

# Координатные системы и картографические проекции (на примере Open Source QGIS)

Екатерина Подольская, к. т. н.,  
старший научный сотрудник

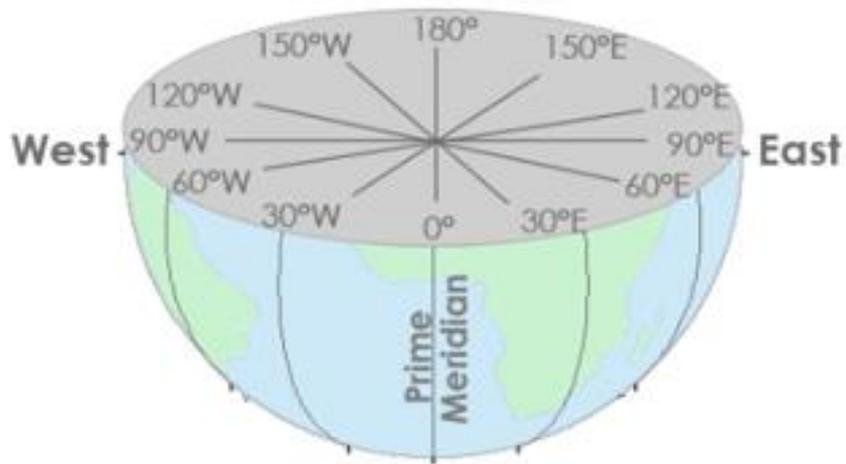
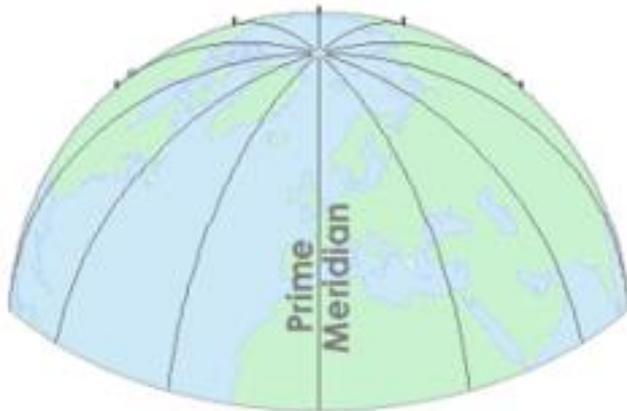
# Содержание

- Координатная система
- Датум
- ГИС-определение картографической проекции
- Картографическая проекция: преобразование в прямоугольные координаты
- Типы картографических проекций
- Международные каталоги пространственных ссылок
- Universal Transverse Mercator: пример картографической проекции
- Картографические проекции и сетки меридианов и параллелей
- Искажения картографических проекций
- Принципы работы с координатами в QGIS
- Каким образом QGIS определяет положение объекта
- Информация о проекции/координатной системе и трансформациях
- Изменение картографической проекции/координатной системы
- Сетки меридианов и параллелей
- Набор инструментов для обработки
- Рекомендуемые для региональных и мировых проектов проекции и координатные системы (библиотека QGIS)
- Как проверить локацию спроецированных/любых геоданных: подключение OSM в QGIS

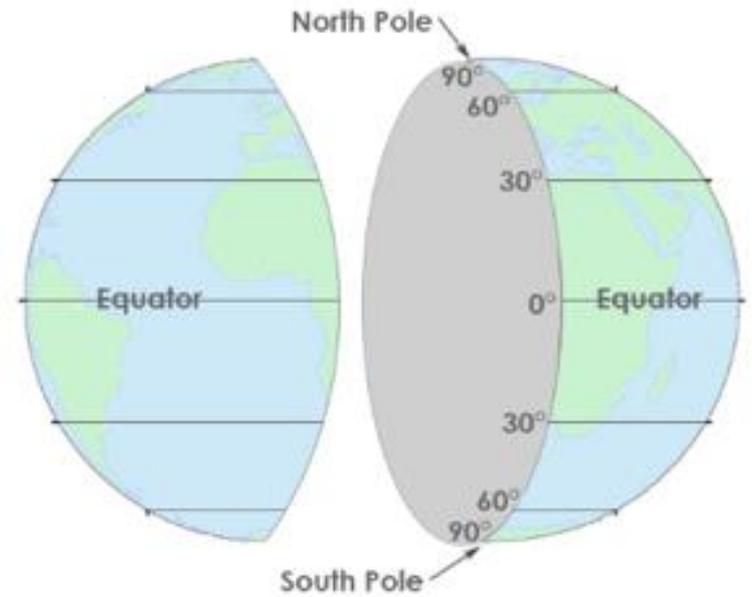
Таблица для преобразования вида географических координат

Ссылки

# Координатная система



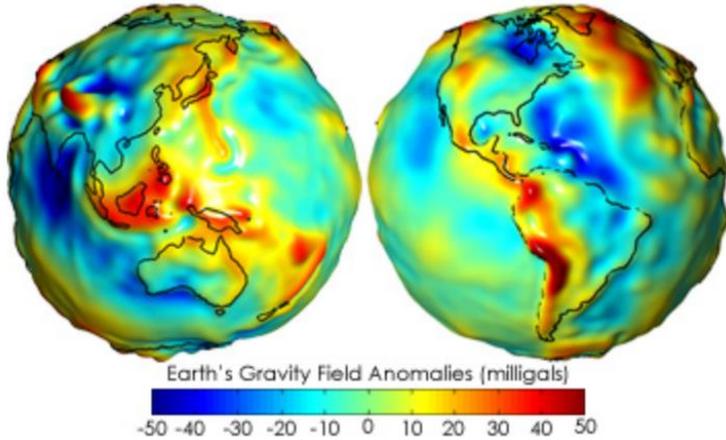
Longitude Coordinates



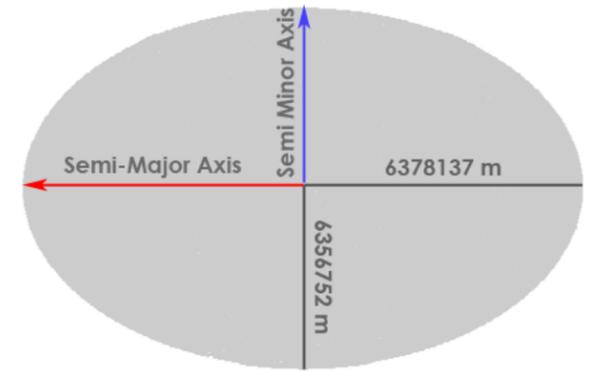
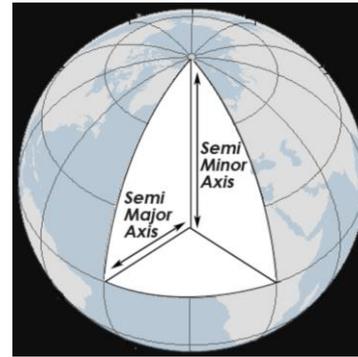
Latitude Coordinates

<https://gisgeography.com/latitude-longitude-coordinates/>

# Датум



Geoid (Image courtesy of NASA/JPL)



Главная ось эллипса – это экваториальный радиус;  
другая ось – от центра к полюсам

