

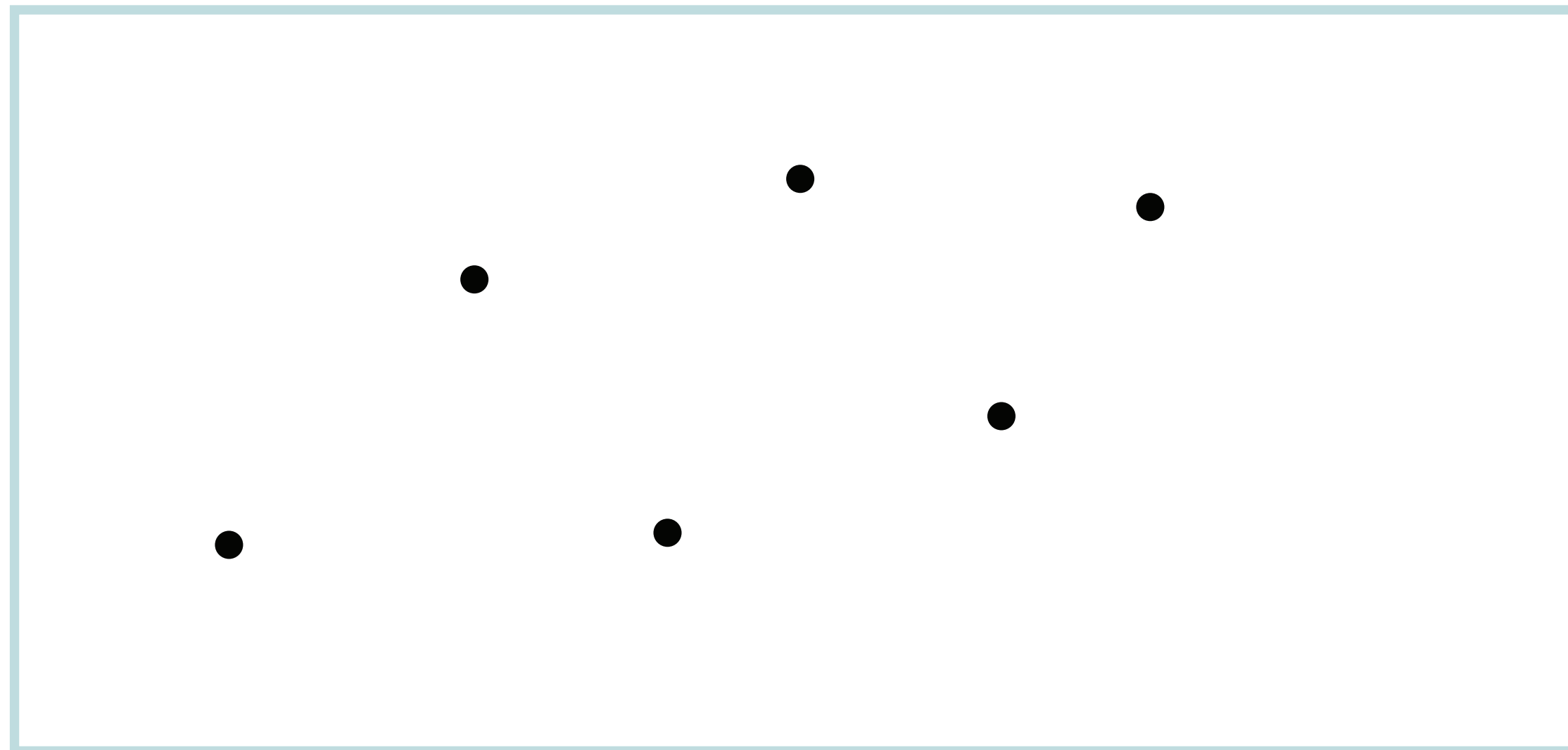
Пространственные типы данных

- **geometry** — используется для планарных или евклидовых данных.
- **geography** — используется для хранения эллиптических данных, таких как координаты GPS широты и долготы.

