

Расчет площадей поверхностей с учетом рельефа средствами GRASS

[Обсудить в форуме](#) Комментариев — 2

Эта страница опубликована в основном списке статей сайта по адресу <http://gis-lab.info/qa/3darea-grass.html>

Время от времени возникает задача рассчитать площадь поверхности с учетом ее наклона, т.е. того, что эта поверхность находится в трехмерном пространстве. Эта статья рассматривает пример того, как эту задачу можно решить в GRASS GIS.

Для примера возьмем набор geosample (<http://gis-lab.info/qa/geosample.html>). Данный набор содержит растр высот (слой relief) и векторную карту охраняемых природных территорий (слой oopt). Требуется посчитать площади каждой из охраняемых территорий как с учетом рельефа, так и без этого.

Перепроецирование

Поскольку набор geosample содержит данные в географической системе координат (широта/долгота), а измерения требуется произвести в метрической системе координат, то их предварительно нужно перепроецировать, например в равноплощадную проекцию Альберса. Для этого создадим еще один набор geosample_sib_aea в новой проекции со следующими параметрами:

```
north:      6184472.19979012
south:      5008416.36981374
west:       16373043.44324575
east:       17599228.40562719
nsres:      659.6
ewres:      659.6
```

Заходим в этот набор и перепроецируем растровые данные (здесь и ниже галочка ">" означает приглашение командной строки GRASS, после нее вводится сама команда, в данном случае команда "r.proj loc=geosample in=relief out=relief"):

```
> r.proj loc=geosample in=relief out=relief
```

Аналогично перепроецируем векторные данные:

```
> v.proj loc=geosample in=oopt out=oopt
```

Посмотрим поближе на исходные данные (слой relief):

```
> r.info relief
+-----+
| Layer:      relief                               Date: Wed Aug 17 18:08:10 2011 |
| Mapset:     PERMANENT                           Login of Creator: dima   |
| Location:   geosample_sib_aea                    |
| DataBase:   /home/dima/laboro/GRASSDATA           |
| Title:      ( relief )                           |
| Timestamp:  none                                  |
+-----+
|
| Type of Map: raster                               Number of Categories: 4197 |
| Data Type:   CELL                                  |
| Rows:        1782                                  |
| Columns:     1859                                  |
| Total Cells: 3312738                              |
+-----+
```

```

| Projection: Albers Equal Area
| N: 6184472.19979012      S: 5009075.96366118      Res: 659.59384743
| E: 17599228.40562719      W: 16373043.44324575      Res: 659.5938474
| Range of data:      min = 20   max = 4197
|
| Data Description:
| generated by r.proj
|
| Comments:
| r.proj input="relief" location="geosample" output="relief" method="n\
| earest"
|
|-----

```

Аналогично по слою oort:

```
> v.info oopt
```

```

| Layer:                oopt
| Mapset:               PERMANENT
| Location:             geosample_sib_aea
| Database:             /home/dima/laboro/GRASSDATA
| Title:
| Map scale:            1:1
| Map format:           native
| Name of creator:      dima
| Organization:
| Source date:          Wed Aug 17 16:36:58 2011
|-----
|   Type of Map:        vector (level: 2)
|
|   Number of points:    0                               Number of areas:      8
|   Number of lines:     0                               Number of islands:    8
|   Number of boundaries: 8                               Number of faces:      0
|   Number of centroids: 8                               Number of kernels:    0
|
|   Map is 3D:           No
|   Number of dblinks:   1
|
|   Projection: Albers Equal Area
|               N: 5929488.79257984   S: 5114805.91166458
|               E: 17470617.17073559   W: 16788858.38019306
|
|   Digitization threshold: 0
|   Comments:
|-----

```

Расчет площадей

GRASS содержит модуль r.surf.area (http://grass.osgeo.org/gdp/html_grass64/r.surf.area.html), который производит требуемые расчеты. Рассчитаем общую площадь всей территории охвата слоя relief с использованием данного модуля:

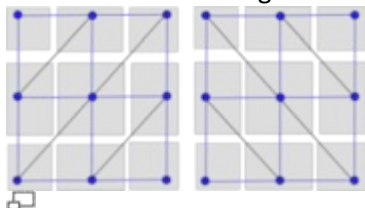
```
> r.surf.area relief
```

```
Null value area ignored in calculation 5.439092e+11
Plan area used in calculation: 1.440478e+12
Surface Area Calculation(low, high, avg):
          9.009841e+11 9.024818e+11 9.017329e+11
Current Region plan area: 1.442062e+12
Estimated Region Surface Area: 9.027246e+11
```

