

## Лабораторная работа 8-9

### Расчет основных пространственных характеристик объектов в QGIS

Цель работы: изучить и освоить особенности получения основных пространственных характеристик объектов (координат, длин, площадей, периметров и т.д.) хранящихся в shape-файлах при использовании свободной ГИС QGIS.

#### Содержание

- [1 Вводные замечания](#)
- [2 Использование fTools \(инструмент "Добавить поле геометрии"\)](#)
  - [2.1 Пример 1. Вычисление координат точек в СК слоя](#)
  - [2.2 Пример 2. Вычисление координат точек в СК вида](#)
  - [2.3 Пример 3. Вычисление координат точек на эллипсоиде](#)
- [3 Использование калькулятора полей](#)
  - [3.1 Пример 4. Расчет площади с помощью калькулятора полей](#)
- [4 Заключение](#)
- [5 Ссылки](#)

#### Вводные замечания

Технически, получить координаты, длины или площади пространственных объектов в современных ГИС достаточно просто. Гораздо сложнее понять насколько точны значения, которые мы получили, и что можно сделать для улучшения точности полученных величин.

В зависимости от используемой для расчета системы координат (СК) и метода расчета пространственных характеристик объекта можно осуществить тремя способами:

1. **Расчет в СК слоя (Layer CRS)** — для расчетов используется собственная система координат слоя. Поскольку векторные слои чаще всего хранят в не-спроецированном виде (в географической системе координат, например, WGS1984 или Pulkovo 1942), все пространственные характеристики будут рассчитаны в десятичных градусах. Результаты таких расчетов имеют смысл только для координат точек и не имеют смысла для длин и площадей, так как единицы в таких системах угловые, а не линейные. Для расчетов площадей и длин, нужно предварительно перепроецировать слой в одну из прямоугольных систем координат. Если данные уже перепроецированы, этот способ вполне корректен.
2. **Расчет в текущей СК (Project CRS)** — большинство ГИС позволяет настроить отображение объектов на экране в системе координат, отличной от исходной системы координат данных, при этом данные будут автоматически переведены в текущую систему (т.н. "перепроецирование на лету"). Для расчета можно использовать именно ее. Это удобно тем, что для расчетов длин и площадей нам не нужно предварительно перепроецировать хранящиеся в географической СК слои в новую, расчетную СК (создавая таким образом копию данных). Недостаток данного способа в том, что расчеты идут не на реальной поверхности геоида, а на приближенной к нему спроецированной плоскости и чтобы получить точные результаты, мы должны для каждого отдельного случая правильно выбрать проекцию и задать ее параметры. Кроме того, в случае, если мы имеем дело с крупными географическими объектами, такими как континенты или земной шар в целом, для расчетов длин и площадей приходится использовать разные проекции. Подробнее о проекциях и их использовании для конкретных нужд можно почитать в [пособии по картографическим проекциям](#).
3. **Расчет на эллипсоиде (Ellipsoid)** — расчет пространственных характеристик объектов осуществляется на сфере или эллипсоиде. Использование данного метода позволяет получать наиболее точные результаты и не требует предварительных действий по перепроецированию или выбору проекции и подходит для всех типов геометрии (точек,

линий и полигонов). Фактически, проекция данных игнорируется. В общем случае, рекомендуется использовать именно расчет на эллипсоиде.

На данный момент в QGIS реализовано два инструмента для расчета площадей:

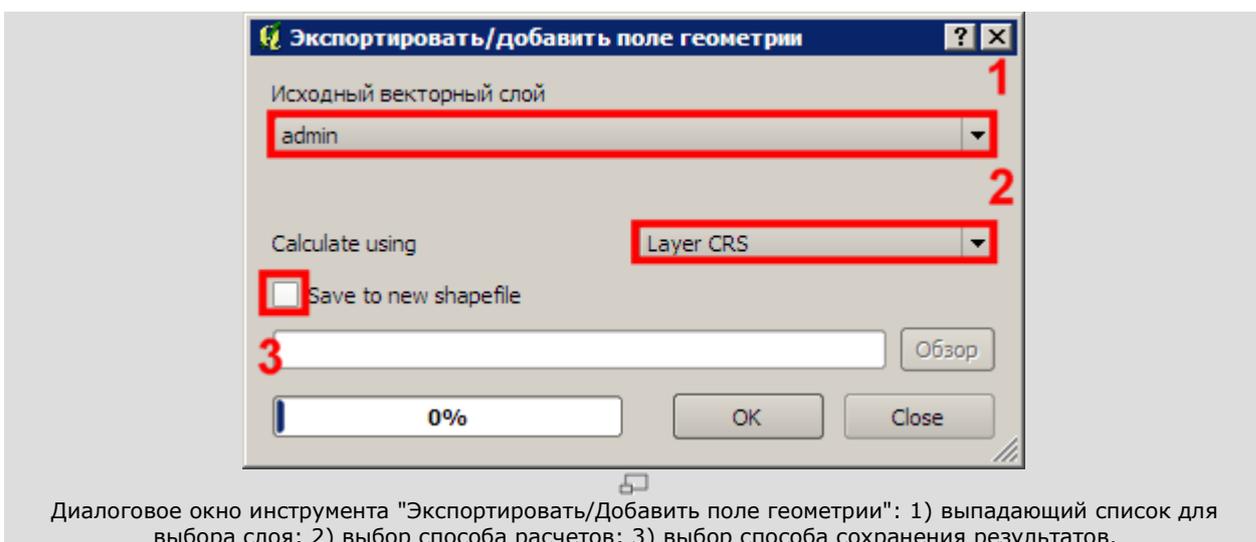
1. **Инструмент "Экспорт/Добавить поле геометрии** (входит в состав модуля fTools). Данный инструмент поддерживает все три способа расчета площадей (в СК слоя, в СК вида и на эллипсоиде).
2. Набор функций для расчета пространственных характеристик в **Калькуляторе полей (Field Calculator)**, тут на настоящий момент реализована поддержка расчетов только в СК слоя.

Рассмотрим использование различных инструментов QGIS для расчетов пространственных характеристик.

