



# Реалізація рекомендаційної системи для розв'язування математичних задач

Керівник наукової роботи:

Жежерун О.П.

Підготувала роботу:

Герасименко Є.О.



# Постановка задачі

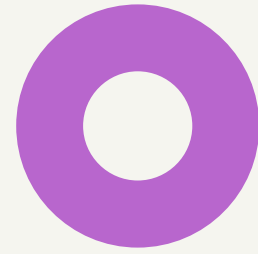
## Мета

Метою є дослідження методів та особливостей управління онтологічними базами знань у контексті створення рекомендаційної системи для розв'язку математичних задач.

## Завдання

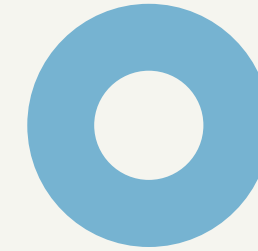
Завданням є розробка рекомендаційної системи для розв'язування математичних задач за допомогою фреймворку Protege для побудови інтелектуальних систем.

# Предмет дослідження



Предметом дослідження є інструменти та методи обробки текстових даних українською мовою, зокрема використання баз знань для автоматичного логічного висновування. Також розглядається застосування геометричної онтології з метою перевірки узгодженості отриманих даних.

# Об'єкт дослідження



Об'єктом дослідження є оброблення україномовних текстів, що включає в себе створення баз знань, логічне виведення та перевірку несуперечності даних з використанням онтологій.

# Проблематика

Хоча сучасні системи ще не досягли рівня повного «розуміння» мови, наближеного до людського, вже існують ефективні інструменти для аналізу тексту, автоматичного перекладу, розпізнавання мовлення та генерації природно-мовного тексту.

Втім, більшість таких систем орієнтована переважно на англійську мову, яка має статус глобальної мови міжнародного спілкування та наукової комунікації.

Українська мова в свою чергу - багата і складна, і саме синтаксичні, семантичні та морфологічні особливості ускладнюють її використання для спілкування з комп'ютером. Кількість готових рішень і бібліотек обмежена, що ускладнює розробку повноцінних систем обробки тексту, та NLP ще не досягла того рівня розвитку, що існує для англійської мови.

# Рекомендаційна система

—це програма або алгоритм, які використовують теорію з предмету, приклади рішення задач для валідації відповідей та рекомендацій щодо вирішення завдань.

1. Колаборативна фільтрація (Collaborative Filtering)
2. Контентно-орієнтовані системи (Content-Based Filtering)
3. Гібридні системи (Hybrid Systems)
4. На основі знань (Knowledge-based systems)

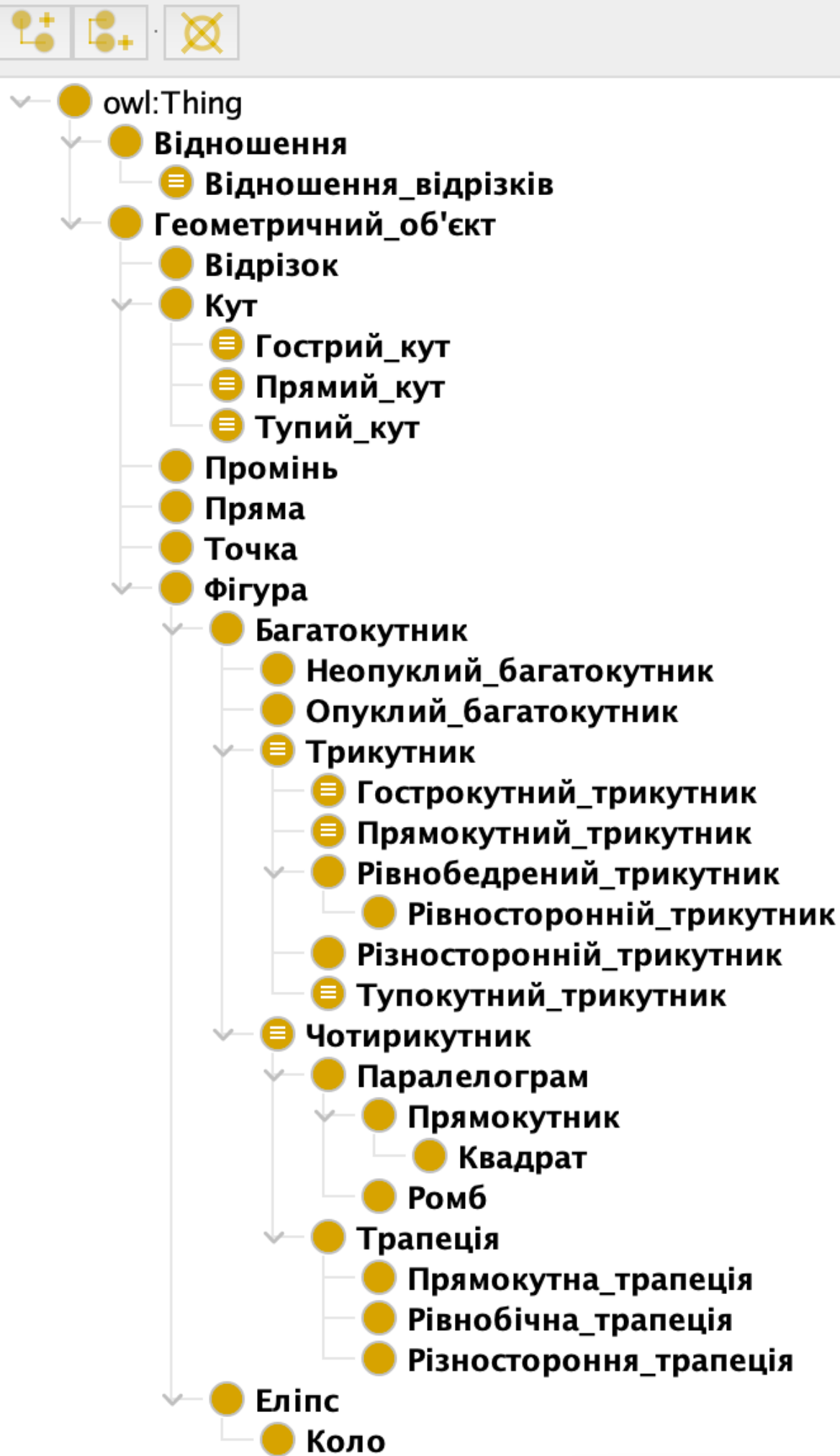
# База знань

—це структурована колекція інформації, система, розроблена для зберігання, організації та управління знаннями.

