СИСТЕМЫ КООРДИНАТ. БАЛТИЙСКАЯ СИСТЕМА ВЫСОТ. КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ. ВЛИЯНИЕ КРИВИЗНЫ ЗЕМЛИ НА ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ. ПРОЕКЦИЯ ГАУССА - КРЮГЕРА. СИСТЕМА ПЛОСКИХ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ КООРДИНАТ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ И ПРЯМОУГОЛЬНЫХ КООРДИНАТ ПО ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ КАРТЕ. ПРЯМАЯ И ОБРАТНАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ. СЕТИ И СЪЕМКИ.

СИСТЕМЫ КООРДИНАТ.

Положение точек земной поверхности на карте и плане определяют координатами. Наиболее широко пользуются географическими координатами. Это понятие объединяет геодезическую и астрономическую системы координат. Астрономическая система координат отличается от геодезической на 3 - 4 секунды и вместе с геодезической входит в понятие географической системы координат, которой и пользуются в геодезии, проводя измерения геодезическими методами.

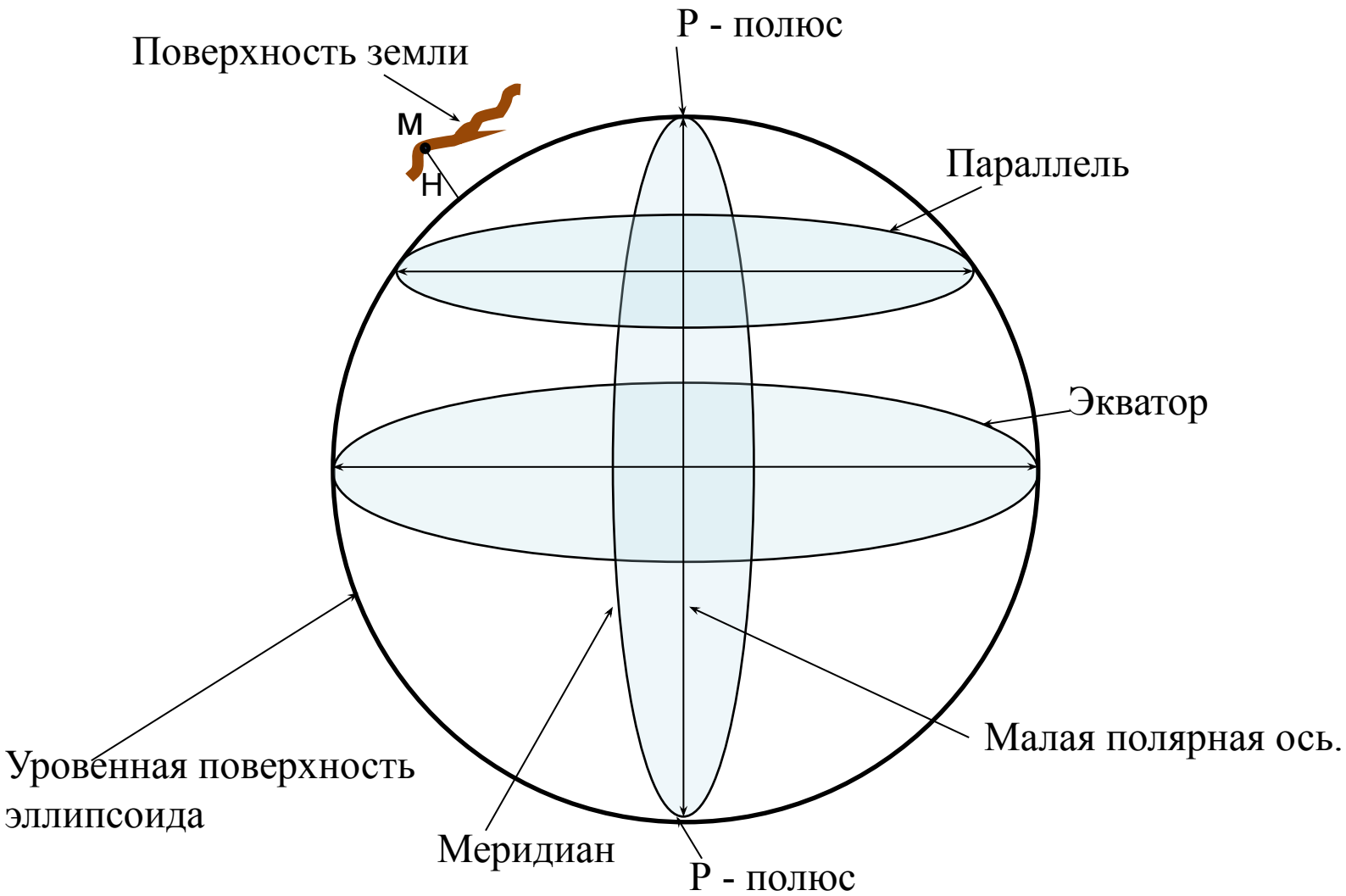
Геодезическая система координат.