**Использование fTools (инструмент "Добавить поле геометрии").**

Инструмент доступен из меню **Вектор**→**Обработка геометрии**→**Экспортировать/Добавить поле геометрии**

После запуска инструмента открывается диалоговое меню предоставляющее следующие возможности:



1. Выбор слоя для расчетов из списка
2. Выбор способа расчета. Здесь возможны три варианта:
  - В СК слоя (Layer CRS)
  - В текущей СК проекта (Project CRS)
  - На эллипсоиде (Ellipsoid)
3. Выбор способа сохранения результата:
  - Установка галочки **"Save to new shapefile" (Сохранить в новый Shape-файл)** приведет к созданию нового слоя к которому будут добавлены дополнительные колонки с результатами расчетов.
  - **Если галочка не установлена (по умолчанию это так)**, то соответствующие поля с результатами расчетов создаются в текущем слое.
4. По окончании расчетов автоматически создаются колонки с результатами. Единицы измерения зависят от способа расчетов (в географической системе координат - это десятичные градусы; при расчетах в проекциях и эллипсоидальные - это метры).

5. Для разных типов геометрии создаются следующие поля:
- Для точечных слоев: **XCOORD** (долгота), **YCOORD** (широта)
  - Для линейных: **LENGTH** (длина)
  - Для полигональных: **AREA** (площадь), **PERIMETER** (периметр).

### Пример 1. Вычисление координат точек в СК слоя

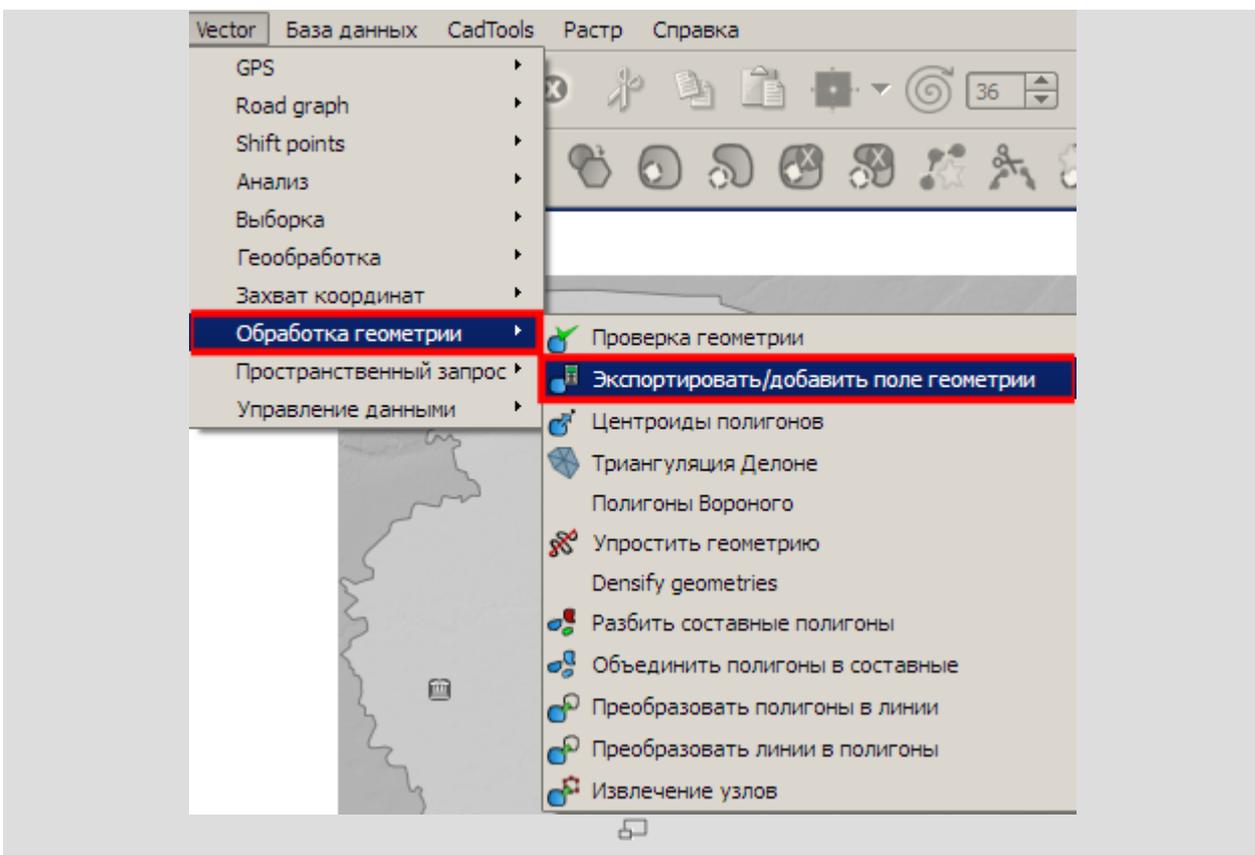
1. Проверьте в какой СК находится Ваш точечный векторный слой. Для этого в менеджере слоев щелкнем по нему правой кнопкой мыши и в выпадающем меню выберем пункт "Свойства". В открывшемся диалоговом окне выберем вкладку "Метаданные".

Запись

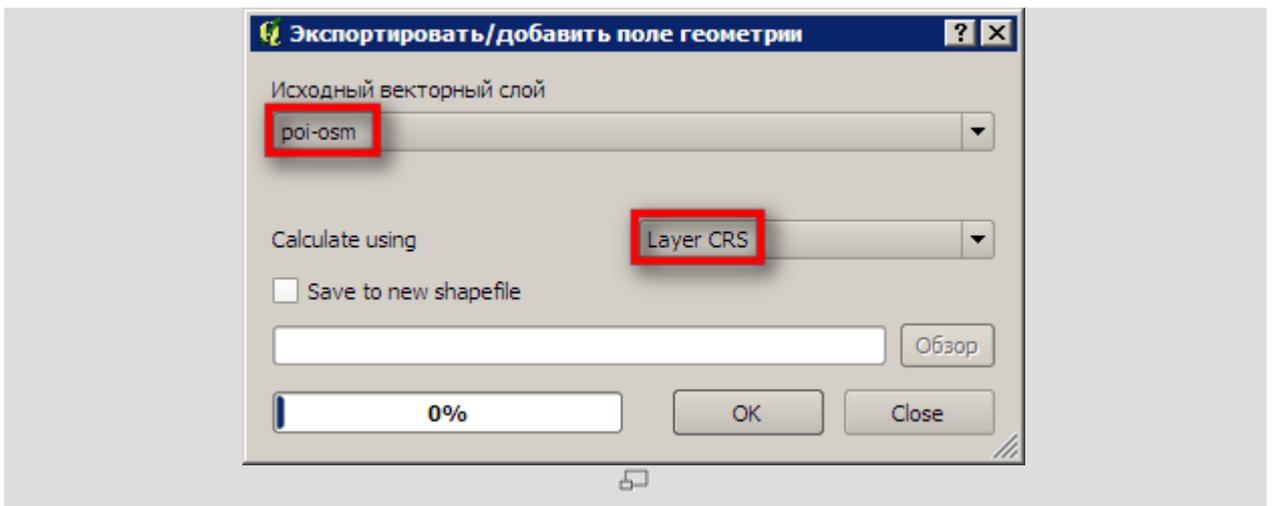
```
Layer Spatial Reference System:  
+proj=longlat +datum=WGS84 +no_defs
```

