

## Лекция 3. Географические системы координат

### КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

Пространственные данные в геоинформационных системах отображаются с помощью различных картографических проекций, которые предназначены для представления с приемлемой точностью сферической поверхности Земли на плоском носителе. В буквальном смысле, процесс создания проекции представляется как помещение источника света внутри прозрачного глобуса, на котором размещаются непрозрачные земные объекты, и проецирование их контуров на двухмерную поверхность, окружающую глобус. Возможны разные виды проецирования при окружении глобуса цилиндром, конусом и даже помещении возле него плоского листа бумаги. Каждый из этих методов создает свое семейство проекций. Поэтому существуют семейство планарных проекций, семейство цилиндрических проекций и семейство конических проекций (рис. 3.1).

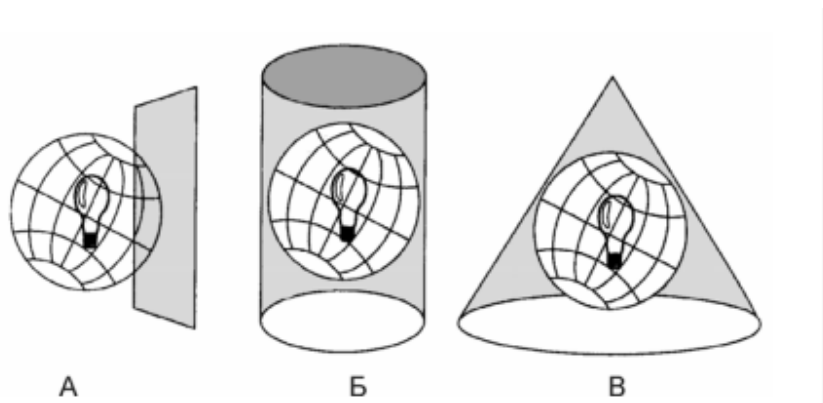


Рис 3.1. – Виды картографических проекций  
А-планарные, Б- цилиндрические, В - конические

Существует еще четвертое семейство проекций, называемых азимутальными. Они основаны на идее проецирования параллельными лучами света на плоскую поверхность.

Проекция - не абсолютно точное представление географического пространства. Каждая проекция создает свой набор типов и величин искажений на карте. Важные характеристики карт, которые должны сохраняться для точных аналитических операций, часто определяют выбор той или иной проекции. Эти характеристики включают углы (или формы), расстояния, направления, площади объектов.

Проекция - не абсолютно точное представление географического пространства. Каждая проекция создает свой набор типов и величин искажений на карте. Важные характеристики карт, которые должны сохраняться для точных аналитических операций, часто определяют выбор той или иной проекции. Эти характеристики включают углы (или формы), расстояния, направления, площади объектов.

**СИСТЕМЫ КООРДИНАТ** Система координат необходима для определения расстояний и направлений на земле. **Географическая система координат,**

использующая широту и долготу, хороша для определения положений объектов, расположенных на сферической поверхности Земли (рис. 3.2).

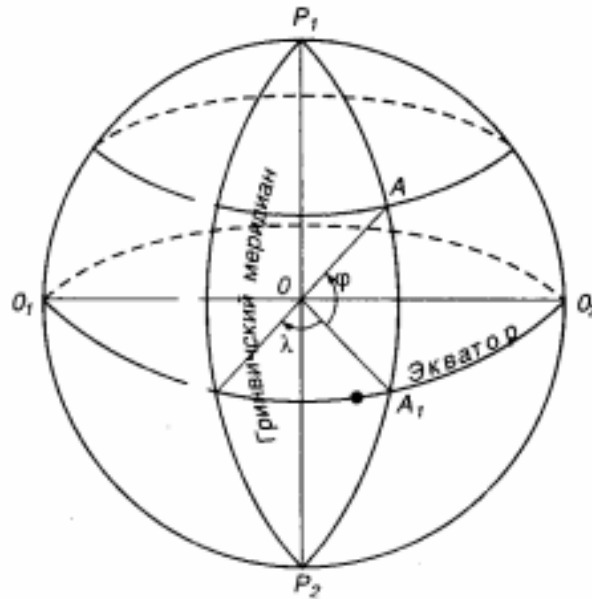


Рис. 3.2 . Система географических координат.  $OA$  – отвесная линия,  $\varphi$  и  $\lambda$  – географические широта и долгота точки  $A$ .