В этой системе за основу координационной поверхности принимается поверхность референц эллипсоида, а за основные координатные линии геодезические параллели и меридианы. **Геодезическим меридианом** называется сечение эллипсоида плоскостью проходящей через точку на его поверхности и малую полярную ось.

Геодезической параллелью называют сечения эллипсоида плоскостью проходящей через точку на его поверхности и перпендикулярной к малой

оси. Параллель, проходящая через центр эллипсоида, называется экватором.

Положение точки на эллипсоиде задается пересечением параллели и меридиана. Меридиан задается геодезической долготой,
(L) а параллель геодезической широтой (B). Для определения положения конкретной точки на поверхности Эллипсоида помимо долготы и широты необходимо знать высоту ее от эллипсоида (H).

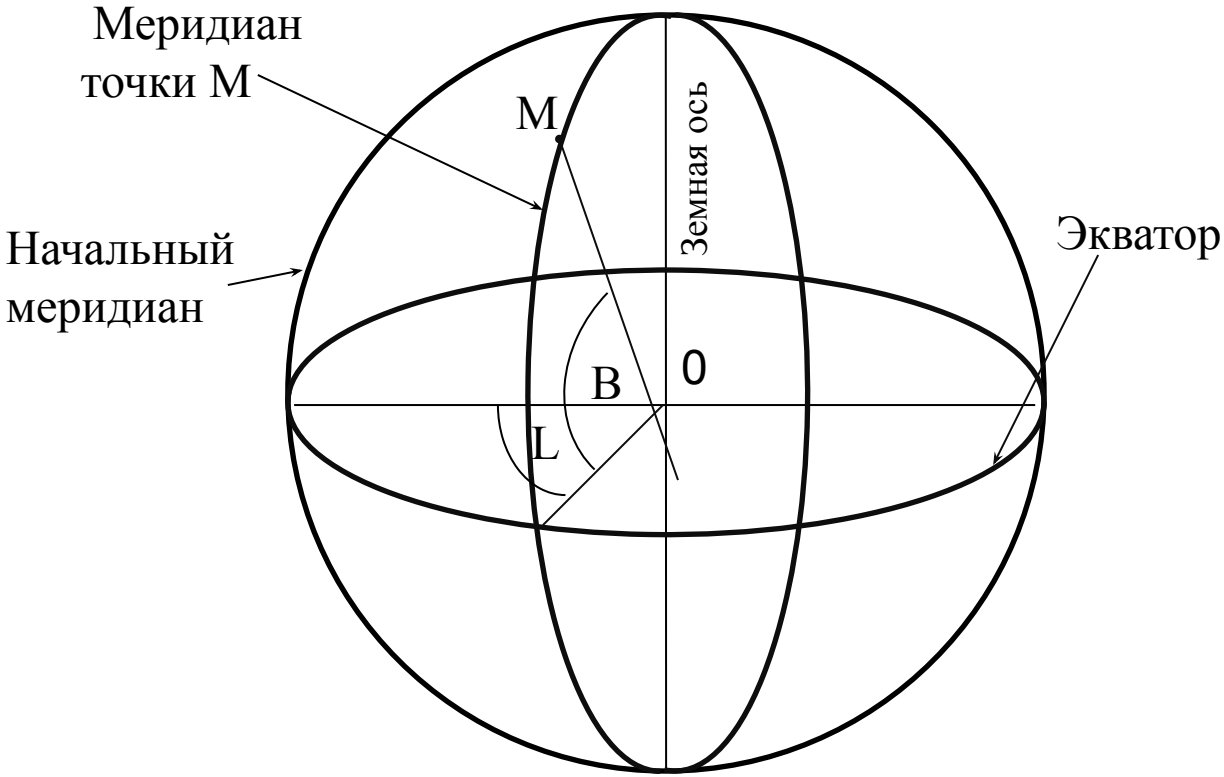


Геодезическая широта B – это острый угол , образованный нормалью к поверхности эллипсоида, проведенной через точку на поверхности земли, и плоскостью экватора.

Геодезической долготой L - называется двугранный угол между плоскостью гринвичского (начального) меридиана и плоскостью меридиана проходящей через данную точку.

Геодезические широты бывают северные и южные и изменяются от 0° (на экваторе) до 90° (на земных полюсах).

Геодезические долготы бывают западные и восточные и изменяются от 0° (на Гринвичском меридиане) до 180° (на Тихоокеанской ветви).



Геодезической высотой H называется отрезок нормали к поверхности эллипсоида, т.е. расстояние от точки расположенной на поверхности земли до поверхности эллипсоида. Так как за начальную отсчетную поверхность принимается уровень моря, то относительно ее и принимают высоты точек поверхности земли, называемые абсолютными. В нашей стране за начальную точку отсчета принят нуль Кронштадского футштока, близко совпадающий с уровнем моря. Эта система высот называется Балтийской.