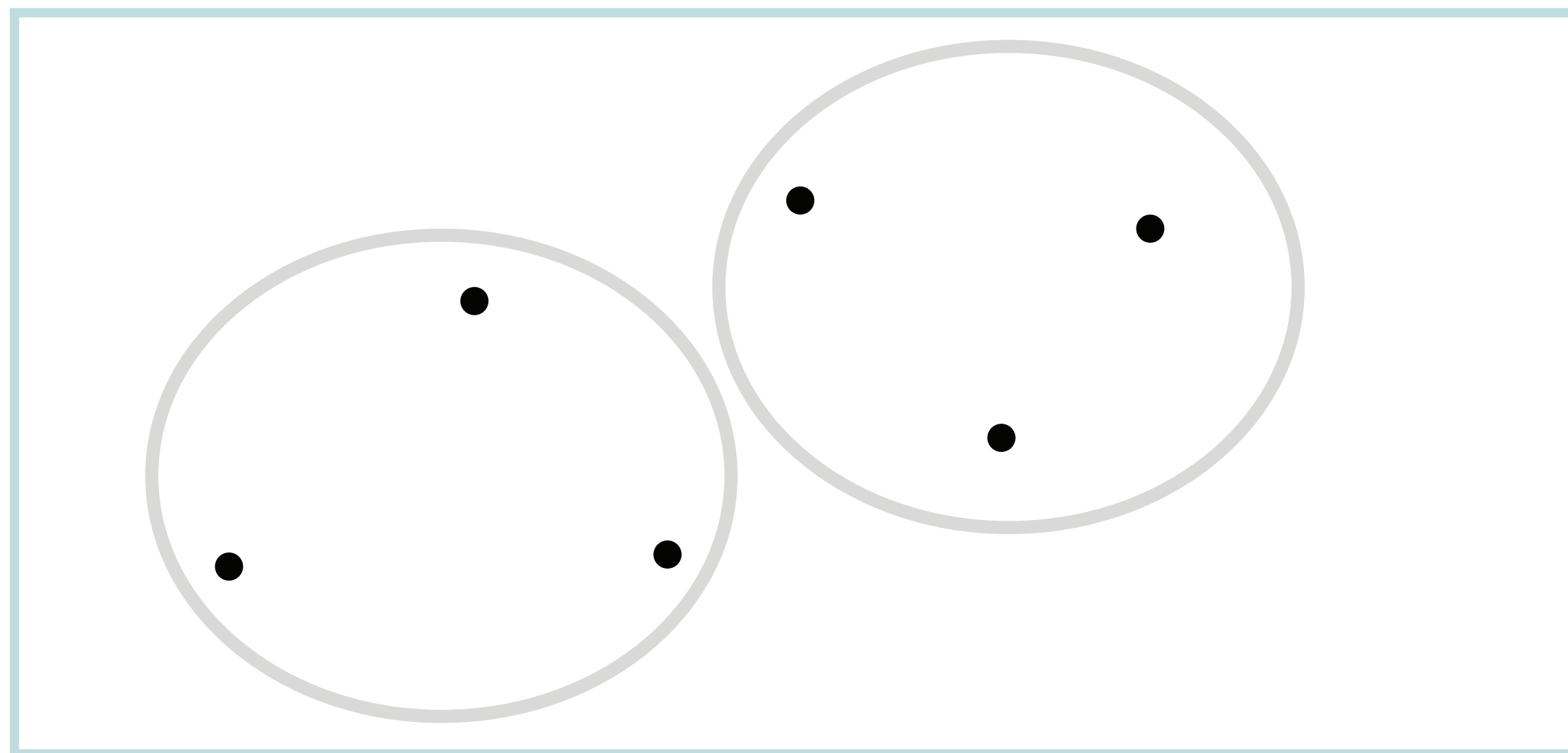
Пространственные ПОДТИПЫ ДАННЫХ

- Point;
- MultiPoint;
- LineString;
- MultiLineString;
- Polygon.

