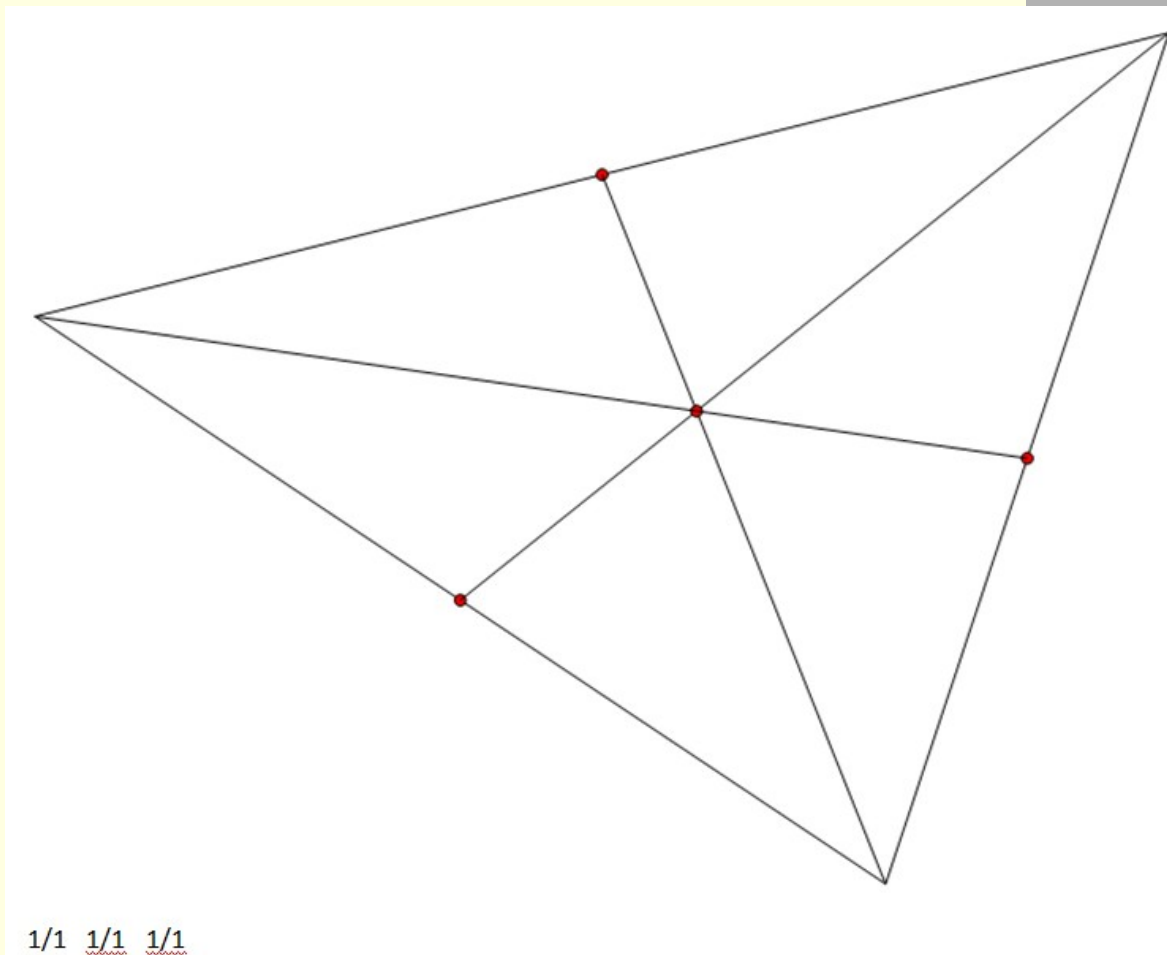
## 2-Исследование теоремы Чебы



# 3-Исследование теоремы Чебы



## 4-Исследование теоремы Чебы



# Ограничения

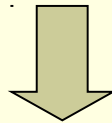
---

- Приведем пример задачи, которую системе не удалось решить из-за нехватки базовых операций
- *Построить прямоугольный треугольник по гипотенузе и биссектрисе прямого угла.*
- Построение в этой задаче требовало решения квадратного уравнения. Символьная запись решения позволяла построить нужные отрезки, используя теорему Пифагора. Однако в текущей версии системы не реализованы операции уровня аналитики.