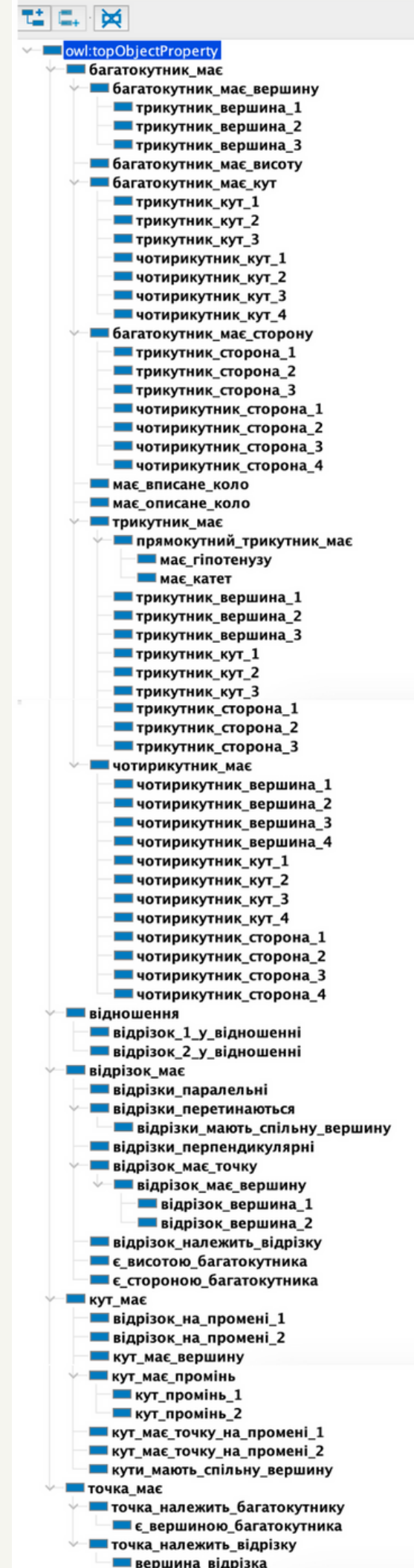
# Онтологія

- певне формалізоване представлення знань та фактів разом з їхніми властивостями та взаємозв'язками.