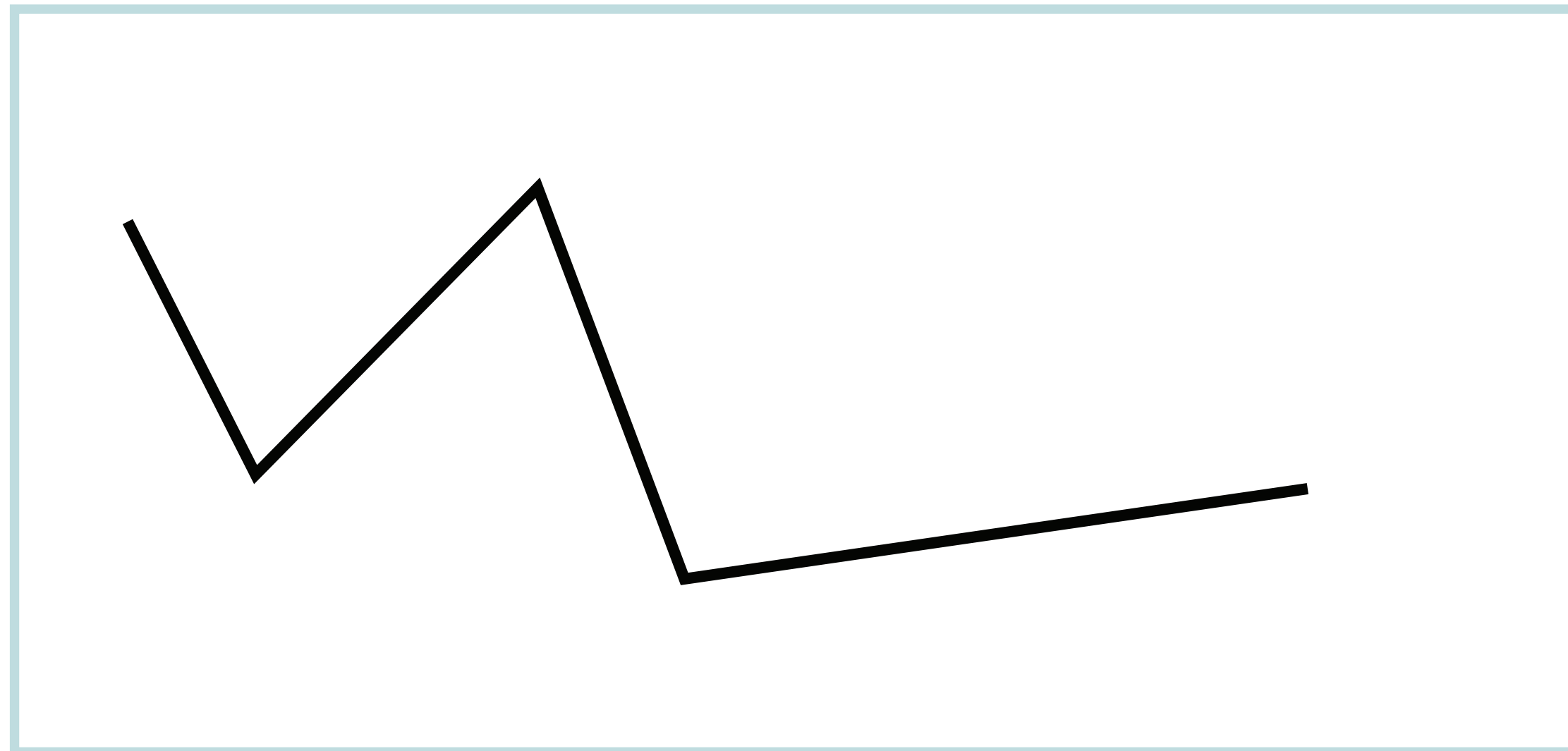
Пример: тип POINT



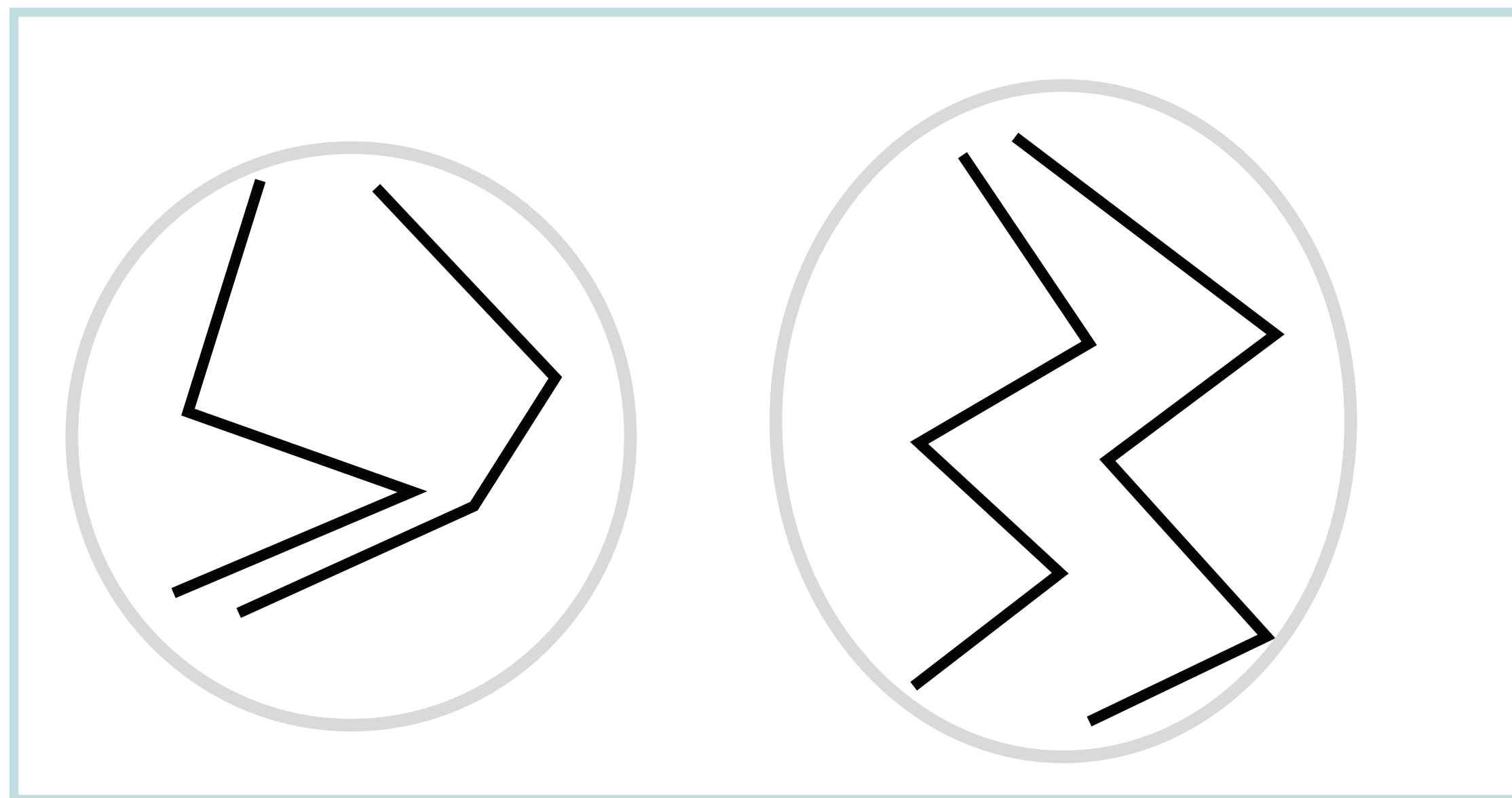
Пример: тип MultiPoint