Иногда возникает необходимость принимать условную систему высот. В этом случае высоты точек поверхности Земли определяются относительно какой либо уровенной поверхности или плоскости, проходящей через произвольно выбранную на местности исходную точку.

Разность высот между двумя точками на поверхности Земли называется превышением и обозначается буквой h. Оно вычисляется по формуле

$h = H_B - H_A$, где H_A и H_B отметки точек расположенных на расстоянии друг от друга. Превышения могут быть как положительными, так и отрицательными.

Астрономическая система координат.

Астрономическими координатами являются астрономическая широта φ и астрономическая долгота λ. Астрономические координаты определяют относительно направлений отвесных линий в точках земной поверхности.

Астрономическая широта это острый угол φ между направлением отвесной линии, проходящей через заданную точку и плоскостью экватора.

Астрономическая долгота это двугранный угол между плоскостью начального меридиана и плоскостью астрономического меридиана, проходящего через заданную точку.

Астрономический меридиан - сечение эллипсоида плоскостью, проходящей через отвесную линию данной точки и параллельную оси вращения земли.

Геодезическая и астрономическая системы координат отличаются на величину уклонения отвесной линии равную 3-5”, но в некоторых случаях достигающей десятков секунд. Уклонением отвесной линии называется угол между отвесной линией и нормалью к эллипсоиду. Геодезическая и астрономическая системы координат входят в понятие Географическая система координат.

Уклонение отвесной линии можно не учитывать при выполнение геодезических измерений и последующей их обработке, когда в качестве исходных, служат пункты с известными плоскими прямоугольными координатами.

Картографические проекции.

Картографическая проекция – это математически определенное отображение поверхности эллипсоида или шара на плоскость карты.

Проекция устанавливает однозначное соответствие между геодезическими координатами (широтой B и долготой L) и их прямоугольными координатами (X, Y) на карте. Уравнение проекции в общем виде выглядит довольно просто:

$$X = f_1(B, L); \quad Y = f_2(B, L).$$

Конкретные реализации функций f_1 и f_2 часто выражены довольно сложными математическими зависимостями, их число бесконечно, а следовательно разнообразие картографических проекций практически неограниченно.

Теория картографических проекций составляет главное содержание математической картографии. В этом разделе разрабатывают методы изыскания новых проекций для разных территорий и разных задач, создают приемы и алгоритмы анализа проекций, оценки распределения и величин искажений. Особый круг задач связан с учетом этих искажений при измерениях по картам, переход из одной проекции в другую и т. п. Компьютерные технологии позволяют рассчитать проекции с заданными свойствами.

Исходная аксиома при изыскании любых картографических проекций состоит в том, что сферическую поверхность земного шара (эллипсоида, глобуса) нельзя развернуть на плоскости без искажений. Неизбежно возникают деформации – сжатия и растяжения, различные по величине и направлению. Именно поэтому на карте возникает непостоянство масштабов длин и площадей.

В картографической проекции могут присутствовать следующие виды искажений:

Искажение длин – вследствие этого масштаб карты непостоянен в разных точках и по разным направлениям, а длины линий и расстояния искажены.

Искажение площадей – масштаб площадей в разных частях карты различен, что является прямым следствием искажения длин и нарушает размеры объектов.

Искажение углов – углы между направлениями на карте искажены относительно углов на местности.

Искажение форм – Фигуры на карте деформированы и не подобны фигурам на местности, что прямо связано с искажением углов.

Любая бесконечно малая окружность на шаре (эллипсоиде) предстает на карте бесконечно малым эллипсом, который называют эллипсом искажения.

Для наглядности вместо бесконечно малого эллипса обычно рассматривают эллипс конечных размеров. Его размеры и форма отражают искажение длин, площадей и углов, а ориентировка большой оси относительно меридиана и параллели - направление наибольшего растяжения. Большая ось эллипса искажений характеризует максимальное растяжение в данной точке, а малая ось наибольшее сжатие, отрезки вдоль меридианов и параллелей соответственн характеризуют частные масштабы по меридиану m
и параллели n.

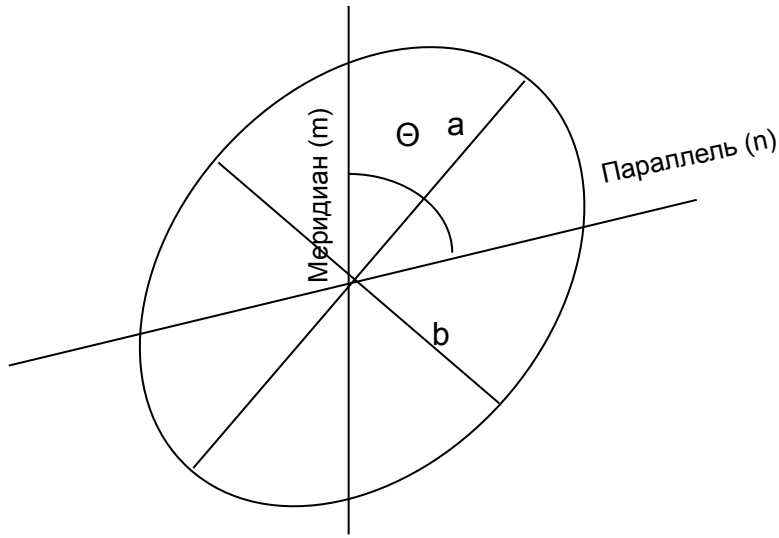


Рис.1. Эллипс искажений, характеризующий искажение масштабов в данной точке (центр эллипса). a – направление наибольшего растяжения масштаба; b – направление наибольшего сжатия масштаба; m- масштаб по меридиану, n - масштаб по параллели.