## Class hierarchy:

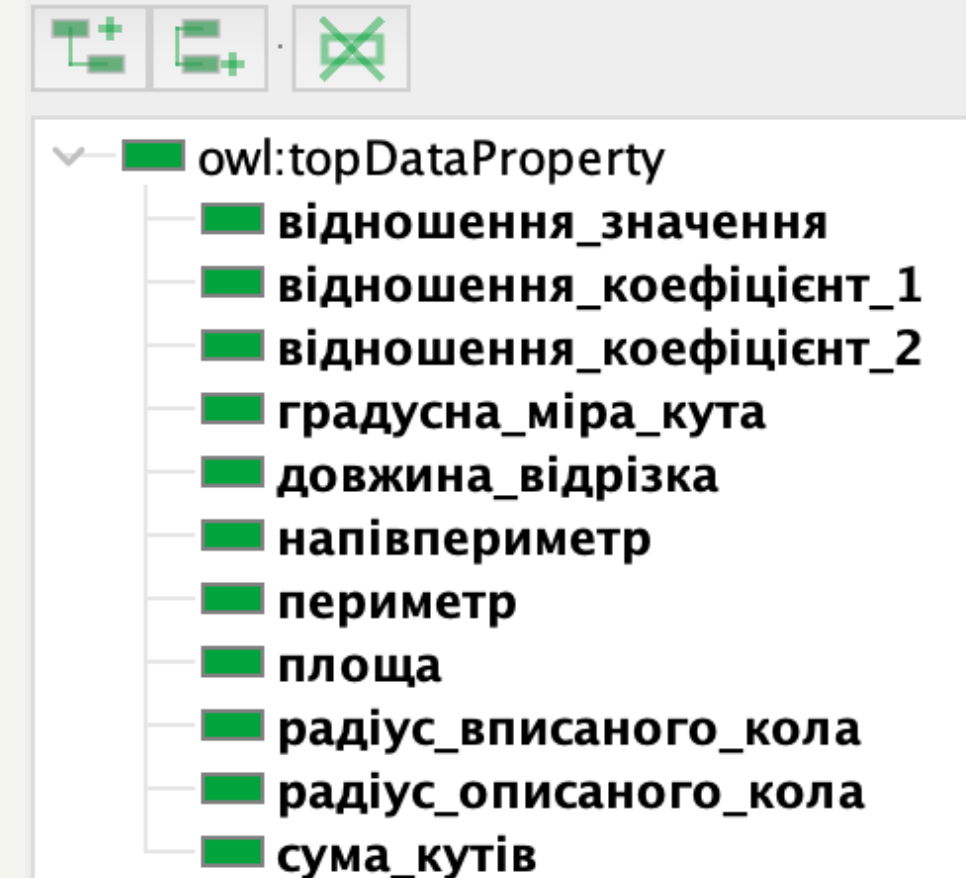


## Object property hierarchy: owl:topObjectProperty

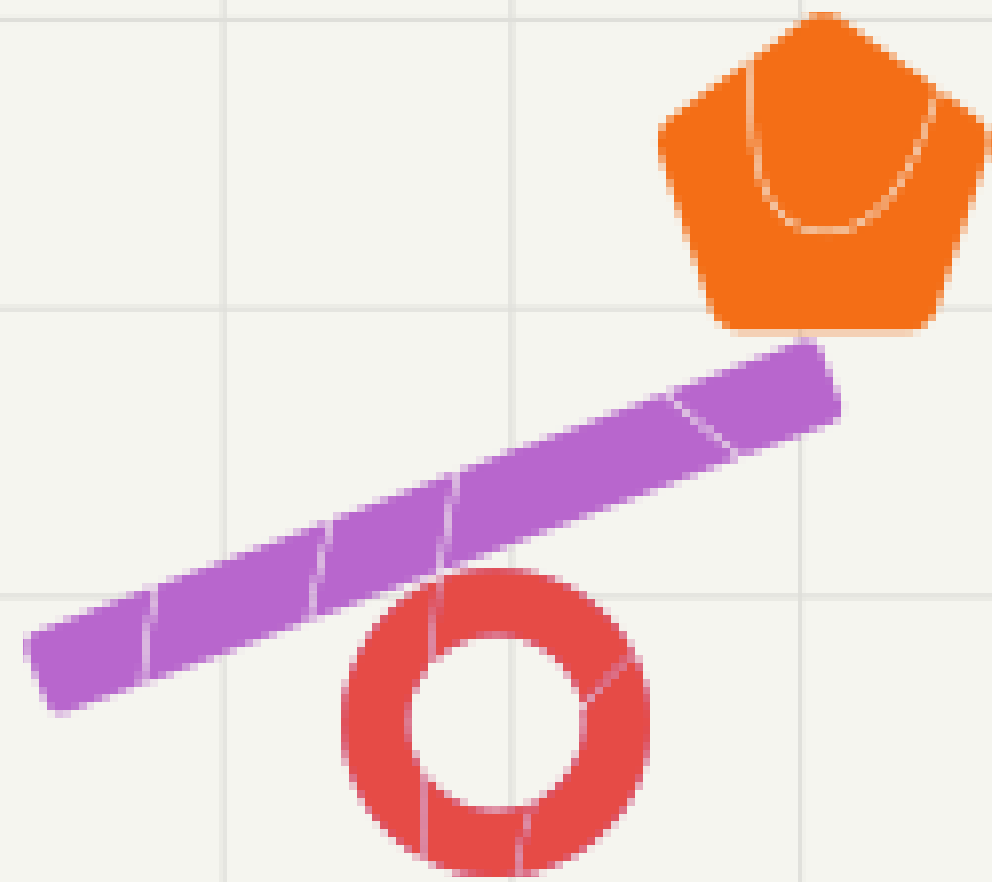


# Онтологія

## Data property hierarchy:







# NLP система

## UDPipe

Для реалізації рекомендаційної системи було обрано UDPipe як NLP систему

Обробка природної мови (англ. Natural Language Processing, NLP) —це міждисциплінарна галузь, яка поєднує лінгвістику, інформатику, машинне навчання та штучний інтелект.

Метою NLP є створення моделей і алгоритмів, які дозволяють комп'ютерам аналізувати, інтерпретувати та ефективно взаємодіяти з текстами або висловлюваннями, написаними природною мовою.

UDPipe —це інструмент для обробки природної мови (NLP) який забезпечує обробку тексту за допомогою Lemmatization —приведення слова до початкової форми (трикутника - трикутник).

# Задача 1

Умова: З вершини тупого кута  $B$  паралелограма  $ABCD$  проведено висоту  $BK$ . Сторона  $BK$  відноситься до  $AB$  як  $1/2$ . Знайдіть кут  $D$  паралелограма.



Відношення(коефіцієнти -> значення)

Comment

Status

Ok

untitled-ontology-4:відношення\_коефіцієнт\_1(?r, ?k1) ^ untitled-ontology-4:відношення\_коефіцієнт\_2(?r, ?k2) ^ swrlb:divide(?res, ?k1, ?k2) ^ untitled-ontology-4:Відношення\_відрізків(?r) -> untitled-ontology-4:відношення\_значення(?r, ?res)

Кути однакові (1 < 2 2 < 1)

Comment

Status

Ok

untitled-ontology-4:Кут(?ang1) ^ untitled-ontology-4:Кут(?ang2) ^ untitled-ontology-4:кути\_мають\_спільну\_вершину(?ang1, ?ang2) ^ untitled-ontology-4:відрізок\_на\_промені\_1(?ang1, ?s11) ^ untitled-ontology-4:відрізок\_на\_промені\_2(?ang1, ?s12) ^ untitled-ontology-4:відрізок\_на\_промені\_1(?ang2, ?s21) ^ untitled-ontology-4:відрізок\_на\_промені\_2(?ang2, ?s22) ^ untitled-ontology-4:відрізок\_належить\_відрізку(?s22, ?s11) ^ untitled-ontology-4:відрізок\_належить\_відрізку(?s21, ?s12) ^ untitled-ontology-4:градусна\_міра\_кута(?ang1, ?d) -> untitled-ontology-4:градусна\_міра\_кута(?ang2, ?d)

Кути однакові (1 < 1 2 < 2)

Comment

Status

Ok

untitled-ontology-4:Кут(?ang1) ^ untitled-ontology-4:Кут(?ang2) ^ untitled-ontology-4:кути\_мають\_спільну\_вершину(?ang1, ?ang2) ^ untitled-ontology-4:відрізок\_на\_промені\_1(?ang1, ?s11) ^ untitled-ontology-4:відрізок\_на\_промені\_2(?ang1, ?s12) ^ untitled-ontology-4:відрізок\_на\_промені\_1(?ang2, ?s21) ^ untitled-ontology-4:відрізок\_на\_промені\_2(?ang2, ?s22) ^ untitled-ontology-4:відрізок\_належить\_відрізку(?s22, ?s12) ^ untitled-ontology-4:відрізок\_належить\_відрізку(?s21, ?s11) ^ untitled-ontology-4:градусна\_міра\_кута(?ang1, ?d) -> untitled-ontology-4:градусна\_міра\_кута(?ang2, ?d)