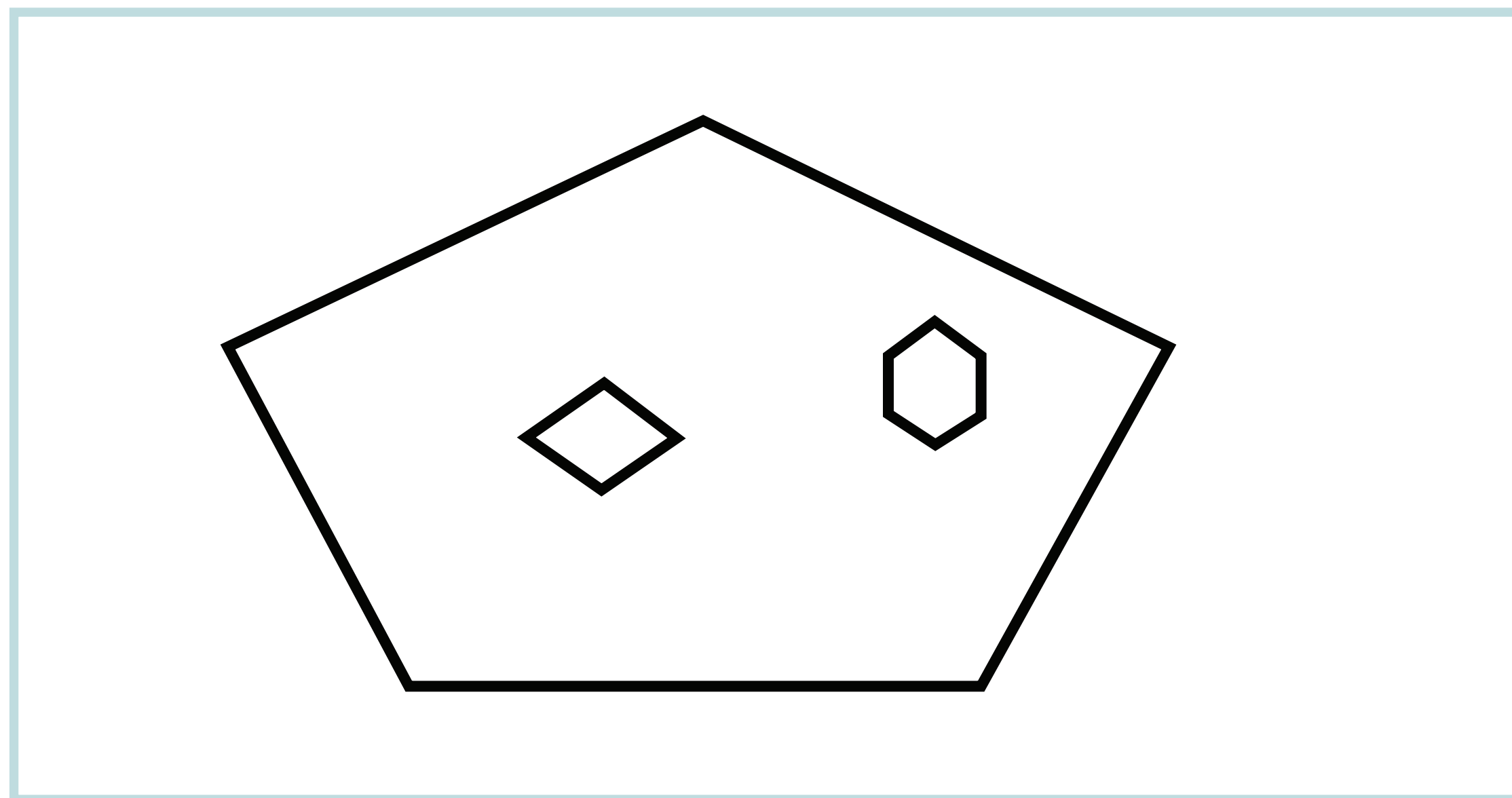
Пример: тип LineString



Пример: тип `MultiLineString`



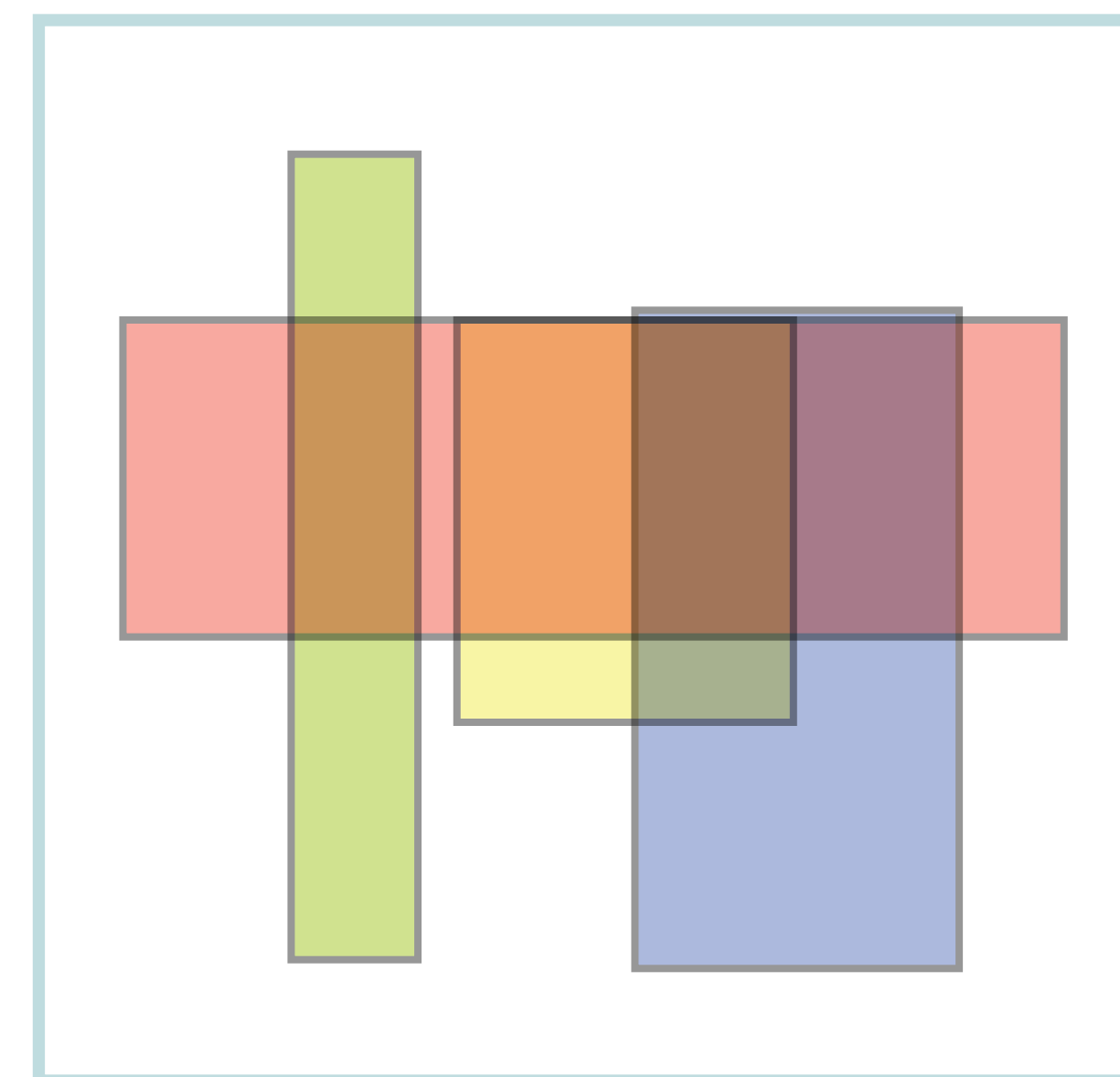