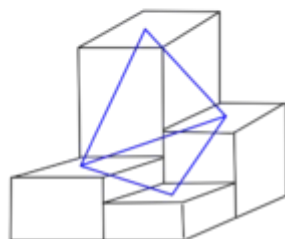
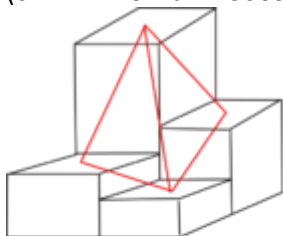
Done.

Остановимся подробнее на результатах расчета:

- Null value area ignored in calculation: площадь ячеек раstra, которые не участвовали в расчетах (были замаскированы).
- Plan area used in calculation: площадь всего раstra как площадь проекции раstra на горизонтальную плоскость.
- Surface Area Calculation(low, high, avg): площадь раstra с учетом рельефа. Рассчитывается путем построения треугольников, вершины которых находятся в центре ячеек раstra. Поскольку для соседних ячеек можно построить несколько вариантов триангуляции (см. пример на рисунке), то и результаты расчета площадей могут различаться. Поэтому алгоритм сохраняет минимальное, максимальное и среднее ((минимальная + максимальная)/2) значение расчетной площади для каждой пары треугольников.
- Current Region plan area: площадь текущей области (без учета рельефа).
- Estimated Region Surface Area: итоговая расчетная площадь территории.



На рисунке показаны два различных варианта построения треугольников при расчете площади поверхности (синими точками обозначены узлы решетки раstra -- 9 ячеек)



На рисунке показаны два различных варианта построения треугольников при расчете площади поверхности (ячейки раstra представлены вертикальными столбиками -- 4 ячейки)

Таким образом, получаем, что величина $9.027246e+11$ -- искомая площадь территории с учетом рельефа, $1.440478e+12$ -- общая площадь без учета рельефа (если необходимо произвести сравнение площадей с учетом и без учета рельефа, то из общей площади $1.440478e+12$ сначала нужно вычесть число $5.439092e+11$ -- площадь пустых ячеек, которые в расчетах не участвовали).

Нужно заметить, что результаты расчетов модуля зависят от текущего разрешения (что вполне естественно, т.к. результат и должен зависеть от точности исходных данных).

Посмотрим на текущее разрешение:

```
> g.region -p
projection: 99 (Albers Equal Area)
zone:      0
datum:     ** unknown (default: WGS84) **
ellipsoid: krassovsky
north:     6184472.19979012
south:     5008416.36981374
west:      16373043.44324575
east:      17599228.40562719
```

```
nsres:      659.59384743
ewres:      659.59384743
rows:       1783
cols:       1859
cells:      3314597
```

Огрубим разрешение:

```
> g.region res=6596 -p
projection: 99 (Albers Equal Area)
zone:      0
datum:     ** unknown (default: WGS84) **
ellipsoid: krassovsky
north:     6184472.19979012
south:     5008416.36981374
west:      16373043.44324575
east:      17599228.40562719
nsres:     6607.05522459
ewres:     6592.39227087
rows:      178
cols:      186
cells:     33108
```

И рассчитаем площади с новым разрешением:

```
> r.surf.area relief

Null value area ignored in calculation 5.440617e+11
Plan area used in calculation: 1.426251e+12
Surface Area Calculation (low, high, avg):
      8.825813e+11 8.827467e+11 8.826640e+11
Current Region plan area: 1.442062e+12
Estimated Region Surface Area: 8.924489e+11
```

Как видим, результаты разнятся, и это нужно учитывать при работе.