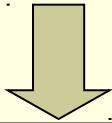


# Выдвинуть эмпирические догадки, используемые в дальнейшем для строгого доказательства

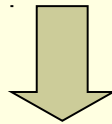
ТЕКСТ ЗАДАЧИ НА ЯЗЫКЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ (ЯПЗ)



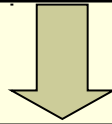
ГЕНЕРАЦИЯ КОНКРЕТНЫХ ПРИМЕРОВ



ЭМПИРИЧЕСКИЕ ДОГАДКИ

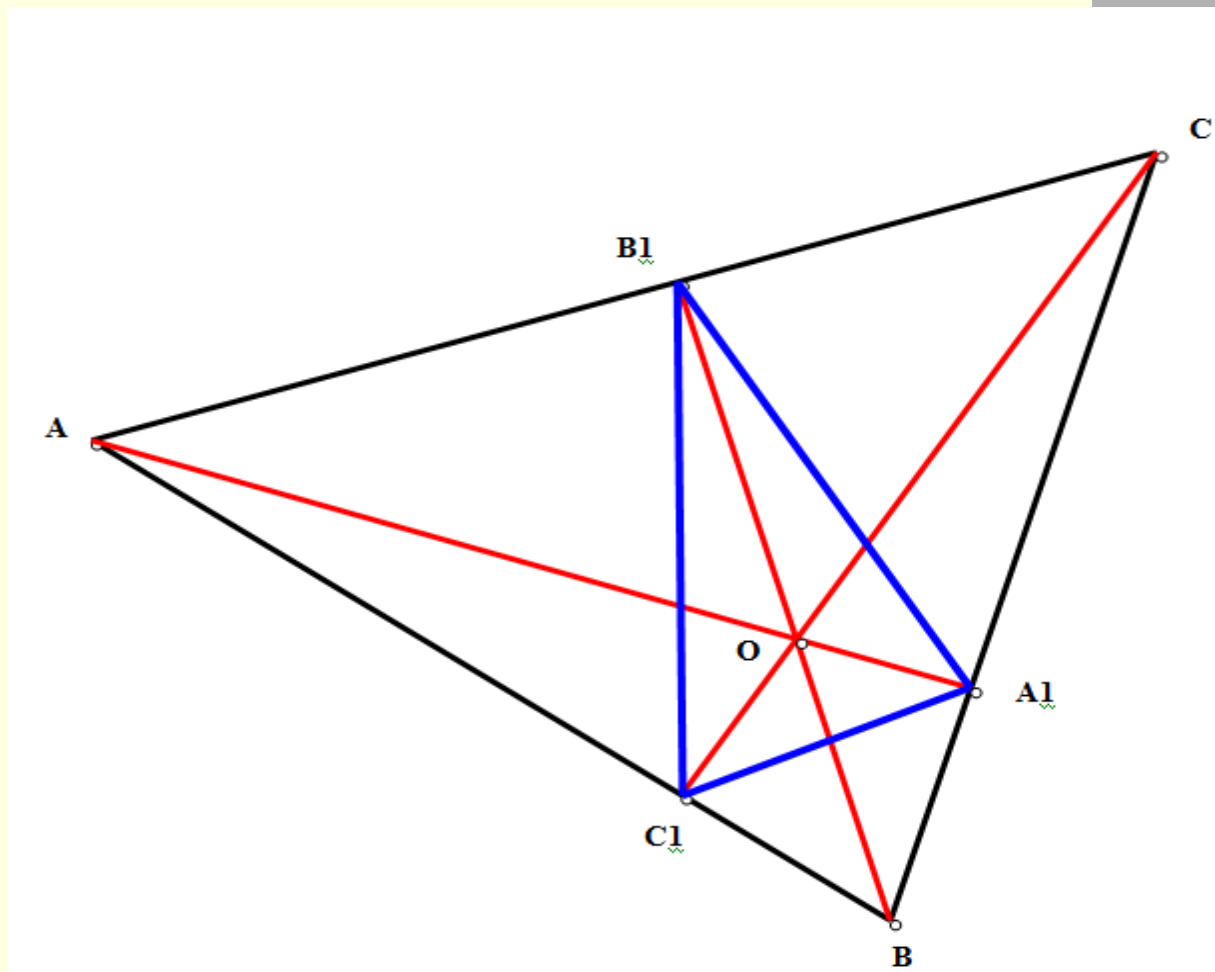


СТРОГОЕ ДОКАЗАТЕЛЬСТВО



АНАЛОГИИ

# Сгенерированный рисунок для эмпирического этапа



# Сгенерированный рисунок – решение – результат дедуктивного этапа