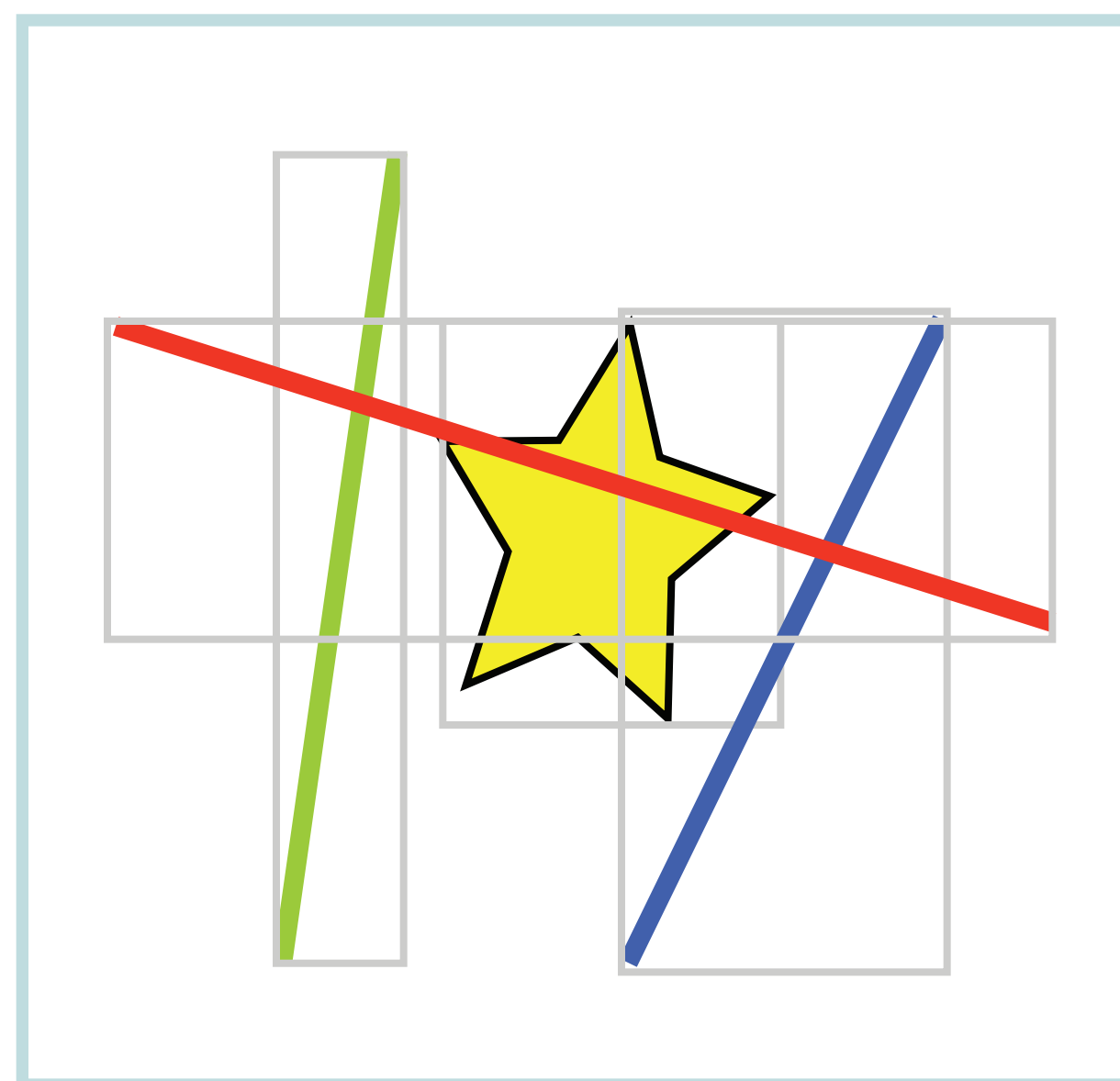
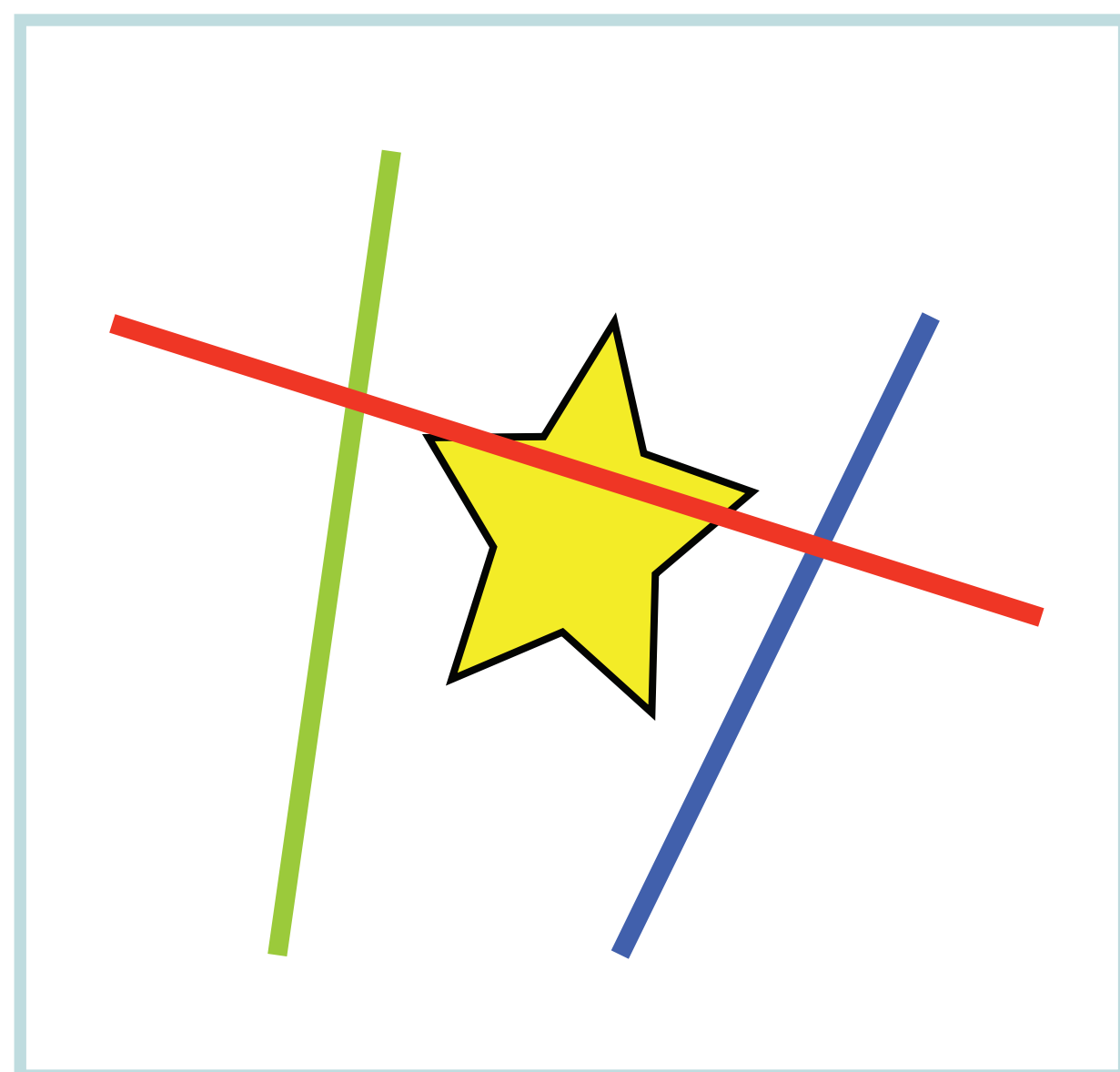
Пример: тип Polygon