Name	Year	Semi-Major Axis (Equator Radius)	Semi-Minor Axis (Polar Radius)	Users
Clarke	1866	6,378,206.4 m	6,356,583.8 m	North America
International (Hayford) Ellipsoid	1924	6,378,388.0 m	6,356,911.9 m	Most of the World
WGS72	1972	6,378,135.0 m	6,356,750.5 m	NASA
GRS80	1980	6,378,137.0 m	6,356,752.3 m	Worldwide
WGS84	1984	6,378,137.0 m	6,356,752.3 m	Current Worldwide

<https://gisgeography.com/ellipsoid-oblate-spheroid-earth/>

<https://gisgeography.com/geodesy/>

# ГИС-определение картографической проекции

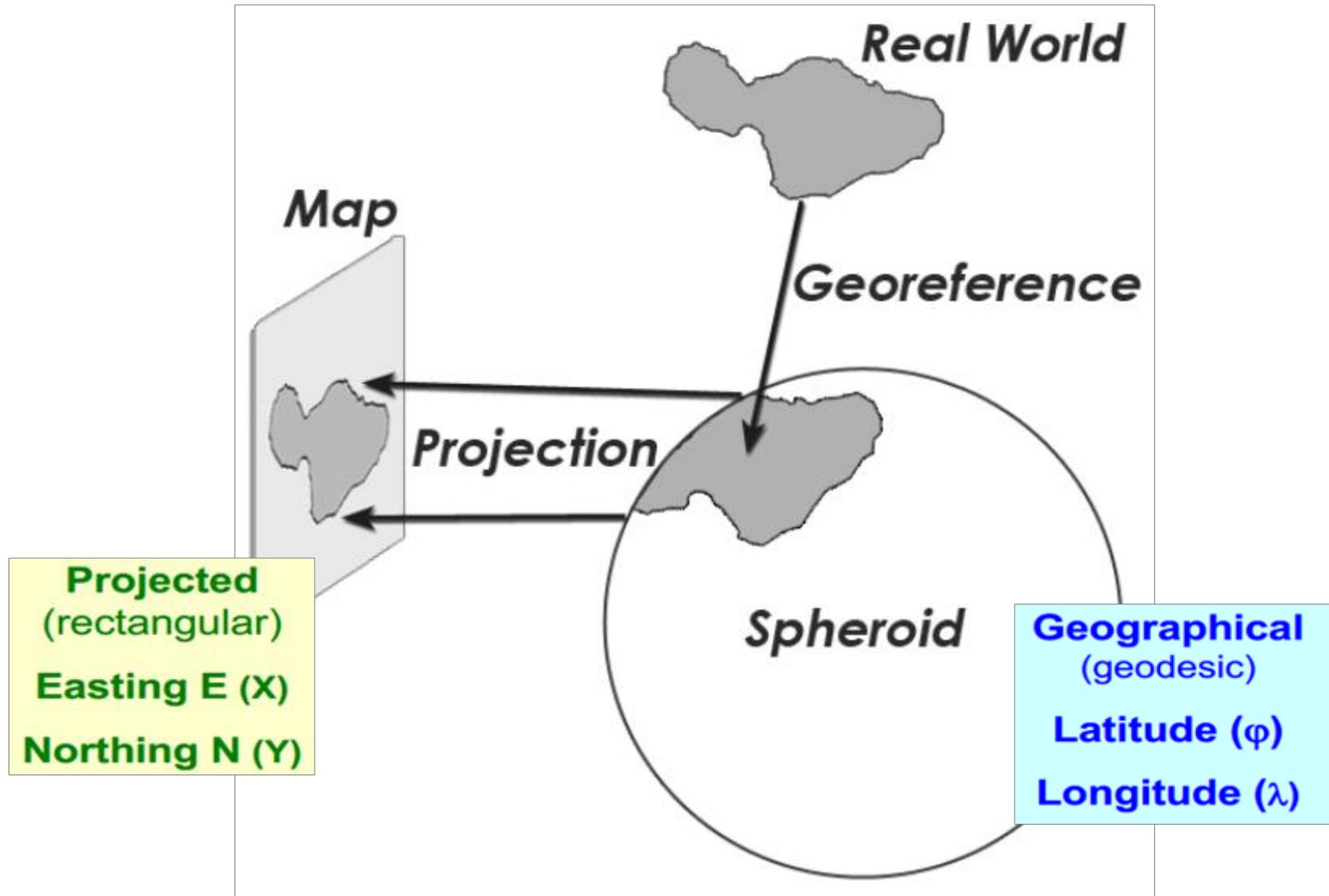
Картографическая проекция – это метод, при помощи которого картографы представляют сферу или глобус на плоскости

<https://gisgeography.com/map-projections/>

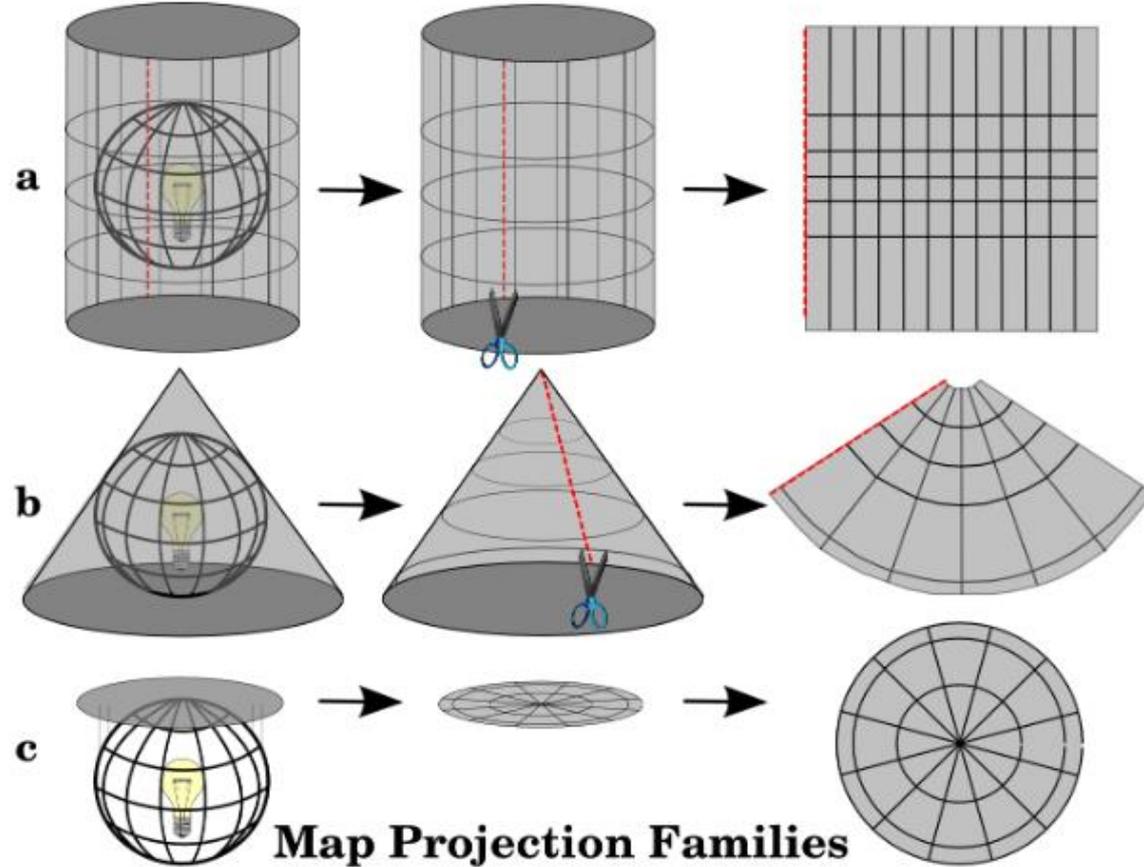
- Любая картографическая проекция обладает рядом искажений (углы, расстояния, площади)
- Координатная референцная система (CRS) определяет при помощи координат каким образом спроектированная карта связана с реальным положением объектов на местности
- ***On the Fly*** перепроектирование – ГИС-функция, которая позволяет осуществить наложение слоев в разных координатных системах или проекциях

[https://docs.qgis.org/testing/en/docs/gentle\\_gis\\_introduction/coordinate\\_reference\\_systems.html](https://docs.qgis.org/testing/en/docs/gentle_gis_introduction/coordinate_reference_systems.html)

# Картографическая проекция: преобразование в прямоугольные координаты



# Типы картографических проекций



The three families of map projections. They can be represented by a) cylindrical projections, b) conical projections or c) planar projections.