**Географическая широта точки** – угол между отвесной линией, проходящей через эту точку, и плоскость экватора. Географическая долгота точки – двугранный угол между плоскостью начального (Гринвичского) меридиана и плоскостью меридиана данной точки.

Поскольку чаще всего мы имеем дело с двумерными картами, спроецированными с глобуса, нам потребуется одна или несколько систем координат, соответствующих различным проекциям. Такие системы координат на плоскости называются **картографическими прямоугольными системами координат**, они позволяют точно указывать положение объектов на плоских картах.

Классической системой прямоугольных координат является Декартова система координат. Она состоит из двух линий - абсциссы и ординаты. Абсцисса - горизонтальная линия, содержащая равномерно распределенные числа начиная с 0, называемого началом координат, и продолжающаяся так далеко в двух направлениях, насколько это нам нужно для измерения расстояний (рис. 3.3).

Вторая линия, ордината, обеспечивает нам движение по вертикали от той же начальной точки в положительном или отрицательном направлении. Вместе они позволяют нам определять местоположение любой точки или объекта указанием величин  $X$  и  $Y$ .

Декартова система координат обычно применяется при составлении крупномасштабных карт. В России при производстве геологоразведочных работ используется проекция Гаусса-Крюгера.



Рис. 3.3. Декартова система координат

В 1820 - 1830 гг. К.Ф. Гаусс разработал "двойную" равноугольную проекцию, сохраняющую длины на среднем меридиане.

Л. Крюгер в 1912 и 1919 гг. предложил способ непосредственного отображения референц-эллипсоида взамен определения, указанного двойной проекцией, и эту проекцию стали называть проекцией Гаусса-Крюгера.

В проекции Гаусса-Крюгера поверхность референц-эллипсоида на плоскости отображается по меридианным зонам, ширина которых равна  $6^\circ$  (для карт масштабов 1:500000 - 1:10000) или  $3^\circ$  (для карт масштабов 1:5000 - 1:2000) (рис. 3.4).

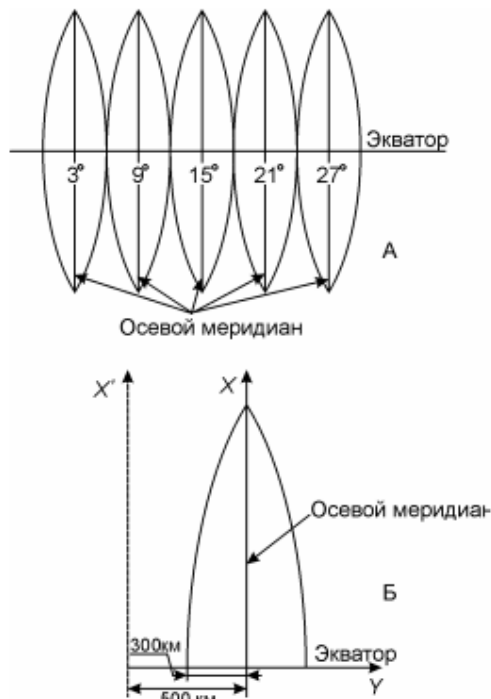


Рис. 3.4. Проекция Гаусса-Крюгера: А - общий вид; Б - система координат зоны.

Меридианы и параллели изображаются кривыми, симметричными относительно осевого меридиана зоны и экватора, однако их кривизна настолько мала, что западная и восточная рамки карты показаны прямыми линиями.