В некоторых проекциях существуют линии и точки, где искажения отсутствуют и сохраняется главный масштаб карты – это линии и точки нулевых искажений. Для наиболее употребляемых проекций существуют вспомогательные карты, на которых показаны эти линии и точки, а кроме того проведены изоколы – линии равных искажений длин, площадей углов или форм. При определении искажений в заданной точке можно воспользоваться картами изокол, либо провести несложные измерения, а затем вычисления.

Классификация проекций по характеру искажений.

Равновеликие проекции – сохраняют площади без искажения. Они удобны для измерения площадей объектов, однако в них значительно нарушены углы и формы, что особенно заметно для больших территорий. Например на картах мира приполярные области выглядят сильно сплющенными.

Равноугольные проекции оставляют без искажения углы и формы контуров, показанных на картах. Элементарная окружность в таких проекциях всегда остается окружностью, но размеры ее сильно меняются, т.е. имеют значительные искажения площадей.

Равнопромежуточные проекции – произвольные проекции, в которых масштаб постоянен по одному из главных направлений (меридиану или параллели) и обычно равен главному масштабу карты. В таких проекциях присутствует искажение площадей и углов, но они как бы уравновешиваются.

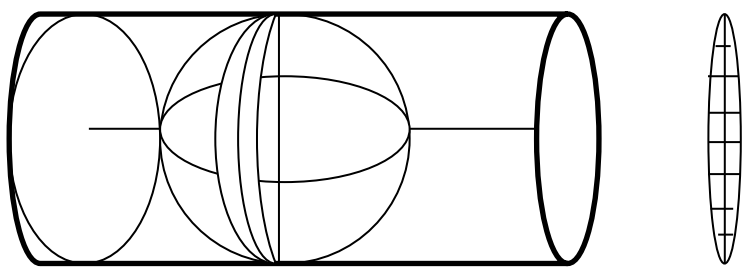
Произвольные проекции – это все остальные виды проекций, в которых в тех или других произвольных искажаются площади и углы (формы). При их построении выбирают наиболее выгодное для каждого конкретного случая распределение искажений, например в центральной части карты, «сбрасывая» все сжатия и растяжения к ее краям.

Классификация проекций по виду нормальной картографической сетки.

Вспомогательными поверхностями при переходе эллипсоида или шара к карте могут быть плоскость, цилиндр, конус и некоторые другие геометрические фигуры.

Цилиндрические проекции – проектирование шара (эллипсоида) ведется на поверхность касательного или секущего цилиндра, а затем его боковая поверхность разворачивается в плоскость. Если ось цилиндра совпадает с осью вращения Земли, а его поверхность касается шара по экватору (или сечет его по параллелям), то проекция называется нормальной (прямой) цилиндрической. Тогда меридианы сетки предстают в виде равно отстоящих, параллельных прямых, а параллели в виде прямых перпендикулярных к ним. В таких проекциях меньше всего искажений в тропических и приэкваториальных областях. По положению оси цилиндра выделяют поперечную цилиндрическую и косую цилиндрическую проекции.

В поперечной цилиндрической проекции поверхностность цилиндра расположена в плоскости экватора, цилиндр касается шара по меридиану, искажения вдоль которого отсутствуют и, следовательно, в такой проекции выгодно изображать территории вытянутые с севера на юг.