[https://docs.qgis.org/testing/en/docs/gentle\\_gis\\_introduction/coordinate\\_reference\\_systems.html](https://docs.qgis.org/testing/en/docs/gentle_gis_introduction/coordinate_reference_systems.html)

# Международные каталоги пространственных ссылок



## Find your references in any number of formats!

- See Existing EPSG Code
- Upload your own Project
- Browse a list:
  - 4362 EPSG referenc
  - 447 ESRI referenc
  - 2380 IAU2000 refe
  - 2717 spatialreferen

### Recently Viewed

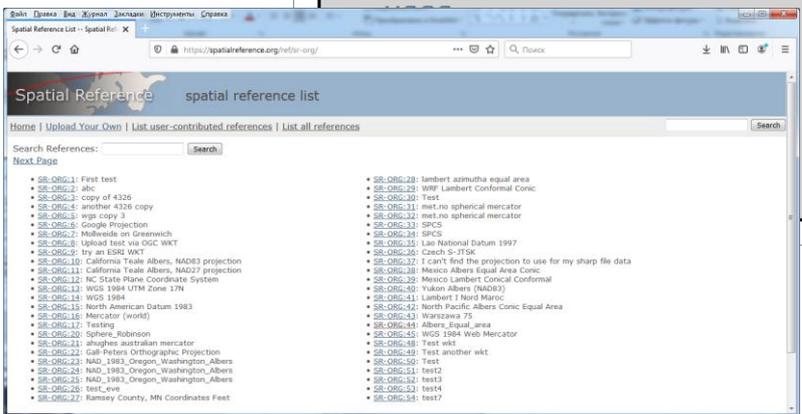
- NAD83(NSRS2007) / M
- NAD83(HARN) / New M
- 3857 Pseudo MER WGS
- WGS 84, 1509108 view
- Phobos Oblique Cylindri

## EPSG:4326

WGS 84 ([Google it](#))

- **WGS84 Bounds:** -180.0000, -90.0000, 180.0000, 90.0000
- **Projected Bounds:** -180.0000, -90.0000, 180.0000, 90.0000
- **Scope:** Horizontal component of 3D system. Used by the GPS satellite navigation system and for NATO military geodetic surveying.
- **Last Revised:** Aug. 27, 2007
- **Area:** World

- [Well Known Text as HTML](#)
- [Human-Readable OGC WKT](#)
- [Proj4](#)
- [OGC WKT](#)
- [JSON](#)
- [GML](#)
- [ESRI WKT](#)
- [.PRJ File](#)



## World Geodetic System 1984 (WGS84)

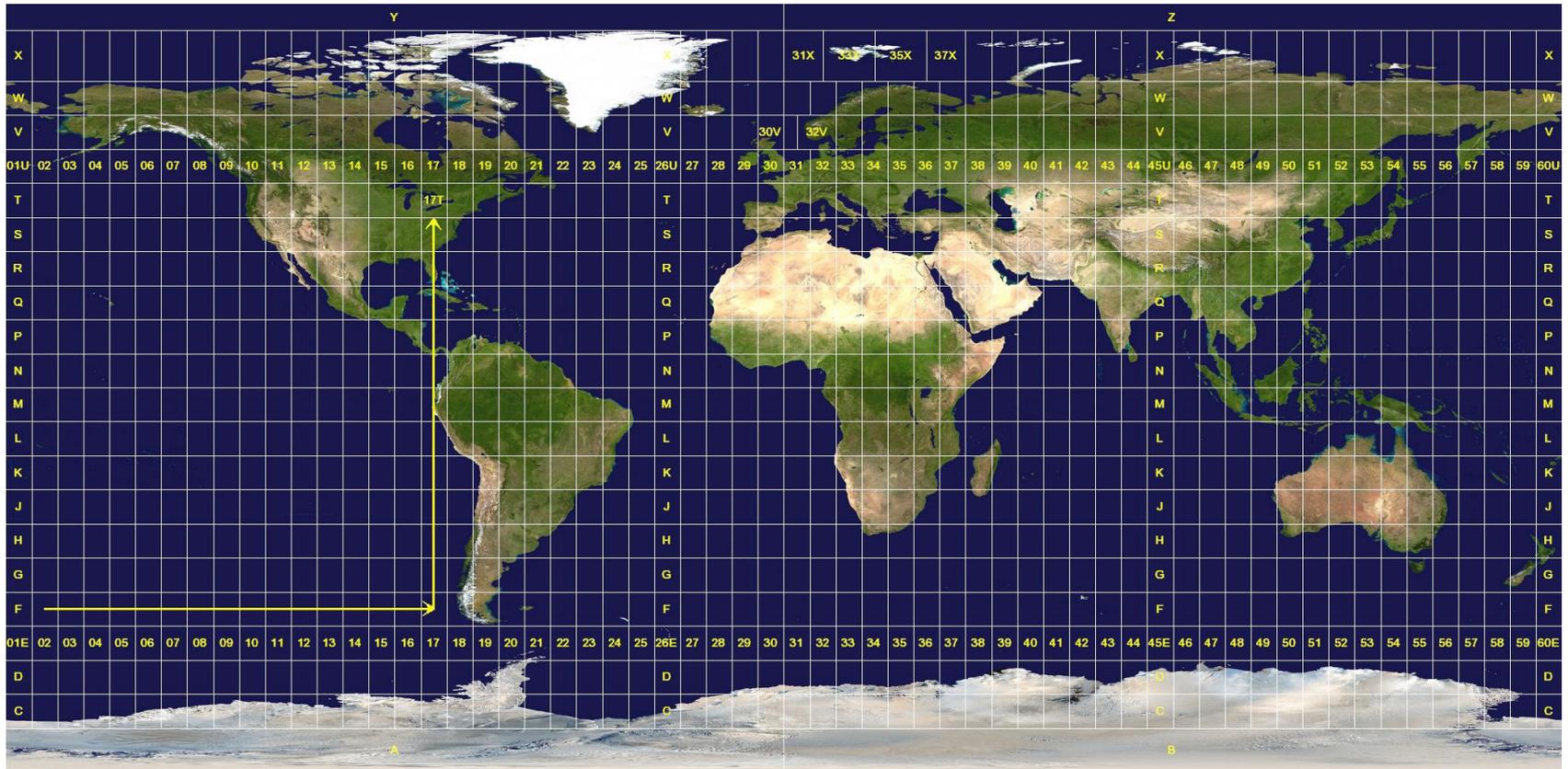
<https://spatialreference.org/>

[https://georepository.com/crs\\_4327/WGS-84-geographic-3D.html](https://georepository.com/crs_4327/WGS-84-geographic-3D.html)