Кути однакові (1 > 1 2 > 2)

Comment

Status

Ok

untitled-ontology-4:Кут(?ang1) ^ untitled-ontology-4:Кут(?ang2) ^ untitled-ontology-4:кути\_мають\_спільну\_вершину(?ang1, ?ang2) ^ untitled-ontology-4:відрізок\_на\_промені\_1(?ang1, ?s11) ^ untitled-ontology-4:відрізок\_на\_промені\_2(?ang1, ?s12) ^ untitled-ontology-4:відрізок\_на\_промені\_1(?ang2, ?s21) ^ untitled-ontology-4:відрізок\_на\_промені\_2(?ang2, ?s22) ^ untitled-ontology-4:відрізок\_належить\_відрізку(?s11, ?s21) ^ untitled-ontology-4:відрізок\_належить\_відрізку(?s12, ?s22) ^ untitled-ontology-4:градусна\_міра\_кута(?ang1, ?d) -> untitled-ontology-4:градусна\_міра\_кута(?ang2, ?d)

Кути однакові (1 > 2 2 > 1)

Comment

Status

Ok

untitled-ontology-4:Кут(?ang1) ^ untitled-ontology-4:Кут(?ang2) ^ untitled-ontology-4:кути\_мають\_спільну\_вершину(?ang1, ?ang2) ^ untitled-ontology-4:відрізок\_на\_промені\_1(?ang1, ?s11) ^ untitled-ontology-4:відрізок\_на\_промені\_2(?ang1, ?s12) ^ untitled-ontology-4:відрізок\_на\_промені\_1(?ang2, ?s21) ^ untitled-ontology-4:відрізок\_на\_промені\_2(?ang2, ?s22) ^ untitled-ontology-4:відрізок\_належить\_відрізку(?s11, ?s22) ^ untitled-ontology-4:відрізок\_належить\_відрізку(?s12, ?s21) ^ untitled-ontology-4:градусна\_міра\_кута(?ang1, ?d) -> untitled-ontology-4:градусна\_міра\_кута(?ang2, ?d)

Паралелограм (сума суміжних кутів(1))

Comment

Status

Ok

untitled-ontology-4:Паралелограм(?q) ^ untitled-ontology-4:чотирикутник\_кут\_1(?q, ?s1) ^ untitled-ontology-4:чотирикутник\_кут\_2(?q, ?s2) ^ untitled-ontology-4:градусна\_міра\_кута(?s1, ?l1) ^ swrlb:subtract(?res, "180.0"^^xsd:double, ?l1) -> untitled-ontology-4:градусна\_міра\_кута(?s2, ?res)

```

# newdoc
# newpar
# sent_id = 1
# text = 3 вершини тупого кута В паралелограма ABCD проведено висоту BK.
1   3   з   ADP   Spsg   Case=Gen   2   case   _   _   _
2   вершини   вершина   NOUN   Ncfsng   Animacy=Inan|Case=Gen|Gender=Fem|Number=Sing   8   obl   _   _
3   тупого   тупий   ADJ   Ao-msgf   Case=Gen|Gender=Masc|Number=Sing   4   amod   _   _
4   кута   кут   NOUN   Ncmmsgn   Animacy=Inan|Case=Gen|Gender=Masc|Number=Sing   2   nmod   _   _
5   В   в   X   X   Foreign=Yes   6   amod   _   _
6   паралелограма   паралелограма   NOUN   Ncfsnn   Animacy=Inan|Case=Nom|Gender=Fem|Number=Sing   8   nsubj   _
7   ABCD   Abcd   X   X   Foreign=Yes   6   nmod   _   _
8   проведено   провести   VERB   Vmeo   Aspect=Perf|Mood=Ind|Person=0|VerbForm=Fin   0   root   _
9   висоту   висота   NOUN   Ncfsan   Animacy=Inan|Case=Acc|Gender=Fem|Number=Sing   8   obj   _
10  BK   BK   X   X   Foreign=Yes   9   nmod   _   SpaceAfter=No
11  .   .   PUNCT   U   _   8   punct   _   _

# sent_id = 2
# text = Сторона BK відноситься до AB як 1/2.
1   Сторона   сторона   NOUN   Ncfsnn   Animacy=Inan|Case=Nom|Gender=Fem|Number=Sing   3   nsubj   _
2   BK   BK   X   X   Foreign=Yes   1   nmod   _   _
3   відноситься   відноситися   VERB   Vmpip3s   Aspect=Imp|Mood=Ind|Number=Sing|Person=3|Tense=Pres|VerbForm=Fin   0   root   _
4   до   до   ADP   Spsg   Case=Gen   5   case   _   _
5   AB   Ab   NOUN   Ncfsng   Animacy=Inan|Case=Gen|Gender=Fem|Number=Sing   3   obl   _
6   як   як   SCONJ   Csx   _   7   mark   _   _
7   1   1   NUM   Mlcmns   Case=Nom|Gender=Masc|NumType=Card|Uninflct=Yes   5   flat:title   _   S
paceAfter=No
8   /   /   PUNCT   U   _   9   punct   _   SpaceAfter=No
9   2   2   NUM   Mlcmns   Case=Nom|Gender=Masc|NumType=Card|Uninflct=Yes   7   compound   _   S
paceAfter=No
10  .   .   PUNCT   U   _   3   punct   _   _

# sent_id = 3
# text = Знайдіть кут С паралелограма
1   Знайдіть   Знайдити   VERB   Vmem-2p   Aspect=Perf|Mood=Imp|Number=Plur|Person=2|VerbForm=Fin   0   root   _
2   кут   кут   NOUN   Ncmssan   Animacy=Inan|Case=Acc|Gender=Masc|Number=Sing   1   obj   _
3   С   С.   NOUN   Y   Abbr=Yes|Animacy=Inan|Case=Acc|Gender=Fem|Number=Sing|Uninflct=Yes   2   nmod   _
4   паралелограма   паралелограма   NOUN   Ncfsnn   Animacy=Inan|Case=Nom|Gender=Fem|Number=Sing   1   nsubj   _
SpacesAfter=\n