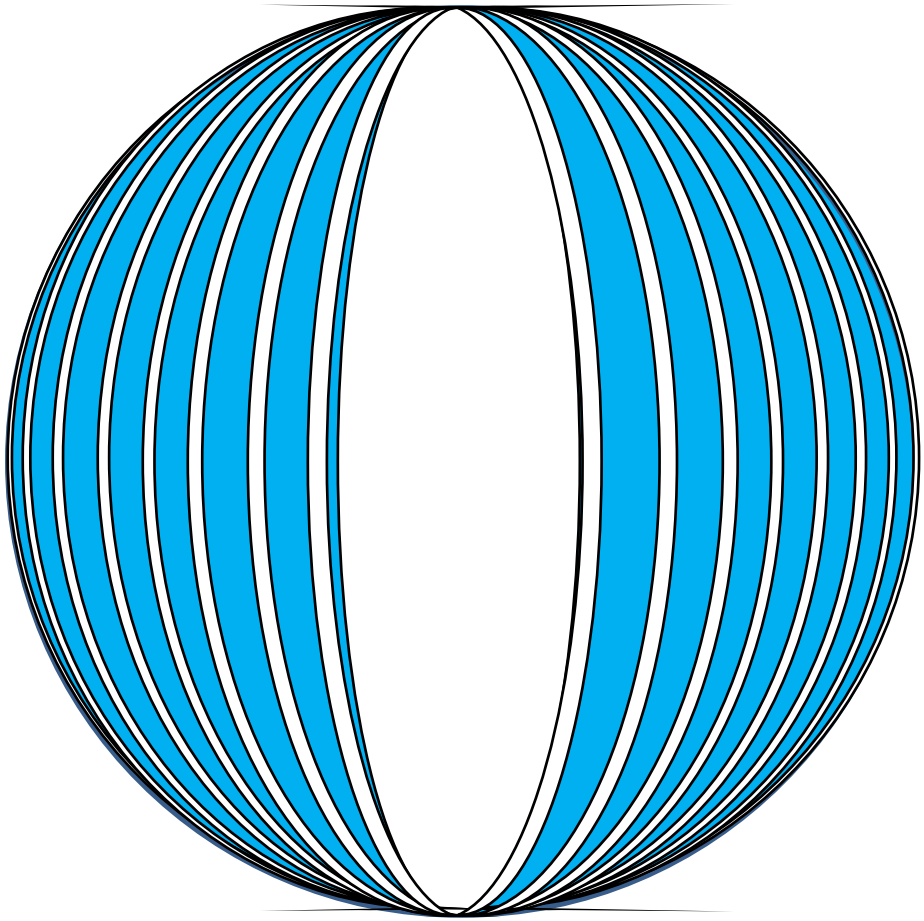


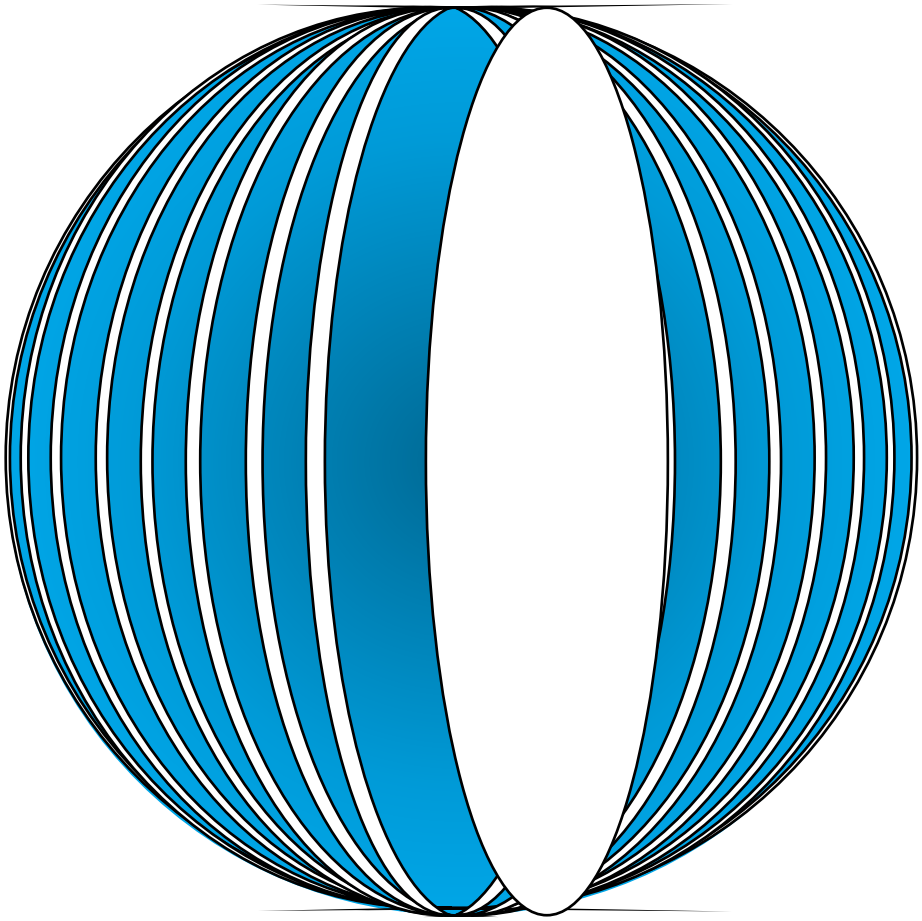
Поперечная цилиндрическая проекция на касательном цилиндре (особенно удобна, для проектирования геодезических зон).