<https://gisgeography.com/wgs84-world-geodetic-system/>



# Universal Transverse Mercator: пример картографической проекции

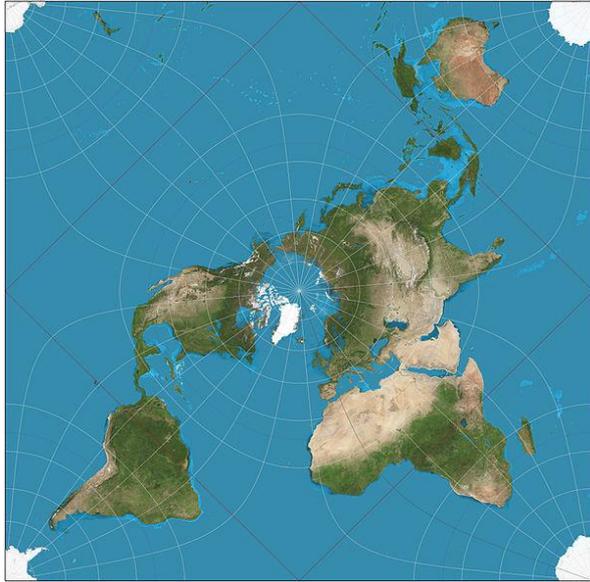


[https://en.wikipedia.org/wiki/Universal\\_Transverse\\_Mercator\\_coordinate\\_system#/media/File:Utm-zones.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Universal_Transverse_Mercator_coordinate_system#/media/File:Utm-zones.jpg)

Проекция Меркатора была предложена в 1569 фламандским картографом [Gerardus Mercator](#)

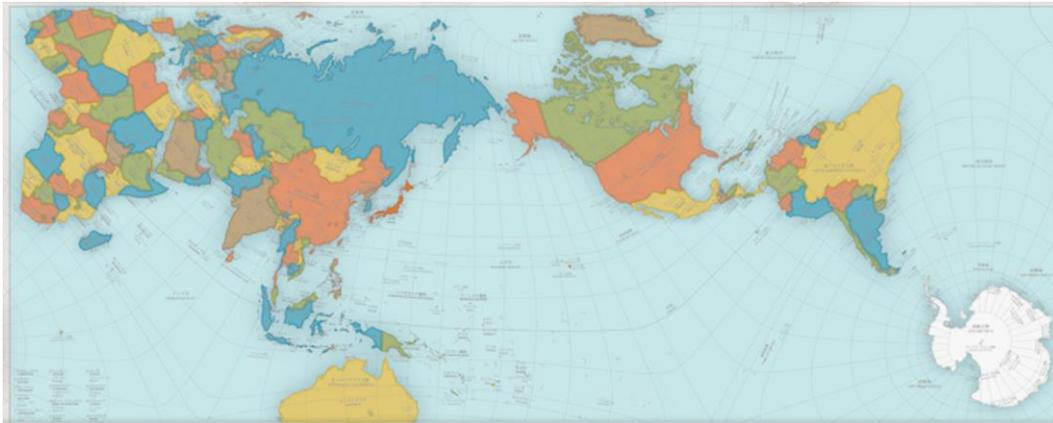
<https://www.gislounge.com/look-mercator-projection/>

# Картографические проекции и сетки меридианов и параллелей



Peirce Quincuncial projection SW 20W

[https://en.wikipedia.org/wiki/File:Peirce\\_quincuncial\\_projection\\_SW\\_20W.JPG](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Peirce_quincuncial_projection_SW_20W.JPG)

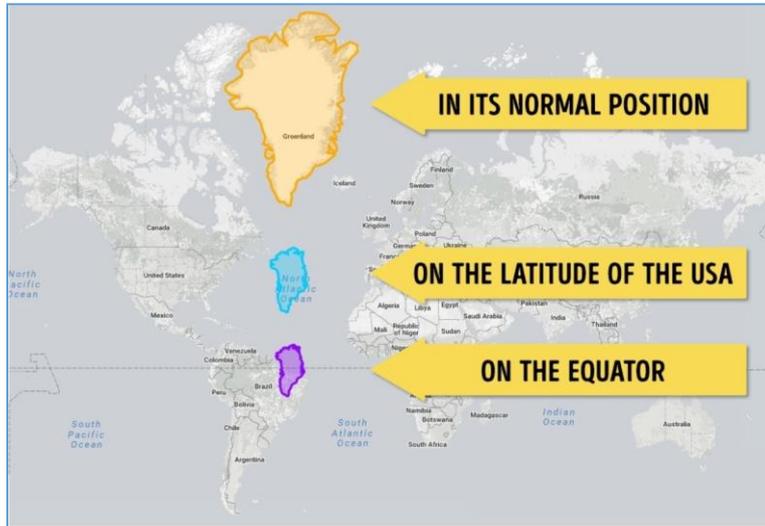


AuthaGraph World Map

<http://www.authagraph.com/top/?lang=ja>  
<https://interestingengineering.com/not-new-earth-authagraph-map-accurate-real-view>

# Искажения картографических проекций

## Гренландия



## Австралия



[https://thetruesize.com/#?borders=1~!MTY2NjkzNDg.NjlxNDM5\\*MzYwMDAwMDA\(MA~!GL\\*MTAyMzA5NTg.MTUyNjUwNA\)Mw](https://thetruesize.com/#?borders=1~!MTY2NjkzNDg.NjlxNDM5*MzYwMDAwMDA(MA~!GL*MTAyMzA5NTg.MTUyNjUwNA)Mw)

<http://monde-geospatial.com/12-maps-that-will-change-your-understanding-of-the-world-forever/>