означает, что данные находятся в географической СК. Таким образом, для того, чтобы получить **координаты точек** в десятичных градусах, перепроецировать ничего не нужно.

2. Выполним **Vector**→**Обработка геометрии**→**Экспортировать/Добавить поле геометрии**



3. Следующее диалоговое окно предлагает выбрать слой, для которого необходимо рассчитать пространственные характеристики.



- Из выпадающего списка выберите ваш векторный точечный слой.
- В качестве способа расчета выберем СК слоя (Layer CRS)
- Сохраним результаты расчета в том же файле
- Нажмем "ОК".
- После пересчета координат появится сообщение, что слой обновлен. Жмем "ОК".

Проверим результат:

Откроем таблицу атрибутов нового слоя: **Слой**→**Открыть таблицу атрибутов**.

Появилось две новые колонки **XCOORD** (долгота) и **YCOORD** (широта) выраженные в десятичных градусах.

	CATEGORY	NAME	TYPE	TYPE_LUT	ID	XCOORD	YCOORD
0	Туризм	Краеведческий музей	Музей	25	848	81.826038	51.990452
1	Туризм	г. Синюха	Пик	34	849	82.557693	51.269535
2	Туризм	Областной краеведческий музей	Музей	25	850	82.920308	55.028774
3	Туризм	Зверобой	Точка об...	46	851	83.983684	54.618729
4	Туризм	Пик	Пик	34	852	84.003525	51.330136
5	Туризм	Пик	Пик	34	853	84.011632	51.358936

## Пример 2. Вычисление координат точек в СК вида

Для того, чтобы получить координаты точек в метрической системе, можно либо перепроецировать имеющийся точечный слой в какую-нибудь прямоугольную СК и произвести расчеты, как показано в примере 1, либо задать необходимую СК проекту и рассчитать пространственные характеристики в ней, не перепроецируя при этом слой.

1. Зададим СК проекта: WGS 84, UTM zone 44N (данные геосемпла лежат в трех зонах UTM, с 43N по 45N, для уменьшения искажений расчетов мы возьмем центральную). Для этого выполним:

**Установки**→**Свойства проекта** и откроем вкладку **Система координат**.

Установим галочку "**Включить преобразование координат на лету**"

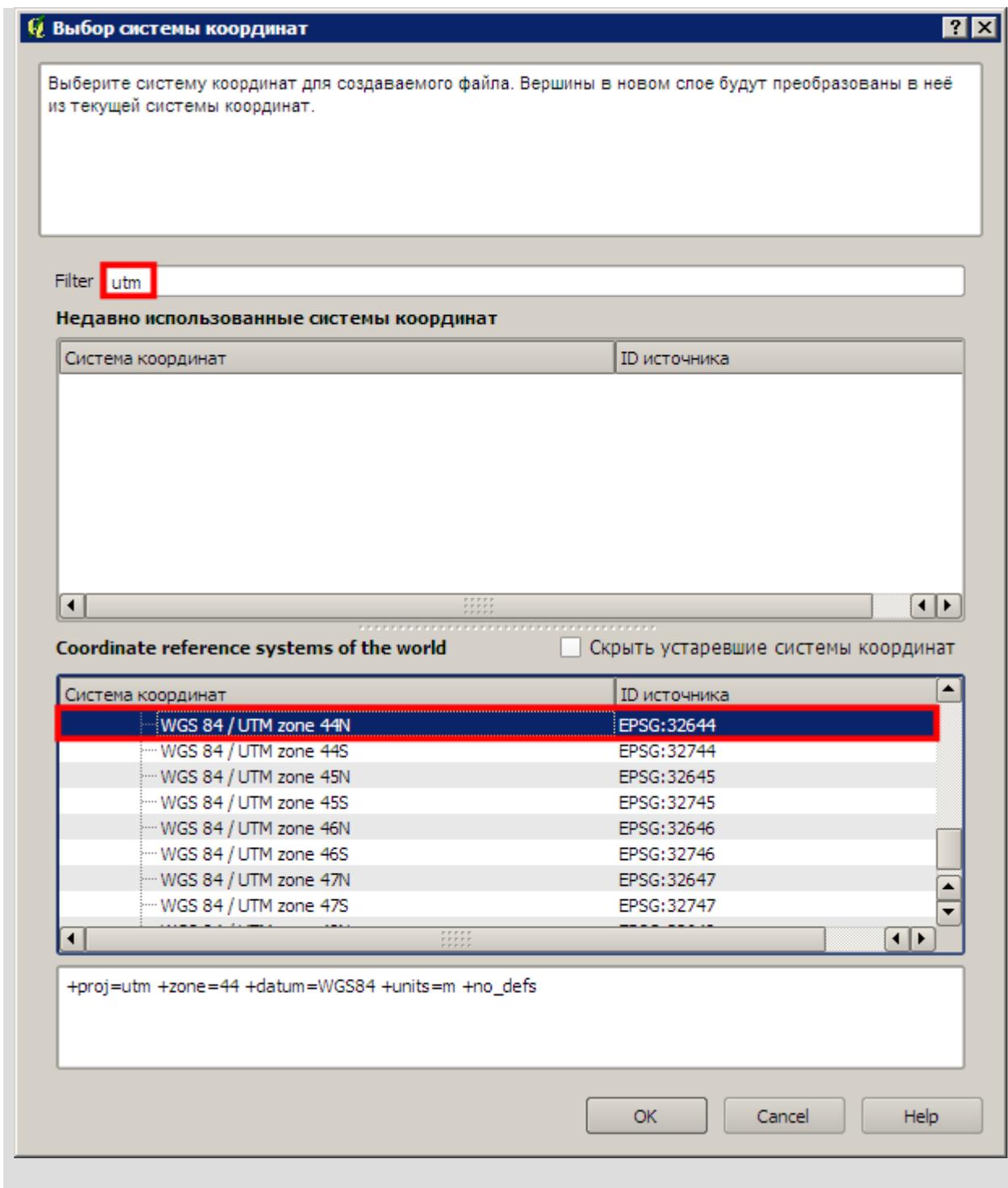
В графе "Filter" наберем

UTM zone 44N

или код EPSG проекции:

В результате останутся только те СК, которые содержат в названии это сочетание букв. В меню "**Coordinate reference systems of the world**" Выберем "WGS 84 zone 44N". Жмем "ОК".

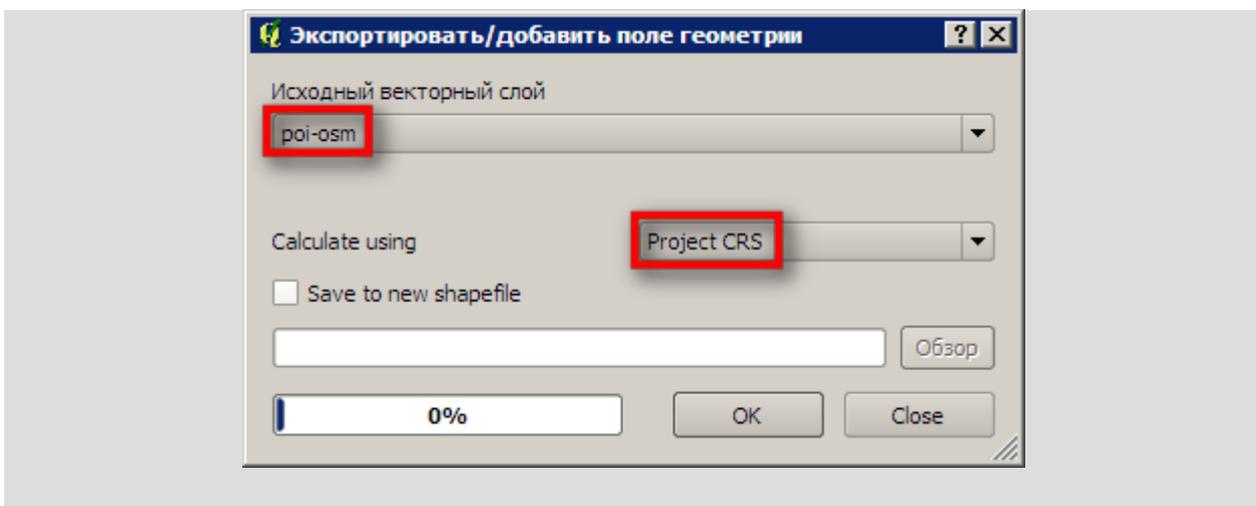
Все слои вида отображаются теперь в выбранной нами проекции.



2. Теперь рассчитаем координаты точек в установленной нами СК проекта (вида):  
 Выполним **Vector**→**Обработка геометрии**→**Экспортировать/Добавить поле геометрии**  
 Из выпадающего списка выберем выберите ваш векторный точечный слой  
 В качестве способа расчета выберем СК проекта (**Project CRS**)

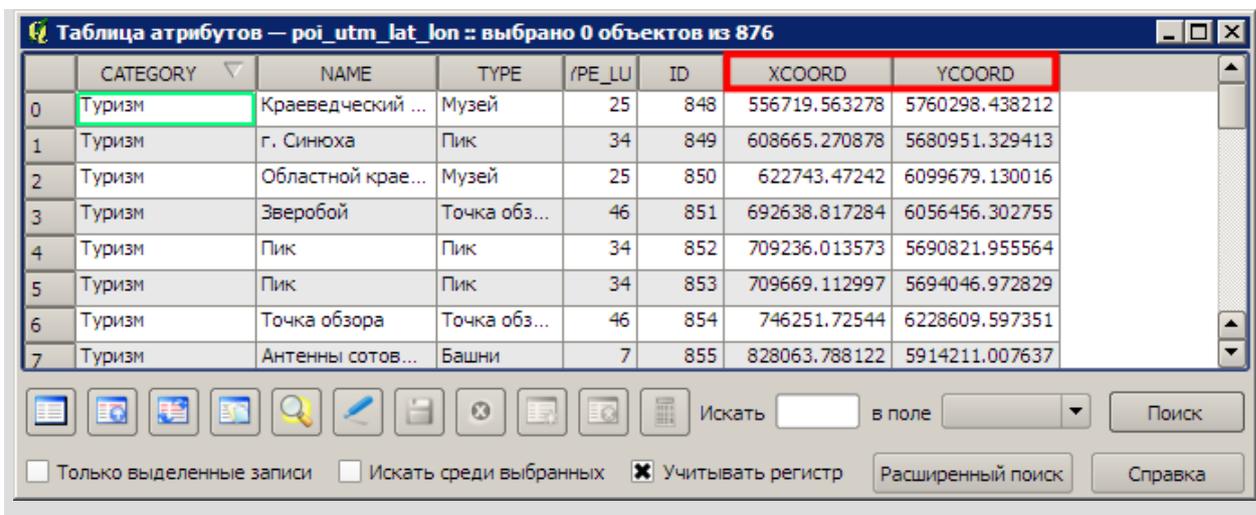
Сохраним результаты расчета в том же файле (галочка "Save to New shapefile" не установлена).  
Нажмем "OK".

После пересчета координат появится сообщение, что слой обновлен. Жмем "OK".



3. Проверим результат: Откроем таблицу атрибутов нового слоя: **Слой→Открыть таблицу атрибутов**

Добавились новые поля геометрии: **XCOORD** (долгота) и **YCOORD** (широта), причем, координаты выражены в метрах в установленной нами СК (WGS84/UTM zone 44N).