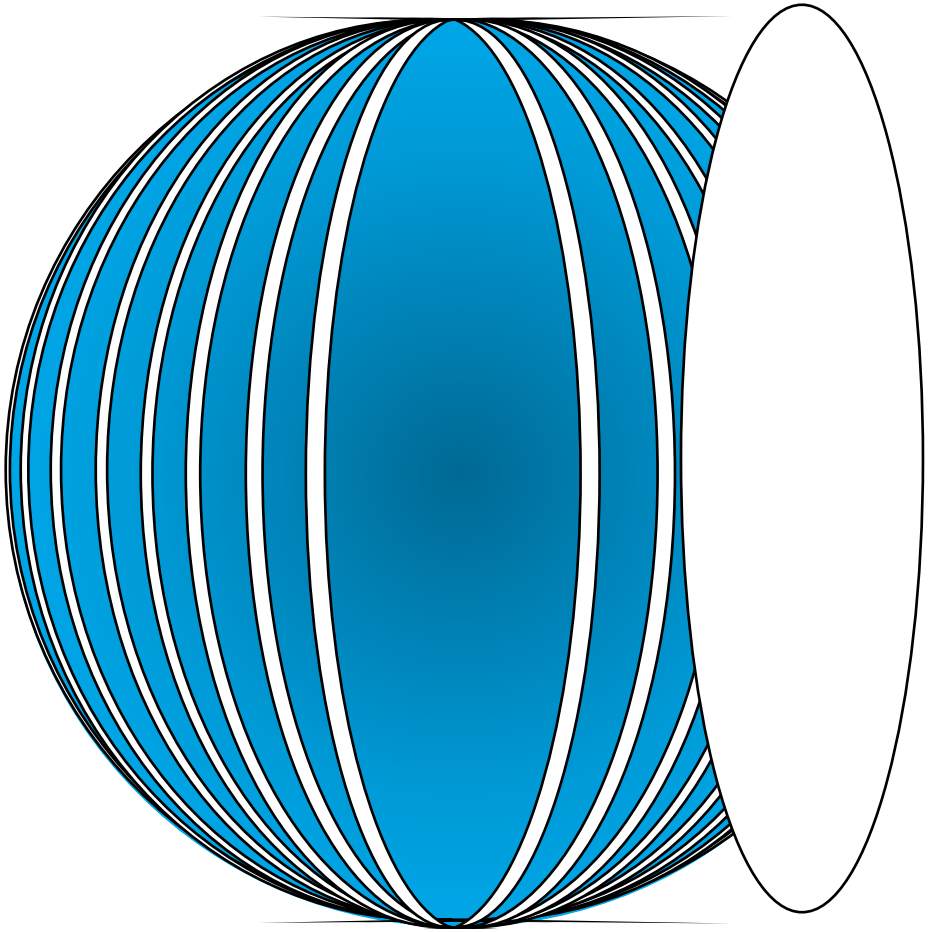
ПРОЕКЦИЯ ГАУССА - КРЮГЕРА

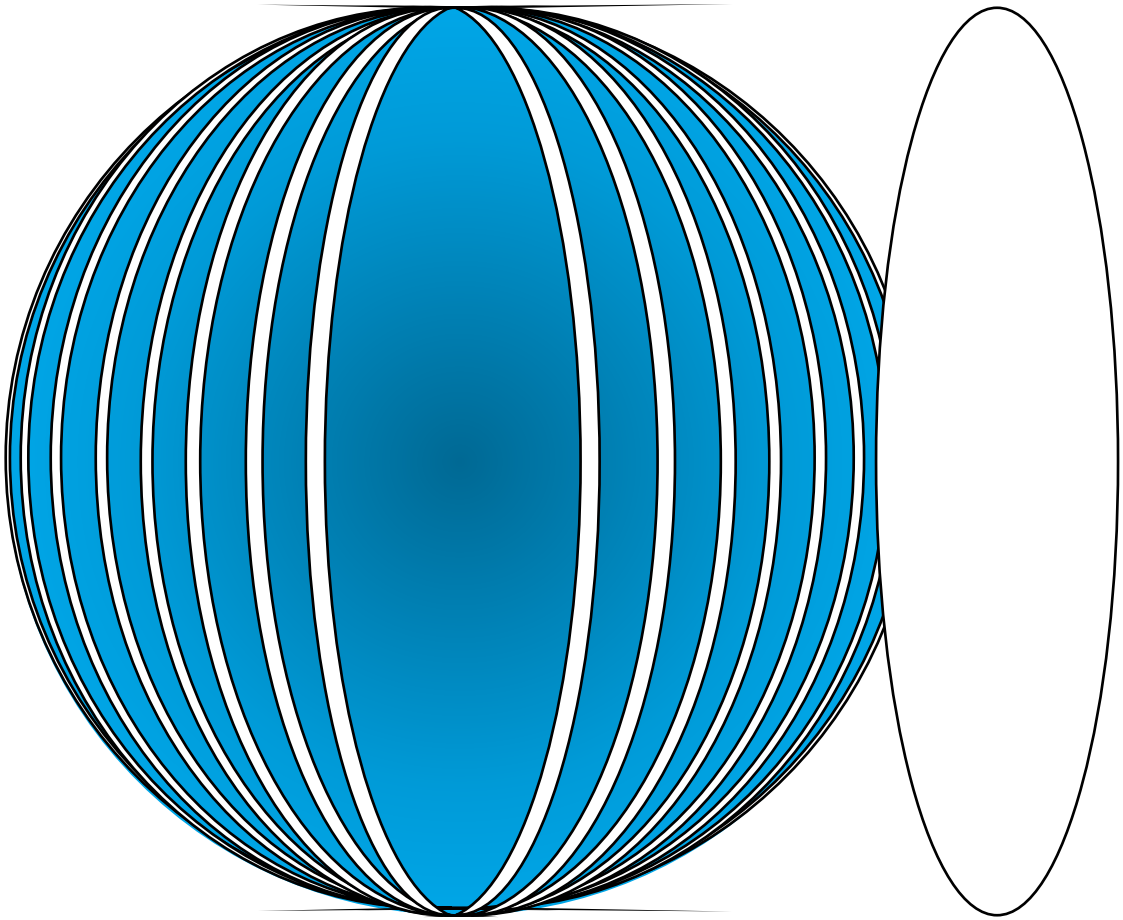
Для изображения значительных частей земной поверхности на плоскость принимают специальные проекции, дающие возможность переносить на плоскость положение точек земной поверхности по математическим законам и определять их в плоской системе координат X, У. В нашей стране за основу системы координат принята поперечная цилиндрическая равноугольная (конформная) проекция, предложенная немецкими учеными Гауссом и Крюгером и получившая, наименование «проекция Гаусса - Крюгера». В этой проекции сохраняется равенство горизонтальных углов на поверхности эллипсоида и на плоскости, бесконечно малый контур на эллипсоиде изображается подобный ему на плоскости , а также выполняется ряд других условий.