```



### Property assertions: BK\_AB

Object property assertions +

■ відношення AB	? @ X O
■ відрізок_2_у_відношенні AB	? @ X O
■ відрізок_1_у_відношенні BK	? @ X O
■ відношення BK	? @ X O

Data property assertions +

■ відношення_значення "0.5"^^xsd:double	? @ X O
■ відношення_коефіцієнт_2 "2.0"^^xsd:double	? @ X O
■ відношення_коефіцієнт_1 "1.0"^^xsd:double	? @ X O
■ відношення_значення "0.5"^^xsd:double	? @

### Property assertions

Object property assertions +

■ відрізок_на_промені_1 AK	? @ X O
■ відрізок_на_промені_2 AB	? @ X O
■ кут_має AB	? @
■ кут_має A	? @
■ кут_має кут_BAK	? @
■ кут_має кут_BAD	? @
■ кут_має АК	? @
■ кут_має_вершину A	? @
■ кути_мають_спільну_вершину кут_BAK	? @
■ кути_мають_спільну_вершину кут_BAD	? @

Data property assertions +

■ градусна_міра_кута "30.0"^^xsd:double	? @
---	-----

### Negative object property assertions +

```

EntityPropertyResult(individual='Паралелограм', pp='ABCD', properties={{'має_висоту': {'Відрізок', pp:'BK'}}, {'має_сторону': {'Відрізок', pp:'AB'}, {'має_сторону': {'Відрізок', pp:'BC'}}, {'має_сторону': {'Відрізок', pp:'CD'}, {'має_сторону': {'Відрізок', pp:'AD'}, {'має_кут': {'Тупий_кут', pp:'B'}}})
EntityPropertyResult(individual='Відношення', properties={'відрізок_у_відношенні1': {'Відрізок', pp:'BK'}, {'відрізок_у_відношенні2': {'Відрізок', pp:'AB'}, {'коефіцієнт1', 1}, {'коефіцієнт2', 2}})
SearchProperty(individual='Кут', pp:'A', properties={'градусна_міра'})

```

# Міркування Reasoner

• Show regular justifications • All justifications  
○ Show laconic justifications ○ Limit justifications to