	CATEGORY	NAME	TYPE	/PE_LU	ID	XCOORD	YCOORD
0	Туризм	Краеведческий ...	Музей	25	848	556719.563278	5760298.438212
1	Туризм	г. Синюха	Пик	34	849	608665.270878	5680951.329413
2	Туризм	Областной крае...	Музей	25	850	622743.47242	6099679.130016
3	Туризм	Зверобой	Точка обз...	46	851	692638.817284	6056456.302755
4	Туризм	Пик	Пик	34	852	709236.013573	5690821.955564
5	Туризм	Пик	Пик	34	853	709669.112997	5694046.972829
6	Туризм	Точка обзора	Точка обз...	46	854	746251.72544	6228609.597351
7	Туризм	Антенны сотов...	Башни	7	855	828063.788122	5914211.007637

Аналогичным образом в СК вида рассчитываются пространственные характеристики линейных и полигональных слоев.

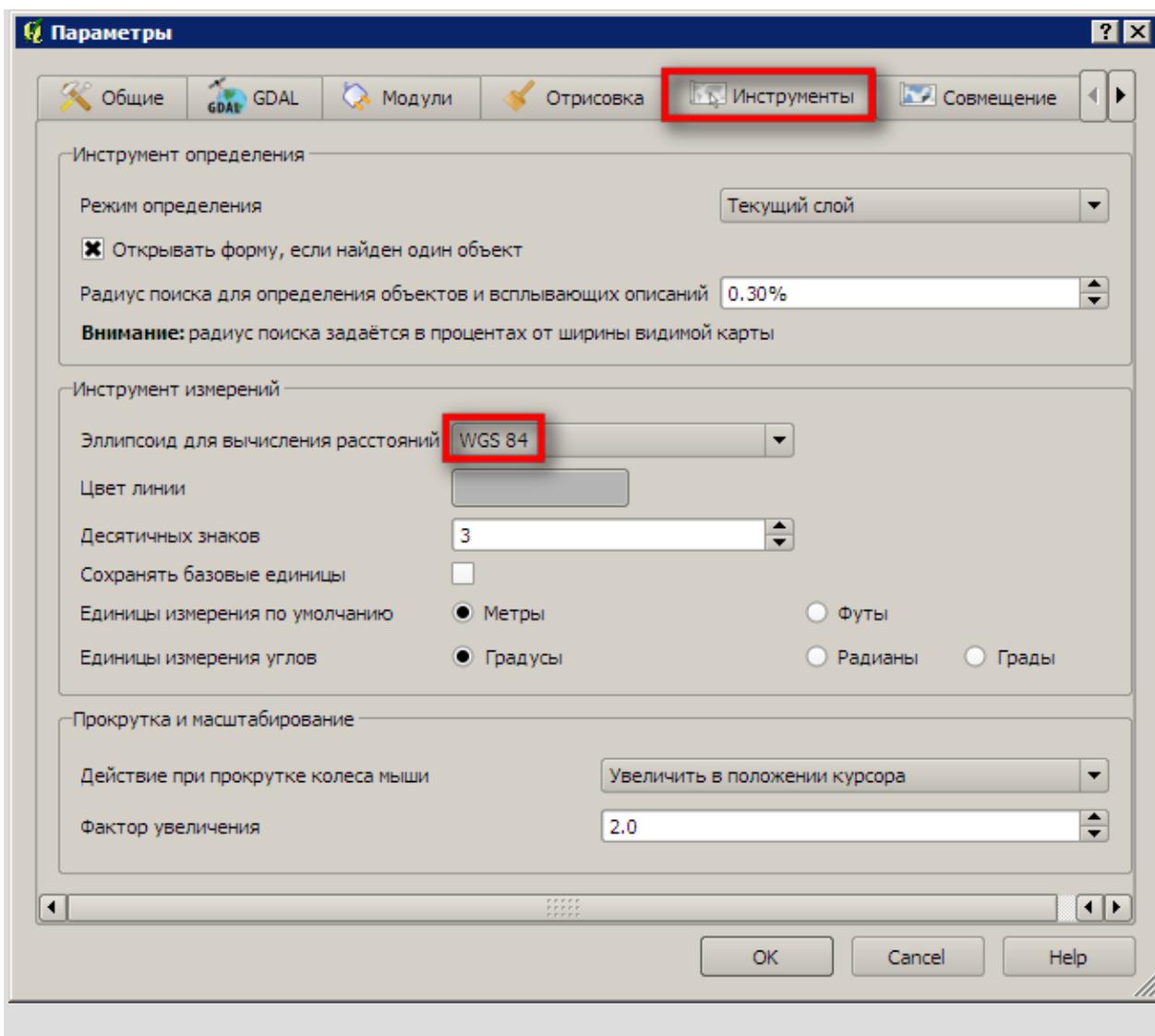
### Пример 3. Вычисление координат точек на эллипсоиде

Как уже было сказано, в большинстве случаев, предпочтительным (дающим наиболее точные результаты) является расчет пространственных характеристик объектов на эллипсоиде. Получить представление насколько могут отличаться результаты расчетов на эллипсоиде от результатов расчетов в различных СК можно из статьи "Сравнение разных способов вычисления длин и азимутов".

**Важно:** следует учитывать, что при расчете на эллипсоиде, координаты точек по умолчанию возвращаются в десятичных градусах, а длины и площади - в метрах независимо от СК вида или слоя.