R-дерево

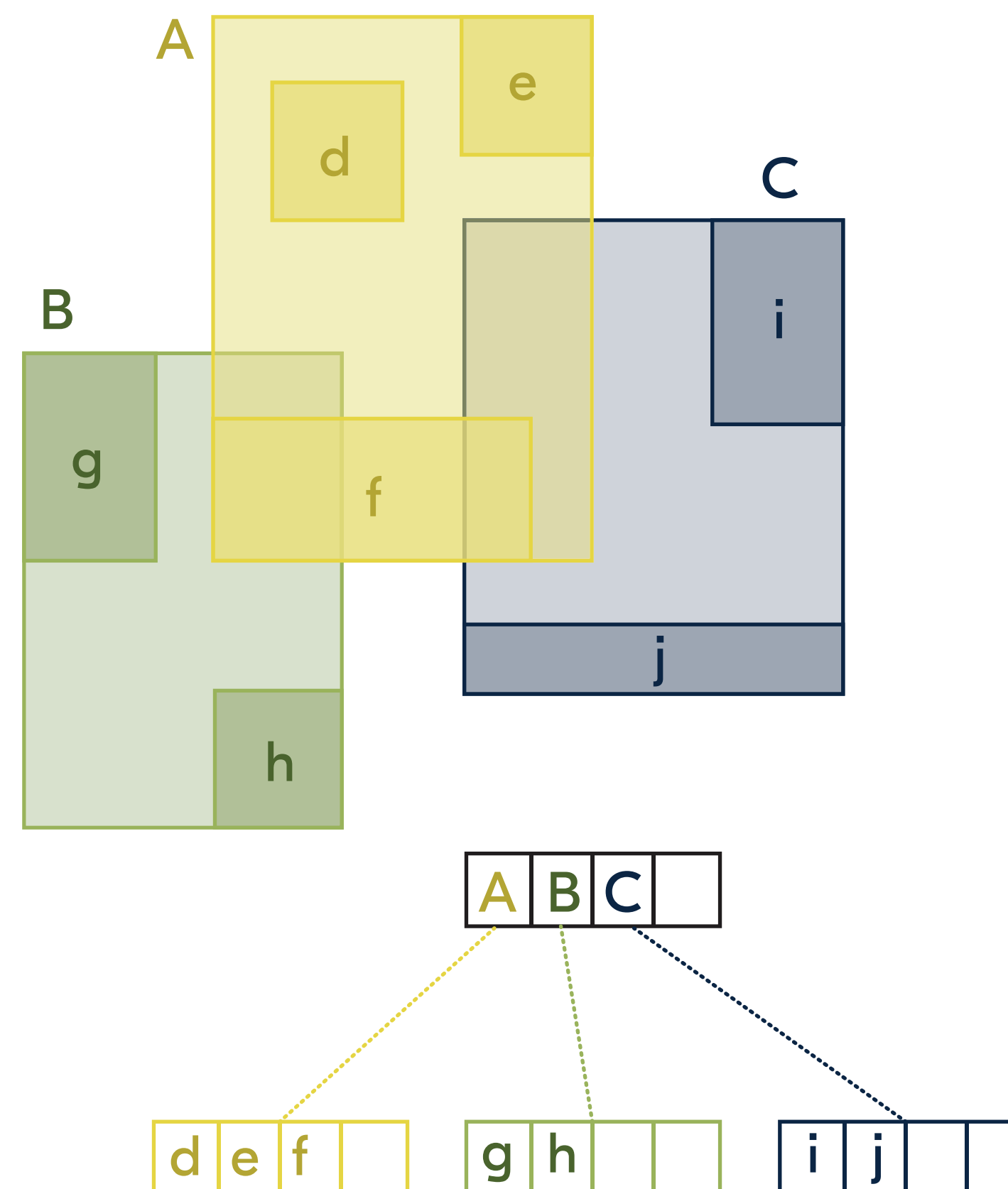
- Основная идея — избавление от формы.
- Геометрическая фигура окружается минимальным ограничивающим прямоугольником.
- Структура элемента индекса — (oid, Rectangle), где oid — ссылка на запись в таблице.

Пример: избавление от формы в R-дереве



Иерархия R-дерева

Иерархия образуется
за счет деления индексных
прямоугольников пополам.



Пример: пространственные данные в MySQL (таблицы, индексы)

-- создание таблицы

```
CREATE TABLE geom (ID INTEGER AUTO_INCREMENT PRIMARY KEY,  
                    g GEOMETRY NOT NULL) ;
```

-- создание пространственного индекса

```
CREATE SPATIAL INDEX sp_index ON geom (g) ;
```

-- проверка, что все создалось как надо

```
DESCRIBE geom;
```

Пример: пространственные данные в MySQL (таблицы, индексы)

```
MySQL 5.7 Command Line Client

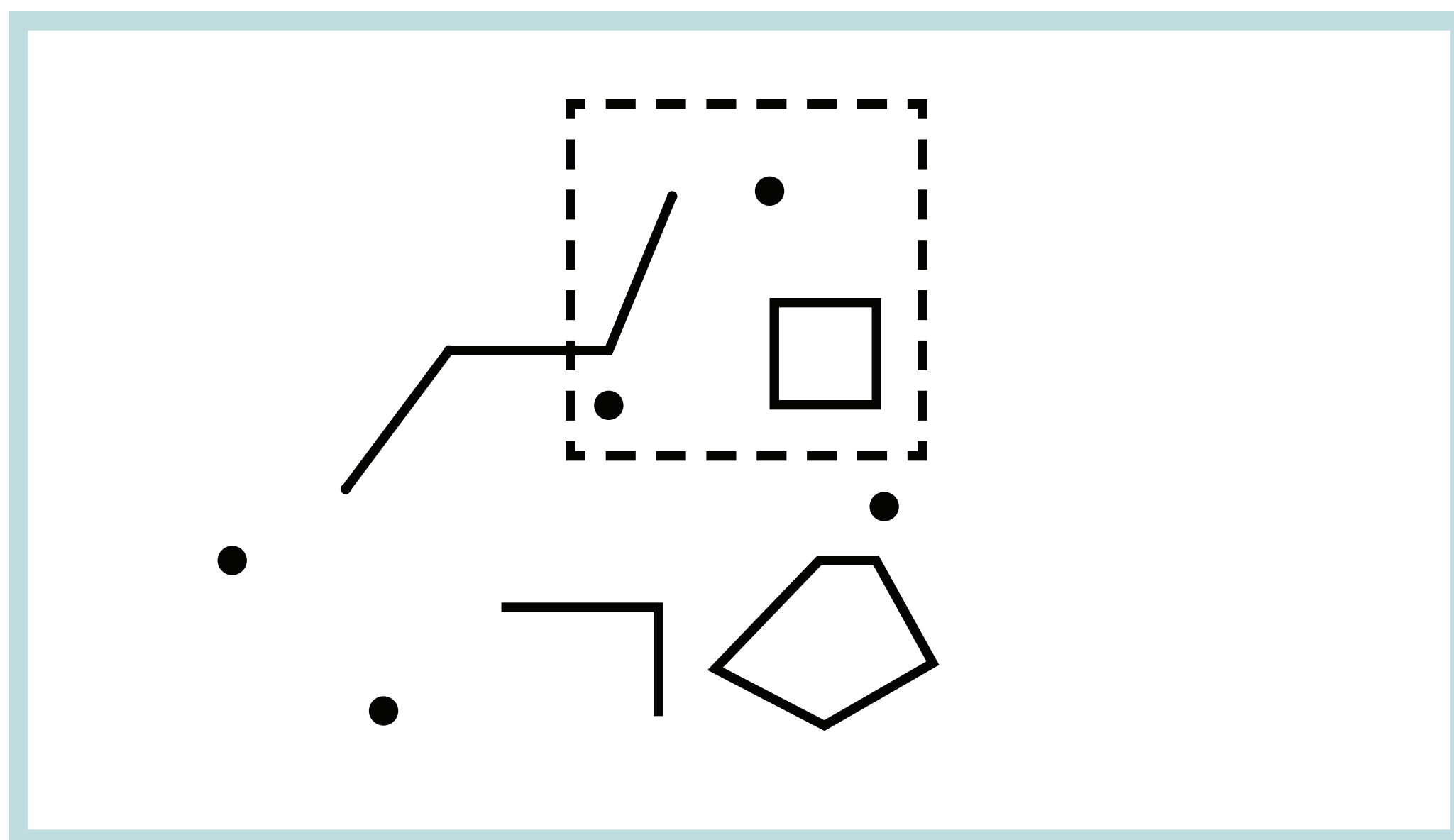
mysql>
mysql> -- создание таблицы
mysql> CREATE TABLE geom (ID INTEGER AUTO_INCREMENT PRIMARY KEY, g GEOMETRY NOT NULL);
Query OK, 0 rows affected (0.20 sec)

mysql> -- создание пространственного индекса
mysql> CREATE SPATIAL INDEX sp_index ON geom (g);
Query OK, 0 rows affected (0.14 sec)
Records: 0 Duplicates: 0 Warnings: 0

mysql> -- проверка, что все создалось как надо
mysql> DESCRIBE geom;
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Field | Type      | Null | Key | Default | Extra          |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| ID    | int(11)   | NO   | PRI | NULL    | auto_increment |
| g     | geometry  | NO   | MUL | NULL    |                |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
2 rows in set (0.00 sec)

mysql> _
```