Explanation 1  Display laconic explanation

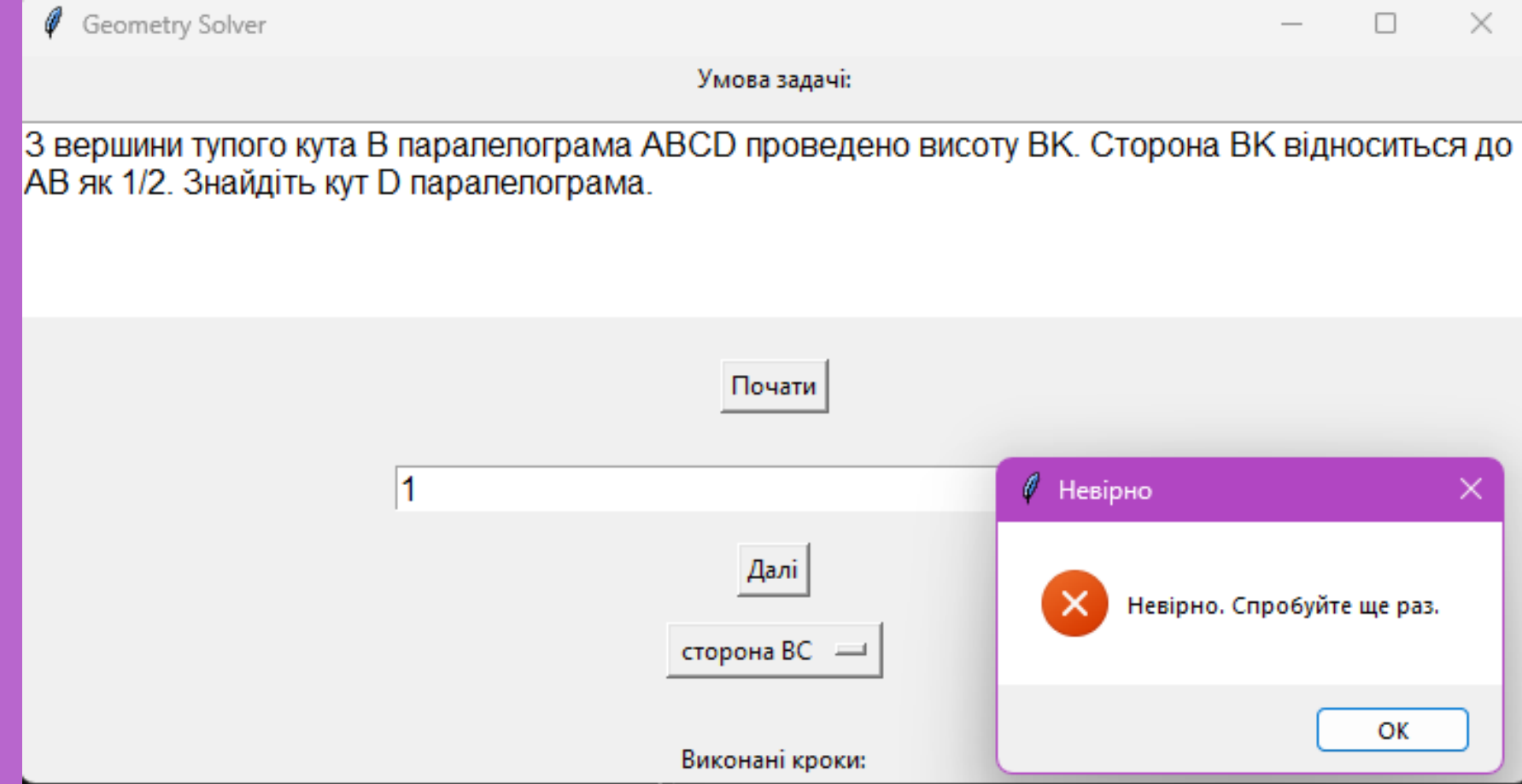
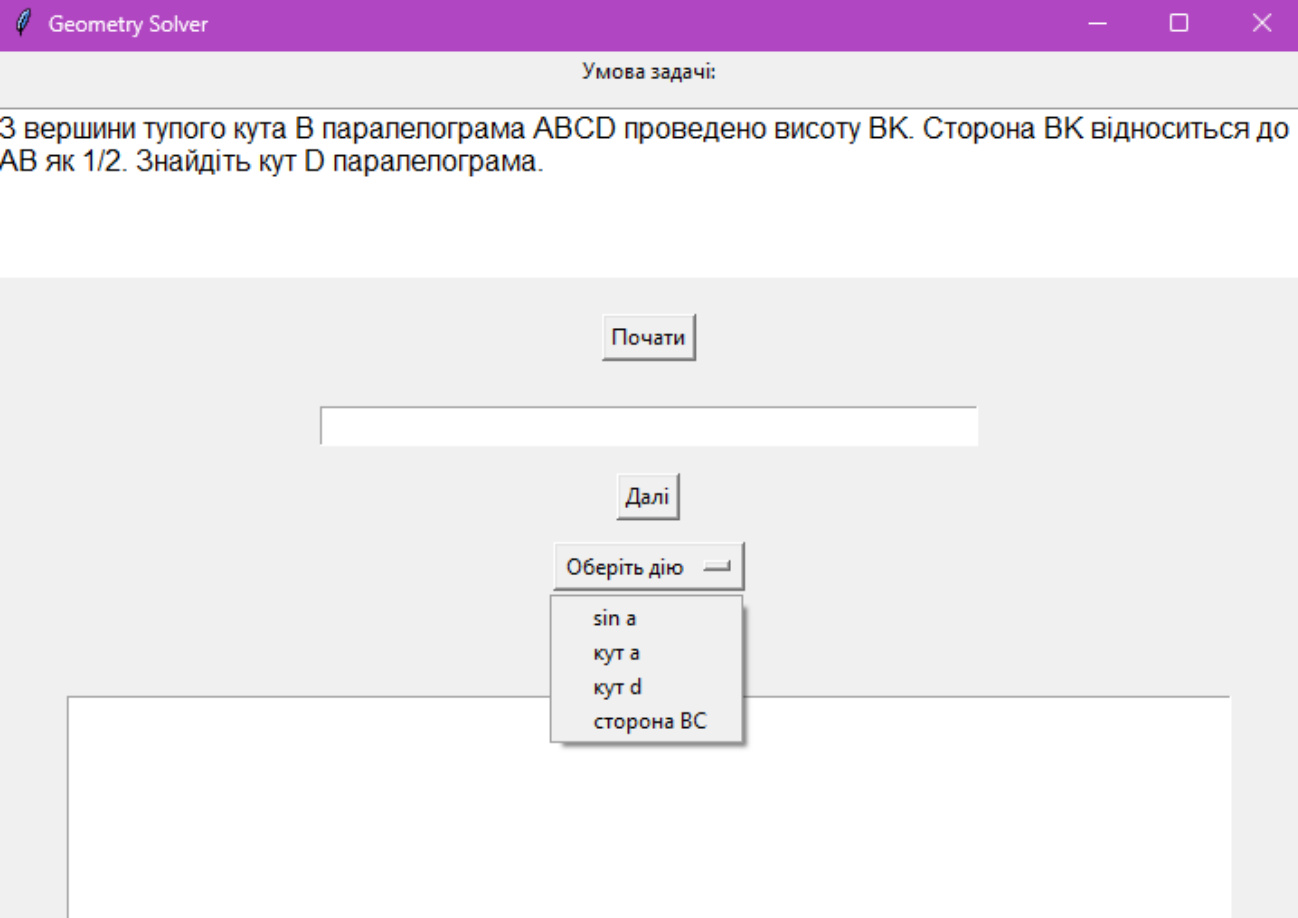
Explanation for: `o градусна_міра_кута "90.0"^^xsd:double`