Параллели, совпадающие с северной и южной рамками карт, изображаются прямыми на картах крупных масштабов (1:2000 - 1:50000), на картах мелких масштабов - кривыми. Начало прямоугольных координат каждой зоны находится в точке пересечения осевого меридиана зоны с экватором.

Координаты  $Y$  имеют отрицательные значения левее осевого меридиана и положительные правее его (рис. 3.4 А). Чтобы исключить из обращения отрицательные координаты и облегчить пользование прямоугольными координатами на топографических картах, ко всем координатам  $Y$  добавляют постоянное число 500000 м (рис. 3.4 Б).

Осевые меридианы трехградусных зон совпадают попеременно то с осевыми меридианами шестиградусных зон, то с крайними меридианами этих зон. За рубежом наиболее широко распространенной в ГИС системой координат является универсальная поперечная Меркатора (Universal Transverse Mercator - UTM) (рис. 3.5).

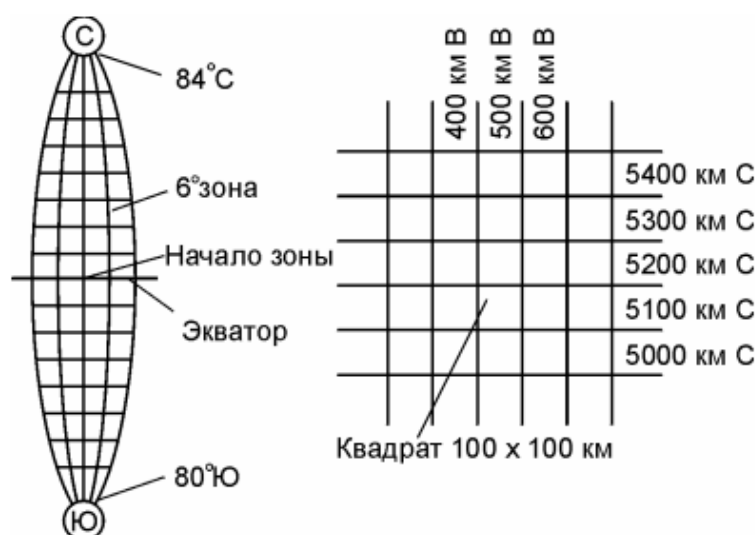


Рис. 3.5. Универсальная поперечная координатная система Меркатора (UTM).

Она используется в большинстве работ с дистанционным зондированием, подготовке топографических карт, построении баз данных природных ресурсов, так как она обеспечивает точные измерения в метрической системе, принятой в большинстве стран и научным сообществом в целом. В ней основной единицей измерения длины является метр.

UTM очень похожа на проекцию Гаусса-Крюгера и делит земную поверхность на 60 пронумерованных вертикальных зон шириной по шесть градусов долготы, каждая из которых проходит от 80-го градуса южной широты до 84-го градуса северной широты.

Чтобы все координаты были положительными, в УТМ есть два начала ординат: одно - на экваторе (для северного полушария), другое - на 80-й 33 параллели южной широты (используется для южного полушария).

Эти зоны пронумерованы начиная от 180-градусного меридиана в восточном направлении. Земная поверхность делится также на ряды по 8 градусов широты каждый, за исключением самого северного, который составляет 12 градусов, позволяя тем самым покрыть всю область северного полушария.

Каждая секция, образованная пересечением зоны и ряда, обозначается комбинацией числа и буквы. Как следует из названия, УТМ использует поперечную проекцию Меркатора.

Для каждой из 60-ти зон по долготе применяется отдельная реализация проекции с целью уменьшения искажений. Начало координат помещается в центре каждой зоны, на пересечении центрального меридиана зоны с экватором, причем нулевое значение по абсциссе смещено от него на 3 градуса к западу. Программные средства ГИС содержат специальные блоки преобразования, отображения и трансформации картографических проекций. На практике использование модулей трансформации проекций может быть осложнено отсутствием параметров проекции карты-источника.