Пример: геометрические объекты для размещения в таблице



Пример: вставка геометрических объектов в таблицу

-- добавление точек

```
INSERT INTO geom (g) VALUES (PointFromText('POINT(3 7)'));
```

```
INSERT INTO geom (g) VALUES (PointFromText('POINT(6 4)'));
```

```
INSERT INTO geom (g) VALUES (PointFromText('POINT(10 10)'));
```

```
INSERT INTO geom (g) VALUES (PointFromText('POINT(13 14)'));
```

```
INSERT INTO geom (g) VALUES (PointFromText('POINT(15 8)'));
```

-- добавление ломаных линий

```
INSERT INTO geom (g) VALUES (LineStringFromText('LINESTRING(5 8, 7 11, 10 11, 11 14)'));
```

```
INSERT INTO geom (g) VALUES (LineStringFromText('LINESTRING(8 6, 11 6, 11 4)'));
```

-- добавление областей, ограниченных многоугольниками

```
INSERT INTO geom (g) VALUES
```

```
    (PolygonFromText('POLYGON((13 10, 13 12, 15 12, 15 10, 13 10))'));
```

```
INSERT INTO geom (g) VALUES
```

```
    (PolygonFromText('POLYGON((12 5, 14 7, 15 7, 16 5, 14 4, 12 5))'));
```

Пример: вставка геометрических объектов в таблицу

```
MySQL 5.7 Command Line Client

mysql> -- добавление точек
mysql> INSERT INTO geom (g) VALUES (PointFromText('POINT(3 7)'));
Query OK, 1 row affected, 1 warning (0.02 sec)

mysql> INSERT INTO geom (g) VALUES (PointFromText('POINT(6 4)'));
Query OK, 1 row affected, 1 warning (0.03 sec)

mysql> INSERT INTO geom (g) VALUES (PointFromText('POINT(10 10)'));
Query OK, 1 row affected, 1 warning (0.07 sec)

mysql> INSERT INTO geom (g) VALUES (PointFromText('POINT(13 14)'));
Query OK, 1 row affected, 1 warning (0.05 sec)

mysql> INSERT INTO geom (g) VALUES (PointFromText('POINT(15 8)'));
Query OK, 1 row affected, 1 warning (0.03 sec)

mysql> -- добавление ломаных линий
mysql> INSERT INTO geom (g) VALUES (LineStringFromText('LINESTRING(5 8, 7 11, 10 11, 11 14)'));
Query OK, 1 row affected, 1 warning (0.02 sec)

mysql> INSERT INTO geom (g) VALUES (LineStringFromText('LINESTRING(8 6, 11 6, 11 4)'));
Query OK, 1 row affected, 1 warning (0.02 sec)

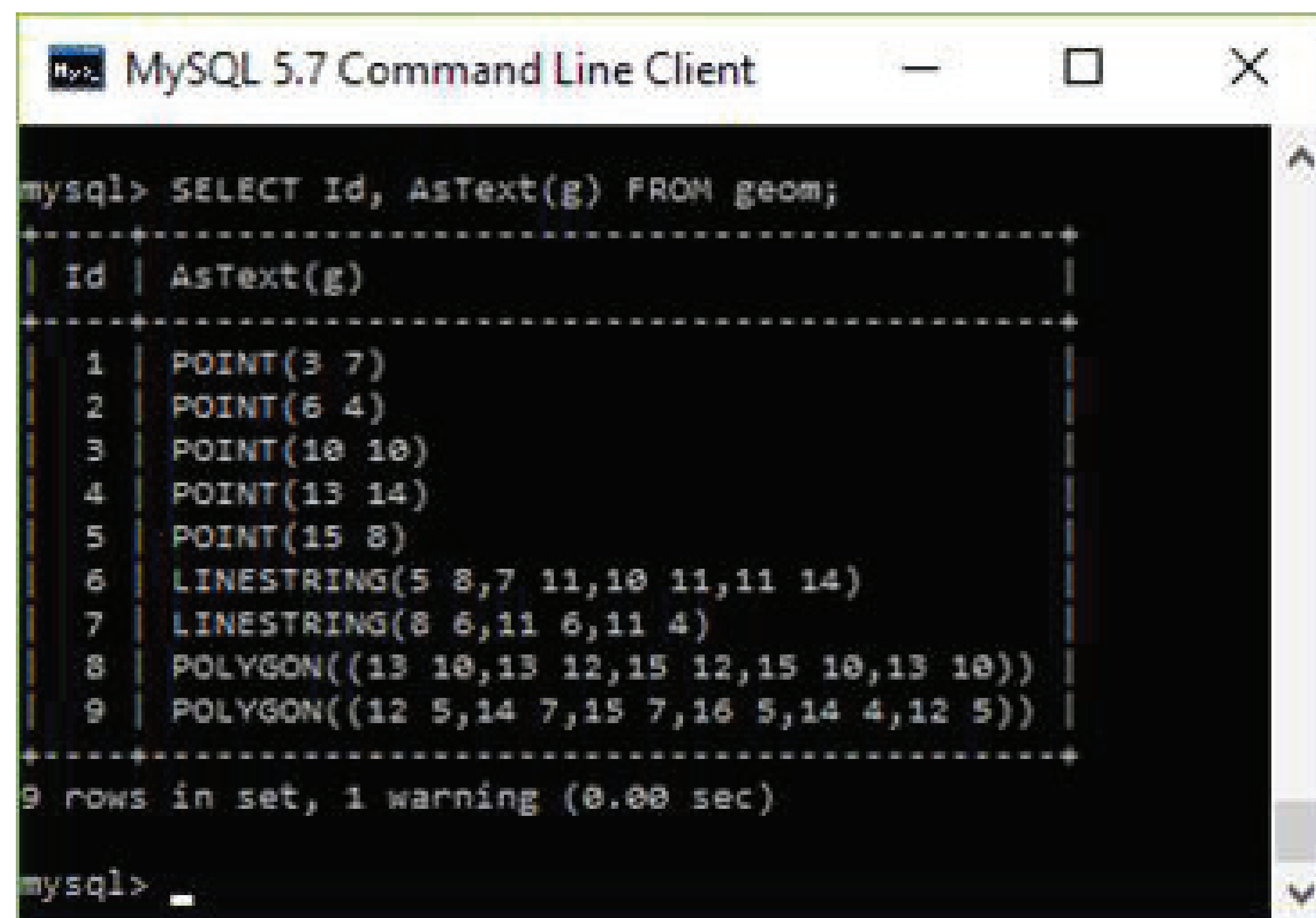
mysql> -- добавление областей, ограниченных многоугольниками
mysql> INSERT INTO geom (g) VALUES (PolygonFromText('POLYGON((13 10, 13 12, 15 12, 15 10, 13 10))'));
Query OK, 1 row affected, 1 warning (0.03 sec)

mysql> INSERT INTO geom (g) VALUES (PolygonFromText('POLYGON((12 5, 14 7, 15 7, 16 5, 14 4, 12 5))'));
Query OK, 1 row affected, 1 warning (0.03 sec)

mysql>
```