Вернем разрешение к исходному разрешению раstra:

```
> g.region rast=relief -p
projection: 99 (Albers Equal Area)
zone:      0
datum:     ** unknown (default: WGS84) **
ellipsoid: krassovsky
north:     6184472.19979012
south:     5009075.96366118
west:      16373043.44324575
east:      17599228.40562719
nsres:     659.59384743
ewres:     659.59384743
rows:      1782
cols:      1859
cells:     3312738
```

Расчет площадей по отдельным участкам

Однако, наша задача несколько иная: нужно рассчитать площади по каждому из заповедников в отдельности. Для того, чтобы это сделать, необходимо следующее:

1. Извлечь из карты оорт интересующий нас полигон.
2. Создать маску из этого полигона, чтобы команда "r.surf.area relief" производила расчеты только в замаскированной области
3. Вызов команды r.surf.area relief и сохранение результата

Реализация: Посмотрим содержимое таблицы атрибутов карты оорт:

```
> v.db.select oopt
cat|NAME_PRT_R|NAME_R|TYPE
1|Катунский|Катунский|Заповедник
2|Кузнецкий Алатау|Кузнецкий Алатау|Заповедник
3|Участок "Ханхаринский"|Тигирекский|Заповедник
4|Участок "Белорецкий"|Тигирекский|Заповедник
5|Участок "Тигирекский"|Тигирекский|Заповедник
6|Алтайский|Алтайский|Заповедник
7|Шорский|Шорский|Национальный
8|Кирзинский|Кирзинский|Заказник
```

Создадим из векторной карты oopt растровую:

```
> v.to.rast in=oopt out=oopt use=attr col=cat label=NAME_PRT_R
```

Посмотрим, что из этого получилось, заодно рассчитаем статистику по площадям:

```
> r.report oopt un=k
100%
+-----+
|                                     RASTER MAP CATEGORY REPORT                                     |
|LOCATION: geosample_sib_aea                                                    Wed Aug 17 18:38:50 2011|
|-----|
|          north: 6184472.19979012      east: 17599228.40562719      |
|REGION      south: 5009075.96366118    west: 16373043.44324575      |
|          res:      659.59384743      res:      659.59384743      |
|-----|
|MASK:none                                                                    |
|-----|
|MAP: Labels (oopt in PERMANENT)                                              |
|-----|
|          Category Information                                              | square |
| #|description                                                                |kilometers|
|-----|
|1|Катунский . . . . . | 1501 |
|2|Кузнецкий Алатау. . . . . | 3993 |
|3|Участок "Ханхаринский". . . . . | 4 |
|4|Участок "Белорецкий". . . . . | 388 |
|5|Участок "Тигирекский". . . . . | 17 |
|6|Алтайский . . . . . | 8770 |
|7|Шорский . . . . . | 4201 |
|8|Кирзинский . . . . . | 1196 |
|*|no data. . . . . | 1,421,182 |
|-----|
|TOTAL                                                                | 1,441,253 |
+-----+
```

Создадим маску, соответствующую участу "Катунский" (категория 1):

```
> r.mask oopt maskcat=1
```

Расчитаем площадь для этого участка:

```
> r.surf.area relief
```

```
Null value area ignored in calculation 1.439753e+12
Plan area used in calculation: 1.439670e+12
Surface Area Calculation (low, high, avg):
      1.447004e+09 1.467648e+09 1.457326e+09
Current Region plan area: 1.441253e+12
Estimated Region Surface Area: 1.458929e+09
```

Done.

Таким же образом можно получить информацию и по остальным участкам.

Эту процедуру легко автоматизировать, сохранив данные расчетов в файл, например, area.txt:

```
> for id in `seq 8`  
do r.mask -r  
  r.mask oopt maskcat=$id  
  r.category oopt cat=$id >> area.txt  
  r.surf.area relief >> area.txt  
done
```

Начальные строки файла area.txt представлены ниже:

```
1      Катунский  
  
Null value area ignored in calculation 1.439753e+12  
Plan area used in calculation: 1.439670e+12  
Surface Area Calculation(low, high, avg):  
      1.447004e+09 1.467648e+09 1.457326e+09  
Current Region plan area: 1.441253e+12  
Estimated Region Surface Area: 1.458929e+09  
  
Done.  
2      Кузнецкий Алатау  
  
Null value area ignored in calculation 1.437260e+12  
Plan area used in calculation: 1.439670e+12  
Surface Area Calculation(low, high, avg):  
      3.870987e+09 3.888315e+09 3.879651e+09  
Current Region plan area: 1.441253e+12  
Estimated Region Surface Area: 3.883918e+09  
  
Done.
```

[Обсудить в форуме](#) Комментариев — 2

Последнее обновление: 2014-05-14 23:52

Дата создания: 19.01.2012

Автор(ы): [Дмитрий Колесов](#)