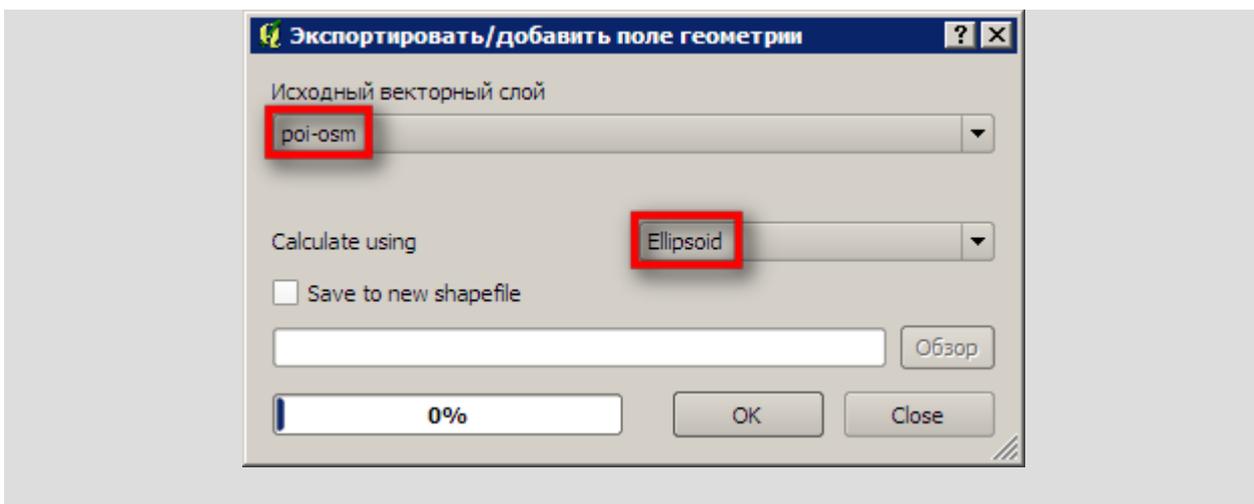
Перед тем, как производить расчеты на эллипсоиде необходимо его выбрать, для этого выполним: **Установки→Параметры**. На вкладке **"Инструменты"** выбрать из

выпадающего списка "Эллипсоид для вычисления расстояний". По умолчанию это универсальный эллипсоид WGS 84.



После выбора эллипсоида для расчетов, рассчитаем координаты точек:

1. Выполним **Vector**→**Обработка геометрии**→**Экспортировать/Добавить поле геометрии**.
2. Из выпадающего списка выберем векторный точечный слой.
3. В качестве способа расчета выберем расчет на эллипсоиде (Ellipsoid).
4. Сохраним результаты расчета в том же файле (галочка "Save to New shapefile" не установлена).
5. Нажмем "OK".
6. После пересчета координат появится сообщение, что слой обновлен. Жмем "OK".



7. Проверим результат: откроем таблицу атрибутов нового слоя: **Слой**→**Открыть таблицу атрибутов**. Добавились новые поля геометрии - **XCOORD** (долгота) и **YCOORD** (широта), выраженные в десятичных градусах.

Имеем следующий результат:

	EG	NAME	TYPE	E_L	ID	XCOORD_GCS	YCOORD_GCS	XCOORD_el	YCOORD_el
0	Авто	Сибнефть	Заправка	15	0	79.228572	53.989797	79.228572	53.989797
1	Авто	Велюна	Заправка	15	1	79.238622	53.990794	79.238622	53.990794
2	Авто	Новосибирскне...	Заправка	15	2	79.23917	54.000084	79.23917	54.000084
3	Авто	Заправка	Заправка	15	3	79.739196	54.084206	79.739196	54.084206
4	Авто	Новосибирскне...	Заправка	15	4	80.467382	54.342285	80.467382	54.342285
5	Авто	Заправка	Заправка	15	5	81.227254	51.557508	81.227254	51.557508

Обратите внимание, что координаты точек, рассчитанные в СК слоя (географической СК на эллипсоиде WGS-84 - поля COORD\_GCS) полностью совпадают с координатами рассчитанными непосредственно на эллипсоиде WGS-84 (COORD\_el).

Аналогичным образом на эллипсоиде рассчитываются пространственные характеристики линейных и полигональных слоев.

### Использование калькулятора полей

При расчете пространственных характеристик с помощью калькулятора полей (**Field Calculator**) следует помнить, что все расчеты производятся в единицах измерения слоя, т.е. чтобы получить результаты в градусах, исходный слой должен находиться в географической СК, а чтобы получить результаты в метрах - необходимо использовать спроецированный слой.

Расчет пространственных характеристик точечных, линейных и полигональных объектов с помощью калькулятора полей производится по одному алгоритму. Последовательность действий при использовании калькулятора полей следующая:

1. Сохранение слоя в прямоугольной проекции
2. Создание и определение параметров поля для расчетов
3. Применение одной из расчетных функций, полный список которых таков:

Функция	Тип геометрии	Описание
\$x	точка	Возвращает координату X (долготу) точки.
\$y	точка	Возвращает координату Y (широту) точки.
\$length	линия	Возвращает длину линии.
xat	линия	Возвращает координату X (долготу) n-ой точки линии (индекс начинается с 0; отрицательные значения отсчитываются от последнего значения индекса).
yat	линия	Возвращает координату Y (долготу) n-ой точки линии (индекс начинается с 0; отрицательные значения отсчитываются от последнего значения индекса).
\$perimeter	полигон	Возвращает периметр полигона.
\$area	полигон	Возвращает площадь полигона.

#### Пример 4. Расчет площади с помощью калькулятора полей

Рассчитаем площади объектов в полигональном слое с помощью калькулятора полей. Как уже было сказано, калькулятор полей производит расчеты только в СК слоя. По этому, для расчетов длин и площадей, а также координат точек в метрах, нам необходимо иметь слои в прямоугольных СК. Если Ваш слой находится в географической СК, то предварительно необходимо перепроецировать его в прямоугольную СК, для этого выполняем:

1. Слой → Сохранить как
2. В открывшемся диалоговом окне выбираем формат для нового слоя (Shape-файл ESRI)
3. Кодировка (System - кодировка установленная в вашей системе по умолчанию, в Windows - это CP-1251, в Linux - UTF-8).
4. Выберем СК для создаваемого файла, выберем Selected CRS, это даст нам возможность выбрать необходимую систему координат. Жмем Обзор. Зададим проекцию для нового слоя WGS 84, UTM zone 44N (данные геосемпла лежат в трех зонах UTM, с 43N по 45N, для уменьшения искажений расчетов мы возьмем центральную)
5. В открывшемся окне выбора системы координат в графе "Filter" наберем