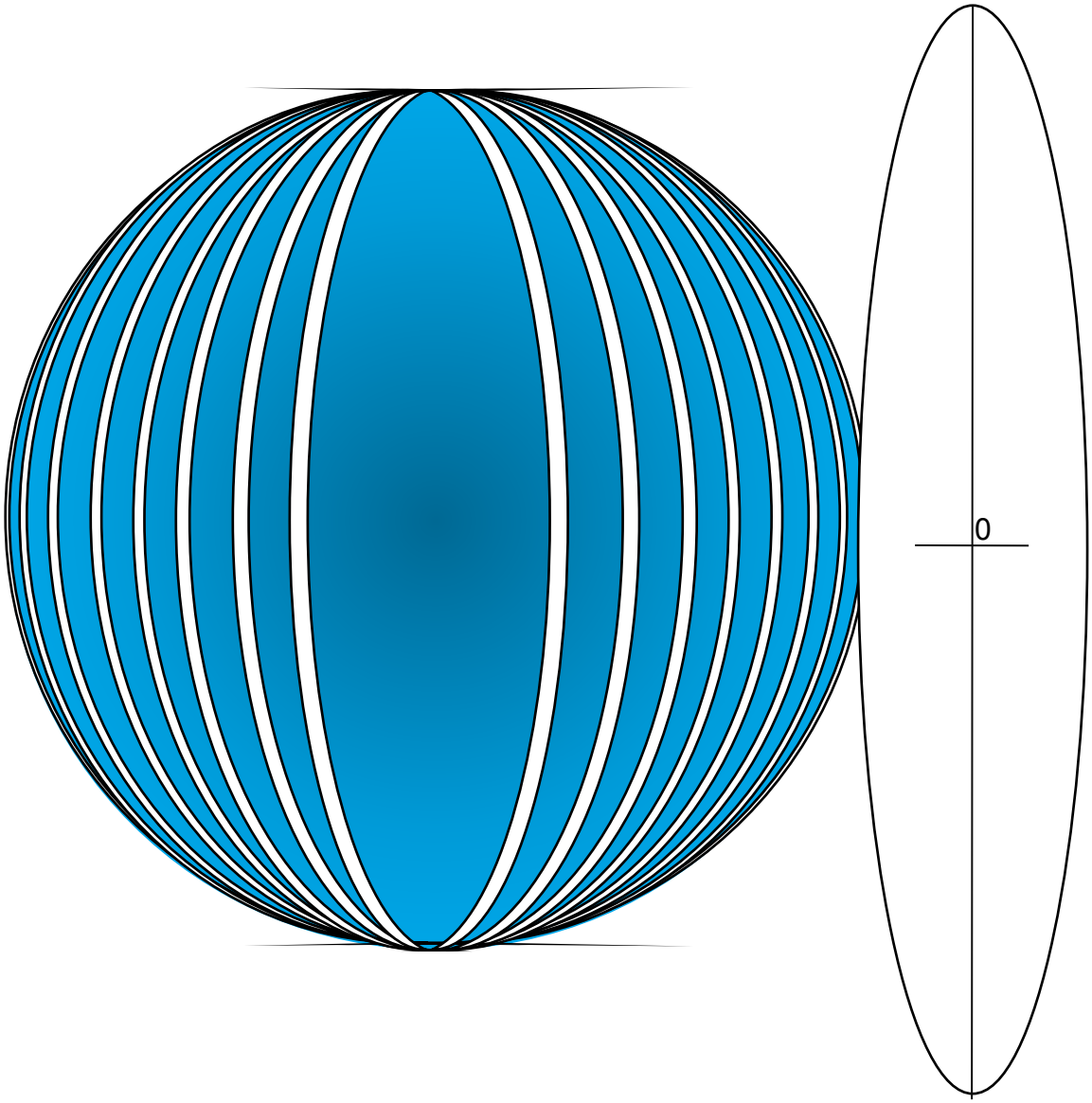
Согласно этой проекции земной шар разделен 3 или 6 градусные зоны вдоль меридианов, нумерация которых ведется с запада на восток, начиная от Гринвичского меридиана, принятого за ноль.
Далее каждый сегмент разворачивается на плоскость, где осевой меридиан изображается прямой линией без искажения, т.е. точным сохранением его длины.