# Принципы работы с координатами в QGIS

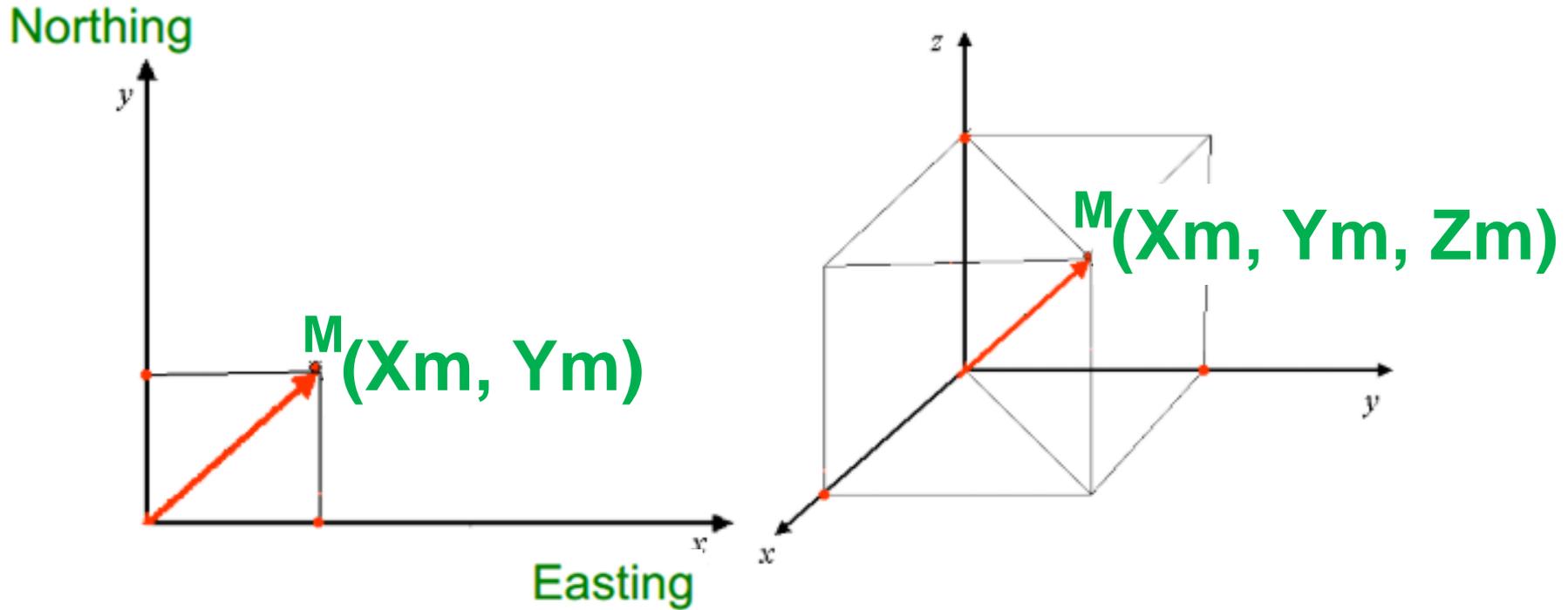
The screenshot shows the QGIS 3.4 documentation interface. At the top, there is a search bar and a language dropdown set to 'English'. The page title is '» QGIS User Guide »'. On the left, a 'TABLE OF CONTENTS' lists various topics, with 'Working with Projections' highlighted in blue. The main content area features the title 'Working with Projections' and a bulleted list of sub-topics: Overview of Projection Support, Layer Coordinate Reference Systems, Project Coordinate Reference Systems, CRS Settings, On The Fly (OTF) CRS Transformation, Coordinate Reference System Selector, Custom Coordinate Reference System (with a sub-item 'Integrate an NTV2-transformation in QGIS'), and Datum Transformations. Below this list, a paragraph explains that a Coordinate Reference System (CRS) is a method of associating numerical coordinates with a position on the Earth's surface, and that QGIS supports approximately 7,000 standard CRSs. A section titled 'Overview of Projection Support' follows, stating that QGIS supports approximately 7,000 known CRSs based on those defined by the European Petroleum Search Group (EPSG) and the Institut Geographique National de France (IGNF), available through the 'Proj' projection library. It provides examples of authority:code combinations, such as EPSG:4326 for WGS 84 and EPSG:3857 for the web mapping standard. The page concludes by mentioning that custom, user-created CRSs are stored in a user CRS database and refers to the 'Custom Coordinate Reference System' section for more information.

[https://docs.qgis.org/3.4/en/docs/user\\_manual/working\\_with\\_projections/working\\_with\\_projections.html](https://docs.qgis.org/3.4/en/docs/user_manual/working_with_projections/working_with_projections.html)

<https://www.gislounge.com/working-with-coordinate-reference-systems-mastering-qgis/>

[https://www.qgistutorials.com/en/docs/working\\_with\\_projections.html](https://www.qgistutorials.com/en/docs/working_with_projections.html)

# Каким образом QGIS определяет положение объекта



Two and three dimensional coordinate reference systems

# Информация о проекции/координатной системе и трансформациях

Project Properties | CRS

Project Coordinate Reference System (CRS)

No projection (or unknown/non-Earth projection)

Filter

Recently used coordinate reference systems

Coordinate Reference System	Authority ID

Coordinate reference systems of the world  Hide deprecated CRSs

Coordinate Reference System	Authority ID
Voiron 1879	EPSG:4671
Voiron 1879 (Paris)	EPSG:4821
WGS 66	EPSG:4760
WGS 72	EPSG:4322
WGS 72BE	EPSG:4324
WGS 84	EPSG:4326

Selected CRS | WGS 84

Extent: -180.00, -90.00, 180.00, 90.00  
Proj4: +proj=longlat +datum=WGS84 +no\_defs

Datum Transformations

Ask for datum transformation if several are available (defined in global setting)

Source CRS	Source datum transform	Destination CRS	Destination datum transform

Coordinate: 11746470, 1749472 Scale: 1:2309069 Magnifier: 100% Rotation: 0.0 ° Render  EPSG:4326

Layer Properties - culturalVectors ne\_10m\_admin\_0\_countries | Information

Information from provider

Name culturalVectors ne\_10m\_admin\_0\_countries

Storage ESRI Shapefile

Comment

Encoding UTF-8

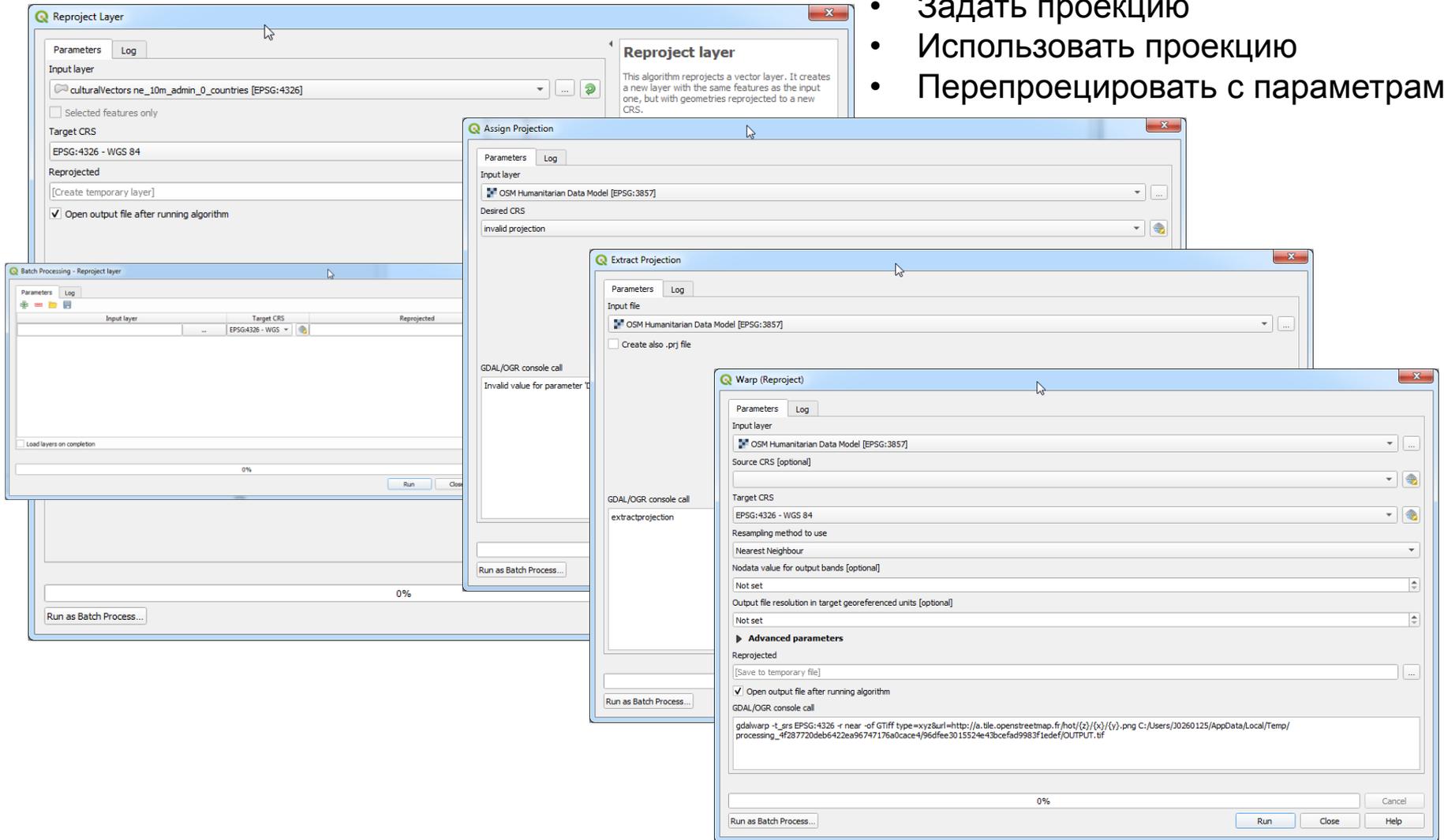
Geometry Polygon (MultiPolygon)