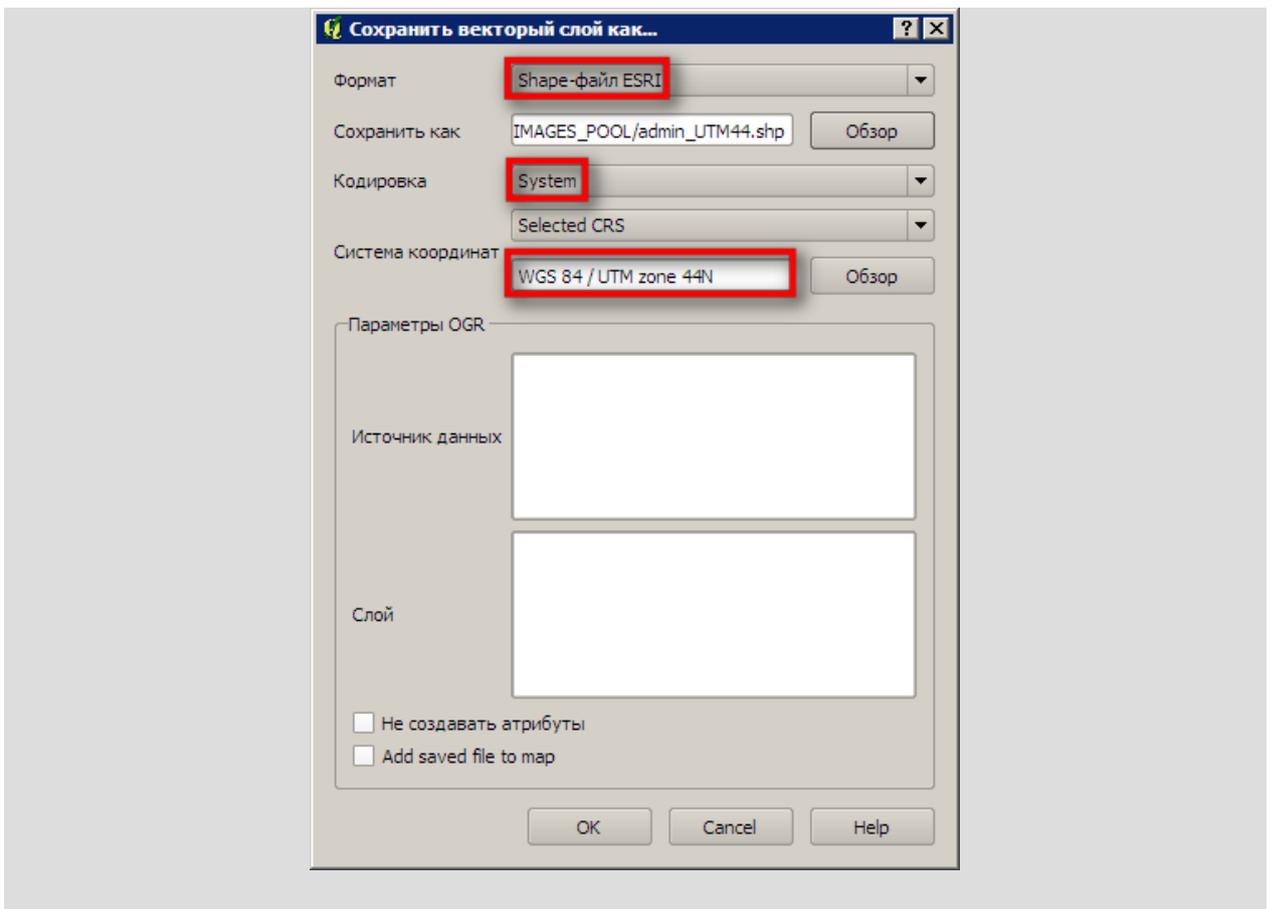
UTM zone 44N

или код EPSG проекции:

32644

В результате останутся только те СК, которые содержат в названии это сочетание букв.

6. В меню "Coordinate reference systems of the world" Выберем "WGS 84 zone 44N".
7. Жмем "OK".



8. Добавляем вновь созданный share-файл в проект.

9. Открываем атрибутивную таблицу.

10. Переводим слой в режим редактирования , при этом становится активной кнопка запуска калькулятора полей.

11. Запускаем **калькулятор полей**, нажав на кнопку . Открывается диалоговое окно калькулятора полей, состоящее из меню параметров создания новых полей, списка функций и подсказок по ним, а также результирующей командной строки (Expression) куда будут внесены все требуемые команды для вычислений.

Далее возможно два варианта действий, в зависимости от того, имеется ли у вас в атрибутивной таблице требуемое поле.

- Если поле отсутствует, необходимо его создать — поставить галочку "**Создать новое поле**" (**Create New Field**).
- Если поле уже присутствует и необходимо только осуществить пересчет пространственных характеристик (например, после редактирования слоя, т.к. автоматически, при изменении пространственных объектов, их пространственные характеристики не пересчитываются), необходимо поставить галочку "**Обновить существующее поле**" и выбрать необходимое поле из выпадающего списка.

12. Создадим новое поле для записи результатов расчета площади. В случае, если в атрибутивной таблице файла еще нет специальных колонок для отображения информации о **пространственных характеристиках**, ставим галочку "**Create new field**" (**Создать новое поле**).

13. Далее необходимо указать параметры для создаваемого слоя (тип, размер и точность). Тип поля можно задать любой, но следует учитывать, что в случае, если будет задано текстовое поле, то в дальнейшем, данное поле невозможно будет вставлять в формулы для