**Symmetric:** відрізки\_перпендикулярні  
Прямий\_кут **EquivalentTo** Кут **and** (градусна\_міра\_кута **value** "90.0"^^xsd:double)  
відрізок\_вершина\_1 **SubPropertyOf** відрізок\_має\_вершину  
a відрізок\_на\_промені\_1 BC  
a відрізок\_на\_промені\_2 AC  
BC відрізок\_вершина\_2 C  
ABC трикутник\_сторона\_3 BC  
c відрізок\_на\_промені\_1 AC  
b відрізок\_на\_промені\_1 AB  
ABC трикутник\_сторона\_2 AC  
Кут(?angle), відрізок\_на\_промені\_1(?angle, ?s1), відрізок\_на\_промені\_2(?angle, ?s2), кут\_має\_вершину(?angle, ?v), відрізок\_має\_вершину(?s1, ?v), відрізок\_має\_вершину(?s2, ?v), Трикутник(?t), трикутник\_сторона\_1(?t, ?s1), трикутник\_сторона\_3(?t, ?s2) → трикутник\_кут\_2(?t, ?angle)  
AC відрізок\_вершина\_2 C  
a кут\_має\_вершину C  
c кут\_має\_вершину A  
b кут\_має\_вершину B  
AB відрізок\_вершина\_2 B  
AC відрізок\_вершина\_1 A  
Трикутник(?t), трикутник\_кут\_1(?t, ?angle1), трикутник\_кут\_2(?t, ?angle2), градусна\_міра\_кута(?angle1, ?value1), градусна\_міра\_кута(?angle2, ?value2), add(?sum, ?value1, ?value2), subtract(?value3, 180.0, ?sum), трикутник\_кут\_3(?t, ?angle3) → градусна\_міра\_кута(?angle3, ?value3)  
ABC **Type** Трикутник  
Кут(?angle), відрізок\_на\_промені\_2(?angle, ?s1), відрізок\_на\_промені\_1(?angle, ?s2), кут\_має\_вершину(?angle, ?v), відрізок\_має\_вершину(?s1, ?v), відрізок\_має\_вершину(?s2, ?v), Трикутник(?t), трикутник\_сторона\_2(?t, ?s1), трикутник\_сторона\_3(?t, ?s2) → трикутник\_кут\_1(?t, ?angle)  
b **Type** Кут  
BC відрізок\_вершина\_1 B  
c **Type** Кут  
a **Type** Кут  
Кут(?angle), відрізок\_на\_промені\_1(?angle, ?s1), відрізок\_на\_промені\_2(?angle, ?s2), відрізки\_перпендикулярні(?s1, ?s2) → Прямий\_кут(?angle)  
c відрізок\_на\_промені\_2 AB  
ABC трикутник\_сторона\_1 AB  
b відрізок\_на\_промені\_2 BC  
Кут(?angle), відрізок\_на\_промені\_2(?angle, ?s1), відрізок\_на\_промені\_1(?angle, ?s2), кут\_має\_вершину(?angle, ?v), відрізок\_має\_вершину(?s1, ?v), відрізок\_має\_вершину(?s2, ?v), Трикутник(?t), трикутник\_сторона\_1(?t, ?s1), трикутник\_сторона\_2(?t, ?s2) → трикутник\_кут\_3(?t, ?angle)  
відрізок\_вершина\_2 **SubPropertyOf** відрізок\_має\_вершину  
AC відрізки\_перпендикулярні BC  
b градусна\_міра\_кута "30.0"^^xsd:double  
AB відрізок\_вершина\_1 A

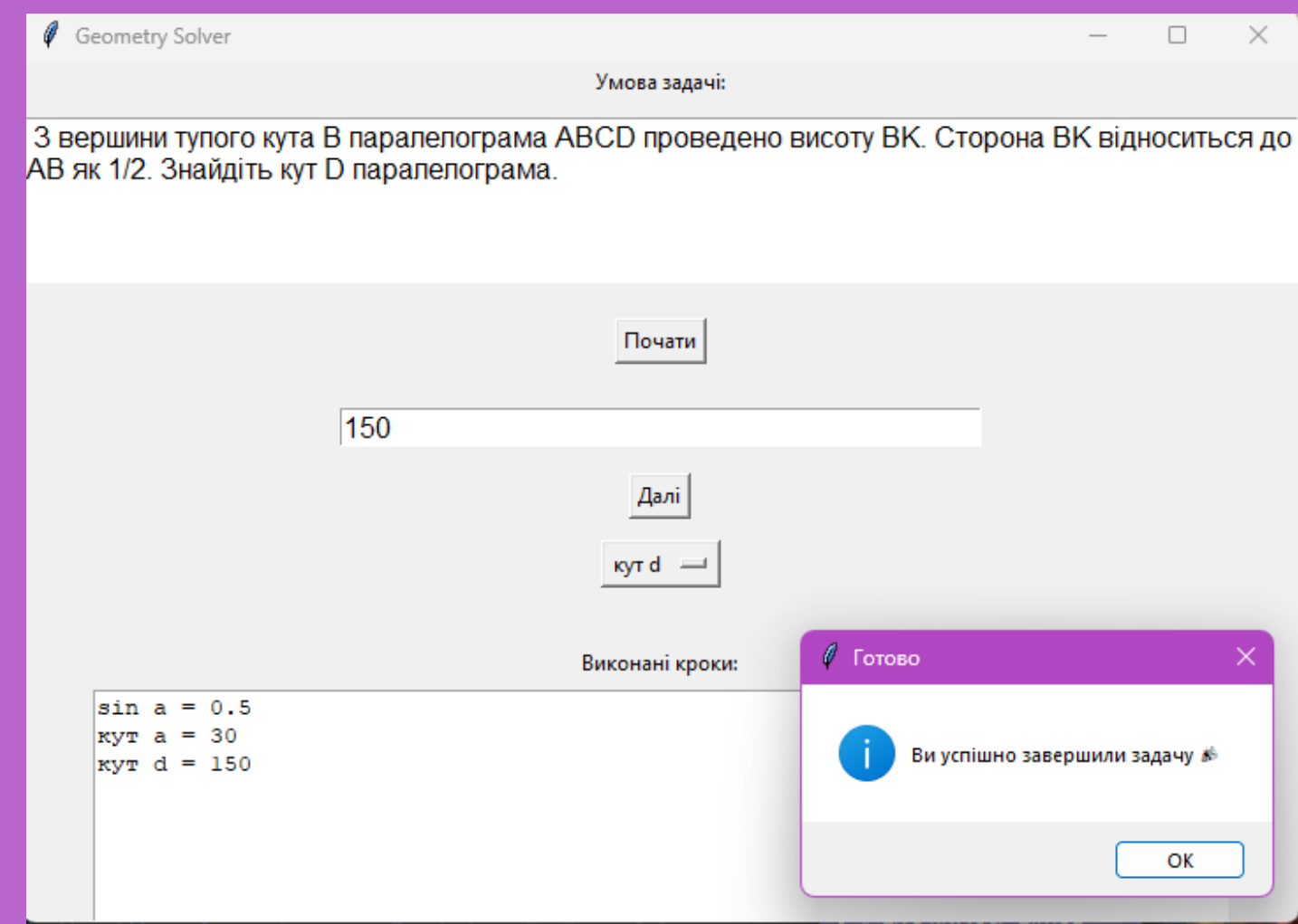
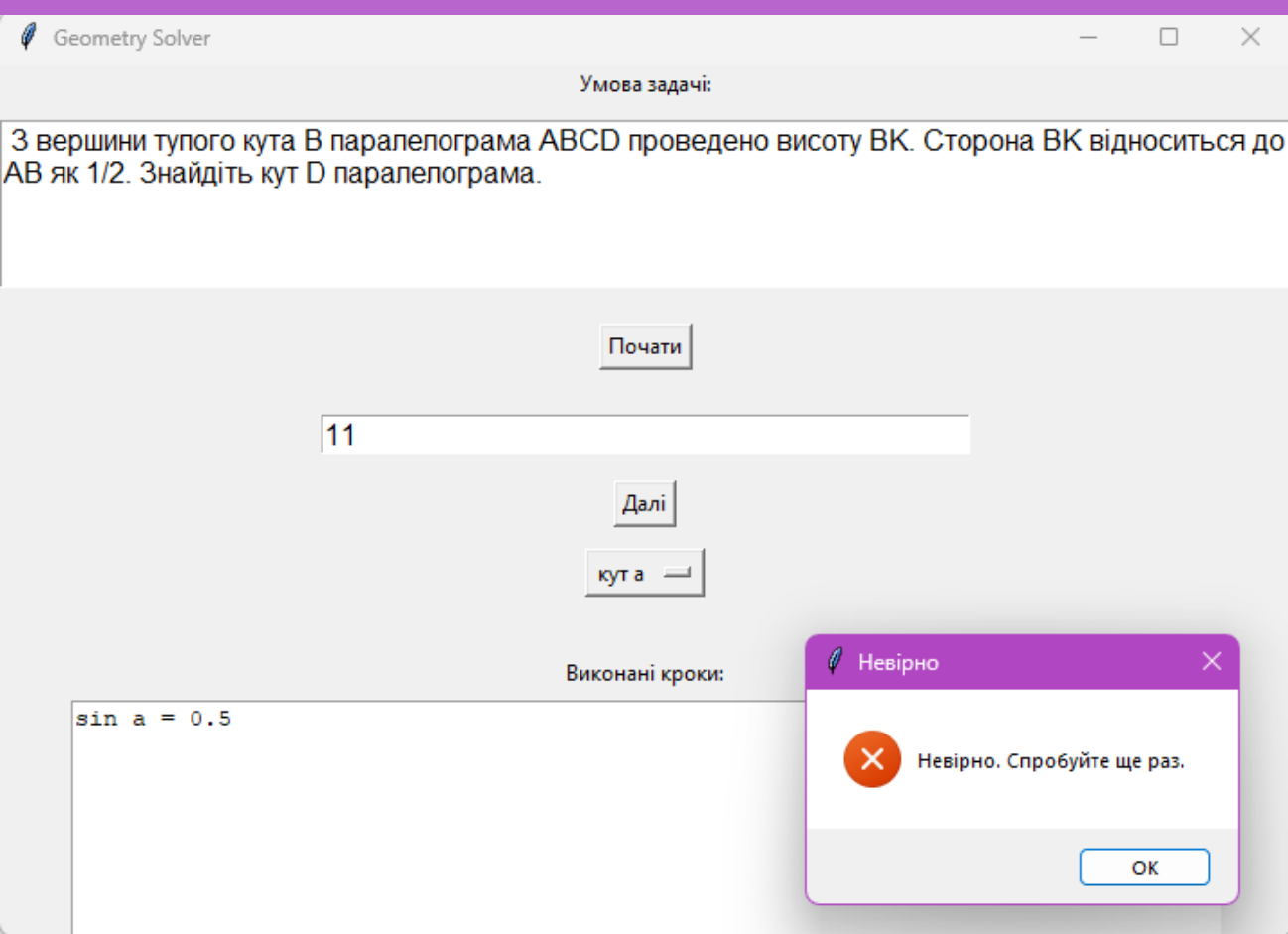
## Property assertions: кут\_ADC