CRS EPSG:4326 - WGS 84 - Geographic

[https://docs.qgis.org/3.4/en/docs/user\\_manual/working\\_with\\_projections/working\\_with\\_projections.html](https://docs.qgis.org/3.4/en/docs/user_manual/working_with_projections/working_with_projections.html)  
[https://docs.qgis.org/3.4/en/docs/user\\_manual/working\\_with\\_projections/working\\_with\\_projections.html#datum-transformations](https://docs.qgis.org/3.4/en/docs/user_manual/working_with_projections/working_with_projections.html#datum-transformations)

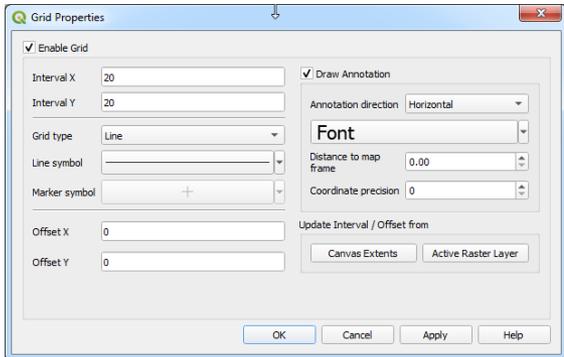
# Изменение картографической проекции/ координатной системы

- Перепроецировать слой
- Задать проекцию
- Использовать проекцию
- Перепроецировать с параметрами



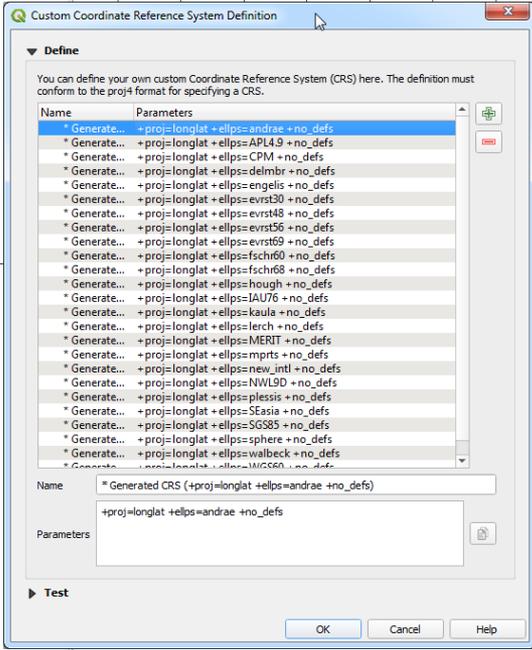
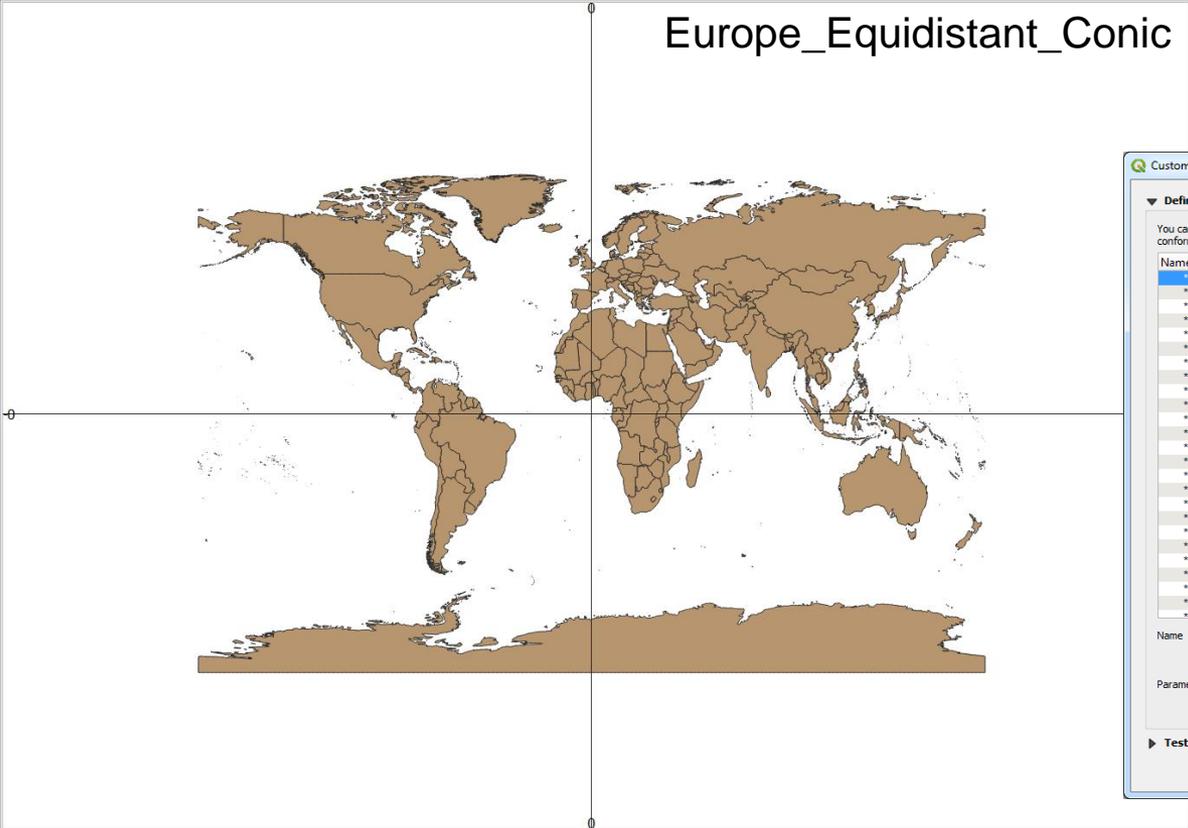
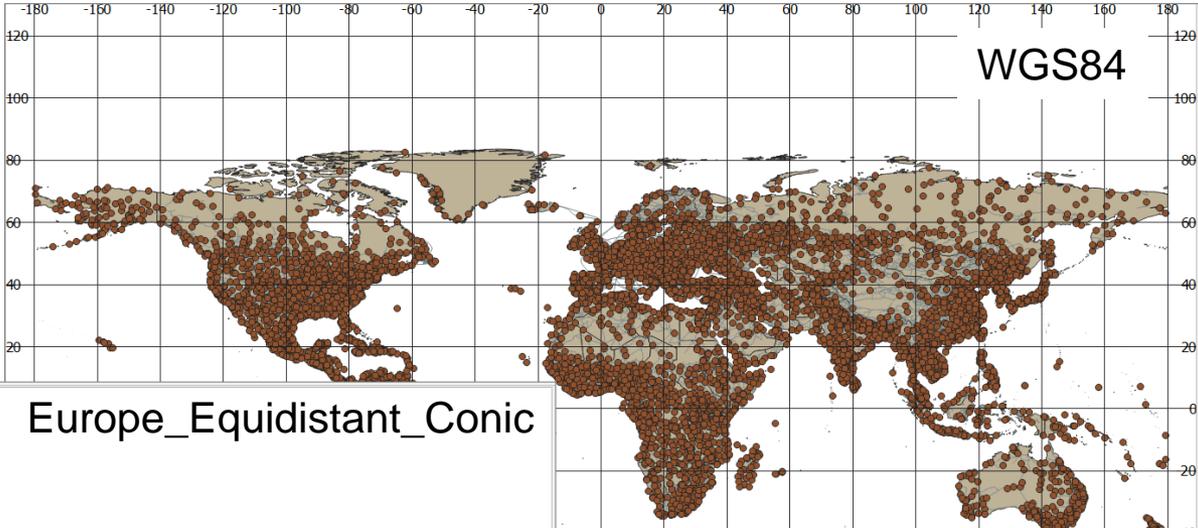
<https://www.gislounge.com/how-to-change-the-projection-of-a-shapefile-using-qgis/>