Пример: выборка всех записей из таблицы

```
SELECT Id, AsText(g) FROM geom;
```



```
mysql> SELECT Id, AsText(g) FROM geom;
```

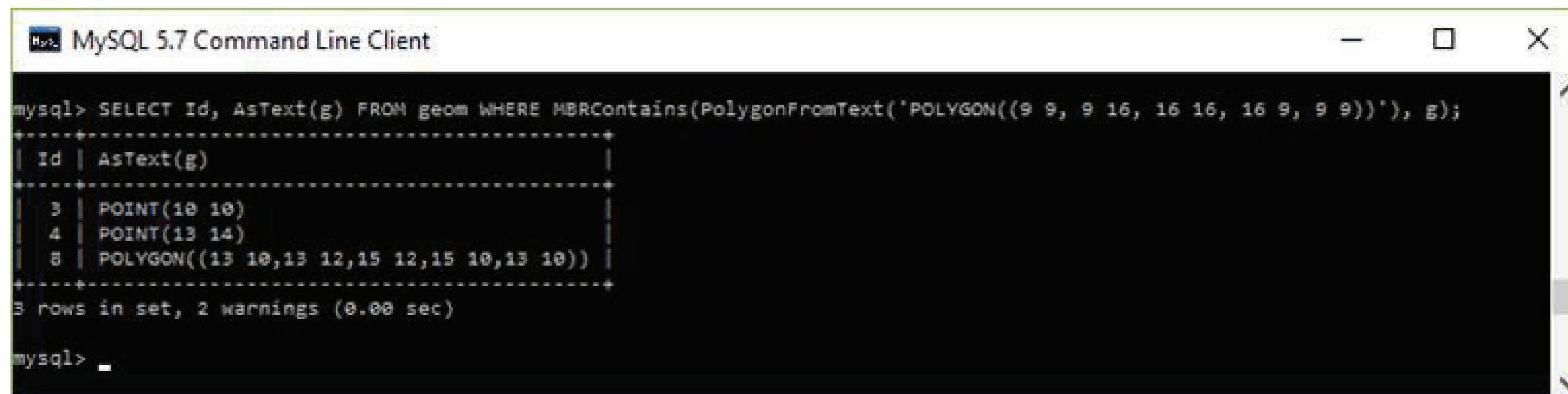
Id	AsText(g)
1	POINT(3 7)
2	POINT(6 4)
3	POINT(10 10)
4	POINT(13 14)
5	POINT(15 8)
6	LINESTRING(5 8,7 11,10 11,11 14)
7	LINESTRING(8 6,11 6,11 4)
8	POLYGON((13 10,13 12,15 12,15 10,13 10))
9	POLYGON((12 5,14 7,15 7,16 5,14 4,12 5))

```
9 rows in set, 1 warning (0.00 sec)
```

```
mysql> _
```


Пример: выборка записей из заданной области

```
SELECT Id, AsText(g) FROM geom
WHERE MBRContains(PolygonFromText
'POLYGON((9 9, 9 16, 16 16, 16 9, 9 9))'), g);
```



```
MySQL 5.7 Command Line Client
mysql> SELECT Id, AsText(g) FROM geom WHERE MBRContains(PolygonFromText('POLYGON((9 9, 9 16, 16 16, 16 9, 9 9))'), g);
+-----+-----+
| Id | AsText(g) |
+-----+-----+
| 3 | POINT(10 10) |
| 4 | POINT(13 14) |
| 8 | POLYGON((13 10,13 12,15 12,15 10,13 10)) |
+-----+-----+
3 rows in set, 2 warnings (0.00 sec)

mysql> _
```