- Object property assertions +
- відрізок\_на\_промені\_1 AD
  - кути\_мають\_спільну\_вершину кут\_ADC
  - кут\_має\_вершину D
  - відрізок\_на\_промені\_2 CD
  - кут\_має кут\_ADC
  - кут\_має D
  - кут\_має CD
  - кут\_має AD

- Data property assertions +
- градусна\_міра\_кута "150.0"^^xsd:double



# Результат

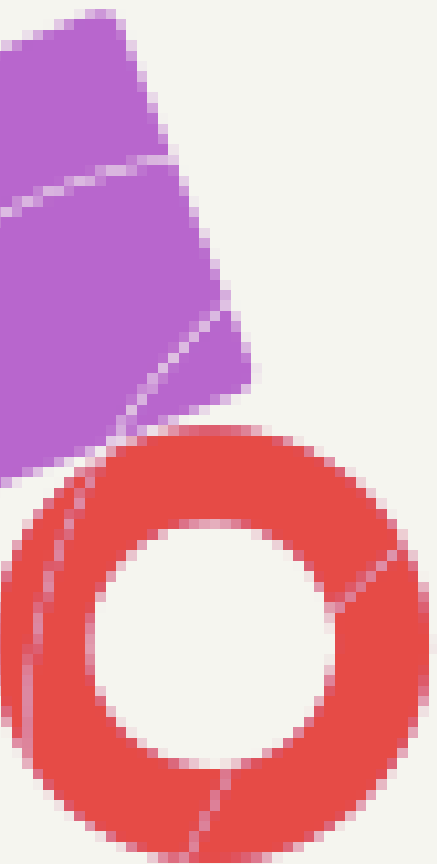


# Висновок

Досліджено інструменти обробки сирого природного тексту з допомогою лематизації. Розроблено функціонал для використання онтологічної бази знань у автоматичному формуванні рекомендаційного алгоритму для вирішення математичних задач та валідації введених даних.

Створена система може використовуватись як атономний інструмент для навчання та розвитку навичок учнів у вирішенні геометричних задач.





**Дякую за увагу!**