# Сетки меридианов и параллелей в QGIS



Grid Properties dialog box with the following settings:

- Enable Grid:
- Interval X: 20
- Interval Y: 20
- Grid type: Line
- Line symbol: [Line symbol]
- Marker symbol: [Marker symbol]
- Offset X: 0
- Offset Y: 0
- Draw Annotation:
- Annotation direction: Horizontal
- Font: [Font]
- Distance to map frame: 0.00
- Coordinate precision: 0
- Update Interval / Offset from: Canvas Extents



Custom Coordinate Reference System Definition dialog box. The "Define" tab is active, showing a list of CRS definitions. The "Name" field contains: `* Generated CRS (+proj=longlat +ellps=andrea +no_defs)` and the "Parameters" field contains: `+proj=longlat +ellps=andrea +no_defs`.



# Набор инструментов для обработки

**Add Coordinates to Points**

Parameters Log

Points

culturalVectors ne\_10m\_populated\_places [EPSG:4326]

Select

Points with

[Save to

Open

Run as Ba

**Swap X and Y Coordinates**

Parameters Log

Input layer

culturalVectors ne\_10m\_admin\_0\_countries [EPSG:4326]

Selected features only

Swapped

[Create temporary layer]

Open output file after running algorithm

0%

Run as Batch Process...

Processing Toolbox

coordinates

- Vector analysis
  - Mean coordinate(s)
- Vector geometry
  - Swap X and Y coordinates**
- GRASS
  - Imagery (i.\*)
    - i.eb.hsebal01.coords
  - Miscellaneous (m.\*)
    - m.cogo
  - Raster (r.\*)
    - r.walk.coords
  - Vector (v.\*)
    - v.in.lines
- SAGA
  - Raster calculus
    - Gradient vector from cartesian to polar coordinates
    - Gradient vector from polar to cartesian coordinates
  - Vector general
    - Polar to cartesian coordinates
  - Vector point tools
    - Add coordinates to points



# Рекомендуемые для региональных и мировых проектов проекции и координатные системы (библиотека QGIS)

**Система координат проекта**

No projection (or unknown/non-Earth projection)

Поиск

**Recently Used Coordinate Reference Systems**

- Система координат
- WGS 84 / PDC Mercator
- Europe\_Equidistant\_Conic
- WGS 84
- Asia\_North\_Equidistant\_Conic
- Asia\_North\_Lambert\_Conformal\_Conic
- WGS 84 / North Pole LAEA Russia
- World Azimuthal Equidistant

**Predefined Coordinate Reference Systems**

- Система координат
- ▶ **Географические системы координат**
- ▶ **Прямоугольные системы координат**
- Пользовательские системы координат**

**Predefined Coordinate Reference Systems**

Система координат	ID источника
▶ <b>Прямоугольные системы координат</b>	
▶ Другая	
Ammassalik 1958 / Greenland zone 7 east	EPSG:2296
Berghaus_Star_AAG	ESRI:102299
Carthage (Paris) / Tunisia Mining Grid	EPSG:22300
EPSG_tonocentric_example_A	EPSG:5819

**Predefined Coordinate Reference Systems**

Система координат	ID источника
▶ <b>Географические системы координат</b>	
1_Ceres_2015	ESRI:104972
4_Vesta_2015	ESRI:104973
AGD66	EPSG:4202
AGD84	EPSG:4203
ATF (Paris)	EPSG:4901

# Примеры из библиотеки QGIS

<https://epsg.org/>

**Свойства проекта | Система координат**

Система координат проекта

No projection (or unknown/non-Earth projection)

Поиск: 32645

**Recently Used Coordinate Reference Systems**

Система координат	ID источника
Система координат	

**Predefined Coordinate Reference Systems**

Скрыть устаревшие

Система координат	ID источника
Прямоугольные системы координат	
Universal Transverse Mercator (UTM)	
WGS 84 / UTM zone 45N	EPSG:32645

**WGS 84 / UTM zone 45N**

WKT

```
PROJCRS["WGS 84 / UTM zone 45N",  
  BASEGEOGCRS["WGS 84",  
    DATUM["World Geodetic System 1984",  
      ELLIPSOID["WGS 84",6378137,298.257223563,  
        LENGTHUNIT["metre",1]],  
    PRIMEM["Greenwich",0,  
      ANGLEUNIT["degree",0.017453292519943311]  ]  
]
```

**Datum Transformations**

OK Отмена Применить Справка

**Свойства проекта | Система координат**

Система координат проекта

No projection (or unknown/non-Earth projection)

Поиск: UTM

**Recently Used Coordinate Reference Systems**

Система координат	ID источника
Система координат	

**Predefined Coordinate Reference Systems**

Система координат	ID источника
WGS 84 / North Pole LAEA Atlas	
WGS 84 / North Pole LAEA Berlin	
WGS 84 / North Pole LAEA Canada	
WGS 84 / North Pole LAEA Europe	
WGS 84 / North Pole LAEA Russia	
Lambert Conformal Conic	

**WGS 84 / North Pole LAEA Russia**

WKT

```
PROJCRS["WGS 84 / North Pole LAEA Russia",  
  BASEGEOGCRS["WGS 84",  
    DATUM["World Geodetic System 1984",  
      ELLIPSOID["WGS 84",6378137,298.257223563,  
        LENGTHUNIT["metre",1]],  
    PRIMEM["Greenwich",0,  
      ANGLEUNIT["degree",0.017453292519943311]  ]  
]
```