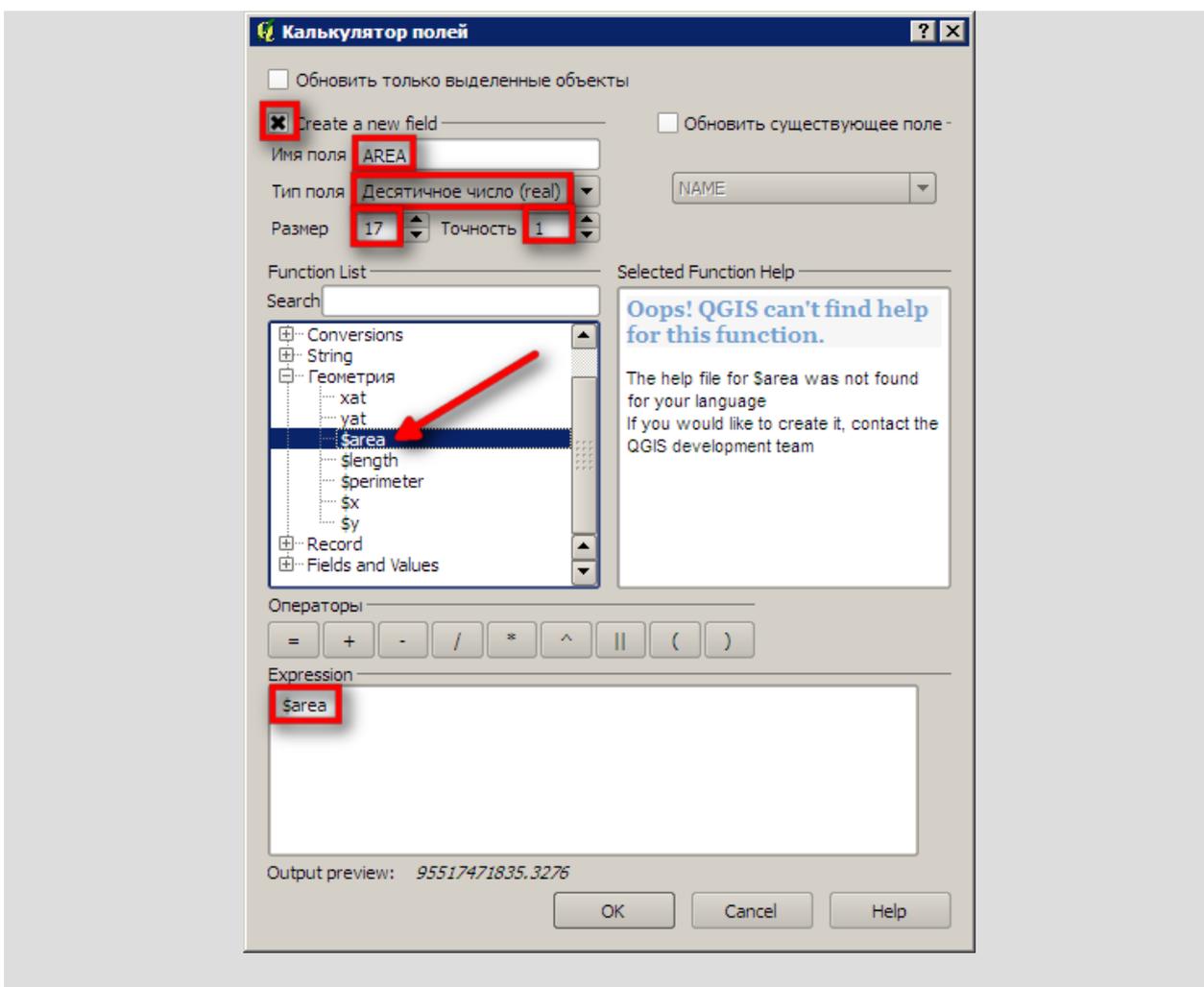
расчетов. В общем случае для расчетов пространственных характеристик объектов лучше использовать **десятичное число (real)**. При этом нужно учитывать, что задавая его **Размер** мы указываем общее количество знаков до и после запятой, а указывая **Точность** - количество знаков после запятой.

Зададим параметры поля для расчета площади:

- Зададим имя поля, например, "AREA"
- Зададим тип поля: Десятичное число (Real)
- Зададим размер поля: будем исходить из следующих соображений - площадь Земного шара - 510 072 000 000 000 м<sup>2</sup>, т.е. 15 значащих чисел необходимо для расчетов объектов площадь которых равна площади всего Земного шара. Добавляем значащее число на разделитель целой и дробной части и хотя бы одно значащее число на десятичный разряд (в случае использования типа "десятичное число" нельзя задать точность равную 0). Итого 17 значащих чисел должно хватить для расчетов на любых территориях.
- Зададим точность: если нам достаточно точности в 1/10 метра, то ставим точность = 1, если нет, указываем количество знаков после запятой, не забывая прибавить их количество в графе "размер".

14. Далее, необходимо выбрать необходимую расчетную функцию из списка. Все функции для расчета пространственных характеристик объектов находятся в группе **"Геометрия"**. Добавить функцию в командную строку можно либо прописав ее вручную, либо двойным щелчком мыши по необходимой функции из списка.

15. После всех манипуляций окно должно приобрести вид:



16. Жмем "ОК" и смотрим на атрибутивную таблицу. В новой колонке "AREA" отображаются предварительные результаты расчетов (не усеченные до 1-го знака после запятой. Нажимаем кнопку "Сохранить изменения" . После этой операции данные записываются согласно настроенным нами параметрам поля: т.к. мы установили точность 1 знак после запятой, данные были округлены до 1-го знака после запятой. В случае, если результаты стали отрицательными, это означает, что недостаточно значащих знаков и нужно создать новое поле с большим количеством значащих знаков.

### **Заключение**

В заключение, сделаем важное замечание: правилом хорошего тона считается документирование, какое ПО (версия) и какой инструмент использовались для расчета пространственных характеристик объектов. Дело в том, что в разном ПО используются отличающиеся алгоритмы расчетов, параметры (точность назначения) СК и эллипсоидов, что приводит к тому, что для одних и тех же данных рассчитанные пространственные характеристики несколько отличаются. В научном мире приоритет отдается алгоритмам, имеющим открытый исходный код, чтобы каждый мог воспроизвести расчеты и найти ошибки алгоритмов. В связи с этим QGIS как инструмент в руках ученого предстает в более выгодном свете.

При расчетах длин и площадей с использованием проекций необходимо также указывать, какие именно проекции использовались, особенно это касается расчетов в глобальном охвате, т.к. чем больше охват территории, тем больше разница в результатах расчетов, выполненных в разных проекциях.

**Задание:** рассчитайте основные пространственные характеристики векторных объектов.

### **Ссылки**

1. [Geosample: Открытый набор геоданных для различного ПО ГИС](#)
2. [Получение основных пространственных характеристик объектов в Arcview GIS](#)
3. [Получение основных пространственных характеристик объектов в ArcGIS](#)
4. О.А. Лебедева. Картографические проекции. Методическое пособие. Новосибирский учебно-методический центр по ГИС и ДЗ. Новосибирск, 2000 [Скачать](#)
5. [Часто задаваемые вопросы по координатам, проекциям, системам координат](#)
6. [Сравнение разных способов вычисления длин и азимутов](#)
7. [Описание проекций используемых GIS-Lab](#)
8. Ведение в ГИС на основе бесплатного ПО с открытым исходным кодом (проекции посвящена 7-я глава): [A Gentle GIS Introduction](#)