**Datum Transformations**

OK Отмена Применить Справка

**Свойства проекта | Система координат**

Система координат проекта

No projection (or unknown/non-Earth projection)

Поиск: UTM

**Recently Used Coordinate Reference Systems**

Система координат	ID источника
Система координат	

**Predefined Coordinate Reference Systems**

Система координат	ID источника
WGS_1984_Complex_UTM_Zone_28N	ESRI:102578
WGS_1984_Complex_UTM_Zone_29N	ESRI:102579
WGS_1984_Complex_UTM_Zone_30N	ESRI:102580
Transverse Mercator	
Anas (MOP92) UTM Sud fuseau 6	IGNF:ANAA92UTM65
CROZET POSSESSION 1963 UTM SUD EISEN130	IGNF:CROZ63UTM30C

**WGS\_1984\_Complex\_UTM\_Zone\_30N**

WKT

```
PROJCRS["WGS_1984_Complex_UTM_Zone_30N",  
  BASEGEOGCRS["WGS 84",  
    DATUM["World Geodetic System 1984",  
      ELLIPSOID["WGS 84",6378137,298.257223563,  
        LENGTHUNIT["metre",1]],  
    PRIMEM["Greenwich",0,  
      ANGLEUNIT["degree",0.017453292519943311]  ]  
]
```

**Datum Transformations**

OK Отмена Применить Справка

# Как проверить локацию спроецированных/любых геоданных: подключение Open Street Map (OSM) в QGIS

The screenshot displays the QGIS software interface. The top menu bar includes 'Проект', 'Правка', 'Вид', 'Слой', 'Установки', 'Модули', 'Вектор', 'Растр', 'Интернет', 'Mesh', and 'Справка'. The toolbar contains various icons for file operations, navigation, and data management. The 'Слои' (Layers) panel on the left shows three layers: 'OpenStreetMap (streets only)', 'OpenStreetMap (complete map)', and 'OpenStreetMap (streets only)/OpenStreetMap (complete map)'. The main map area shows a world map with a grid. The 'Менеджер источников данных | WMS/WMTS' dialog box is open, showing a list of data sources and a table of WMS/WMTS services. The table has columns for ID, Name, Title, and Description. The 'Кодировка изображения' (Image encoding) section has radio buttons for PNG, JPEG, GIF, and TIFF. The 'Options' section includes fields for 'Размер блока плитки' (Tile block size), 'Request step size', and 'Максимальное количество объектов в GetFeatureInfo' (Maximum number of objects in GetFeatureInfo). The status bar at the bottom shows the coordinate '-126,4,90.9', scale '179220528', magnification '100%', rotation '0,0°', and projection 'EPSG:4326'.

Менеджер источников данных | WMS/WMTS

Слой: Порядок слов: Мозаика: Поиск серверов

Отключиться Создать Изменить Удалить Загрузить Сохранить Add Default Servers

ID	Имя	Заголовок	Описание
0			
1	osm	Omniscale Оре...	OpenStreetMap...
2	osm_roads	OpenStreetMap...	OpenStreetMap...

Кодировка изображения

PNG  JPEG  GIF  TIFF

Options (0 coordinate reference systems available)

Размер блока плитки: [ ] [ ]

Request step size: [ ]

Максимальное количество объектов в GetFeatureInfo: 10

Использовать контекстную WMS-легенду

Имя слоя: [ ]

Выберите слой: [ ]

Закрыть Добавить Справка

Слои

- OpenStreetMap (streets only)
- OpenStreetMap (complete map)
- OpenStreetMap (streets only)/OpenStreetMap (complete map)

© Omniscale 2020 (<https://maps.omniscale.com>) - Map data: OpenStreetMap (License ODbL)

Coordinate: -126,4,90.9 Масштаб: 179220528 Magnifier: 100% Вращение: 0,0° Отрисовка: EPSG:4326

# Таблица для преобразования вида географических координат “decimal degrees” – “degrees minutes seconds”

CoordinatesTransformation\_table.xls [Compatibility Mode]

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	DD MM SS.SS				DD MM SS.SS				DD.DDDDD	
	Longitude				Latitude				Longitude	Latitude
	Grad	Minute	Second		Grad	Minute	Second			
	168.00	5.00	40.41		54.00	30.00	18.52		168.0946	54.50514
	82.00	24.00	8.00		54.00	41.00	14.80		82.40222	54.68744
	82.00	18.00	20.50		54.00	36.00	26.70		82.30569	54.60742

	DD MM SS.SS				DD MM SS.SS				DD.DDDDD	
	Longitude				Latitude				Longitude	Latitude
TEXT	Grad	Minute	Second	TEXT	Grad	Minute	Second			
166°14'32.29"	166	14	32.29	55°13'39.80"	55	13	39.80		166.2423	55.22772
166°14'33.75"	166				DD MM.MMMM				DD.DDDDD	
166°14'33.63"	166				Longitude				Longitude	Latitude
166°14'31.98"	166				Grad	Minute				
166°17'12.49"	166			37.00	21.00			3.00	4.00	37.35 3.066667 1986

16	DD.DDDDD		DD MM SS.SS			DD MM SS.SS			DD MM.MMMM		DD MM.MMMM	
16	Longitude	Latitude	Latitude			Longitude			Latitude		Longitude	
16			Grad	Minute	Second	Grad	Minute	Second	Grad	Minute	Grad	Minute
16	37.35333	3.075833		3	4	33.00	37	21	12.00	3	4	5500
	82.40222	54.68744		54	41	14.80	82	24	8.00	54	41	2467
	82.30569	54.60742		54	36	26.70	82	18	20.50	54	36	4450
	82.29314	54.58078		54	34	50.80	82	17	35.30	54	34	8467
	82.28822	54.58039		54	34	49.40	82	17	17.60	54	34	8233
	82.19694	54.51758		54	31	3.30	82	11	49.00	54	31	0550
	82.18239	54.49156		54	29	29.60	82	10	56.60	54	29	4933
	82.18006	54.49058		54	29	26.10	82	10	48.20	54	29	4350
	82.17386	54.47558		54	28	32.10	82	10	25.90	54	28	5350
	81.75208	54.33836		54	20	18.10	81	45	7.50	54	20	3017

	81.00	37.00		81.00	33.00		54.00	30.00		81.55	54.5
	81.00	22.00		81.00	31.00		54.00	13.00		81.51667	54.21667

DDMMSS-DD.DDDD    DDMMSS-DD.DDDD-parse    DDMMMM-DD.DDDD    DD.DDDD-DDMMSS

<http://gis-lab.info/qa/dms2dd.html>  
<https://www.fcc.gov/media/radio/dms-decimal>

# ССЫЛКИ

- <http://gis-lab.info/qa/proj-sk-faq.html>
- <https://www.gislounge.com/map-single-coordinate-using-qgis/>
- <https://www.sigterritoires.fr/index.php/en/how-to-find-the-coordinates-system-of-a-layer-in-qgis/>
- <https://www.sigterritoires.fr/index.php/en/tutorials/qgis-tutorials/>
- <https://www.sigterritoires.fr/index.php/comment-trouver-le-systemes-de-coordonnees-dune-couche-dans-qgis/>
- <https://itsleeds.github.io/QGIS-intro/working-with-qgis.html>