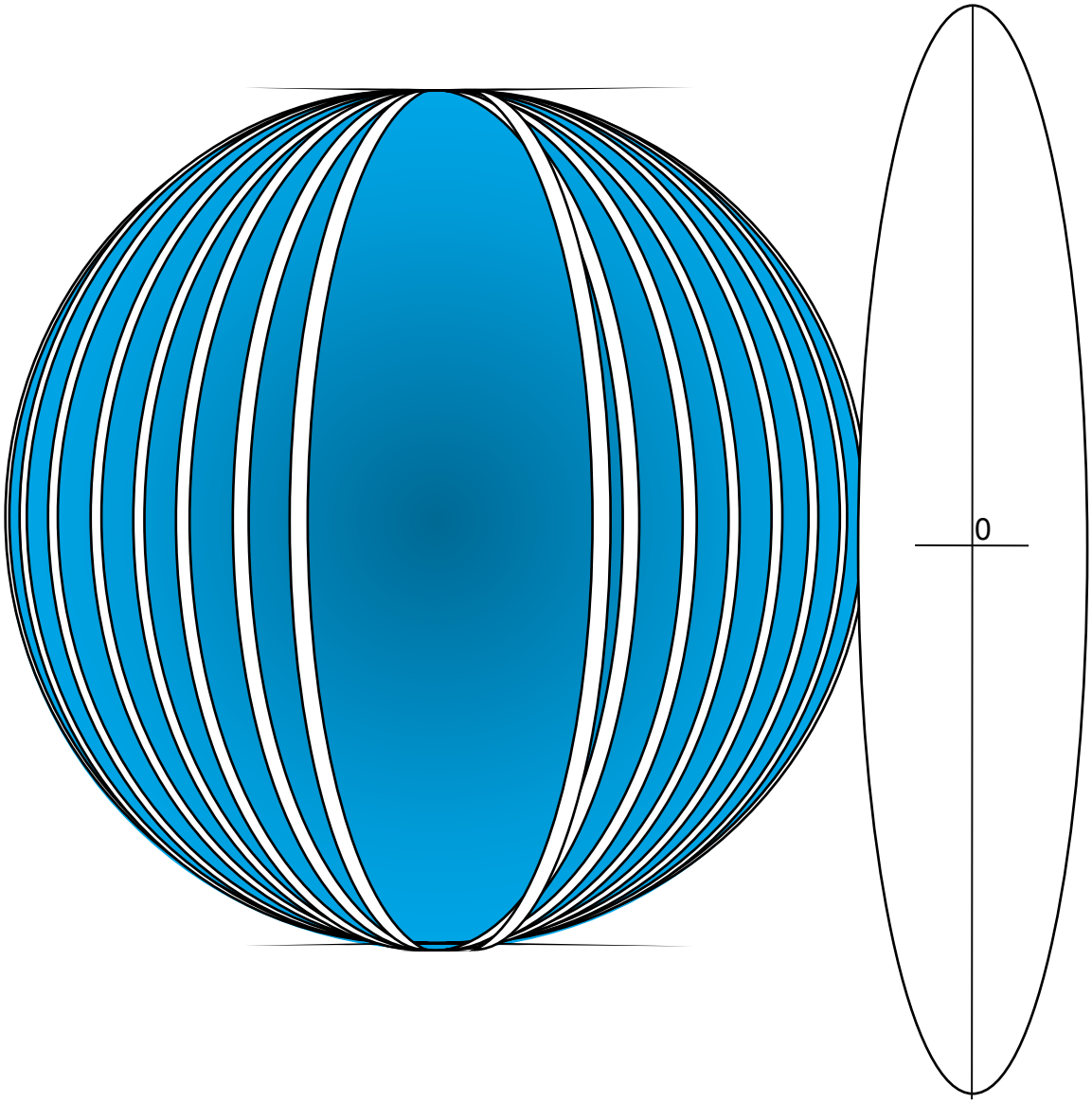


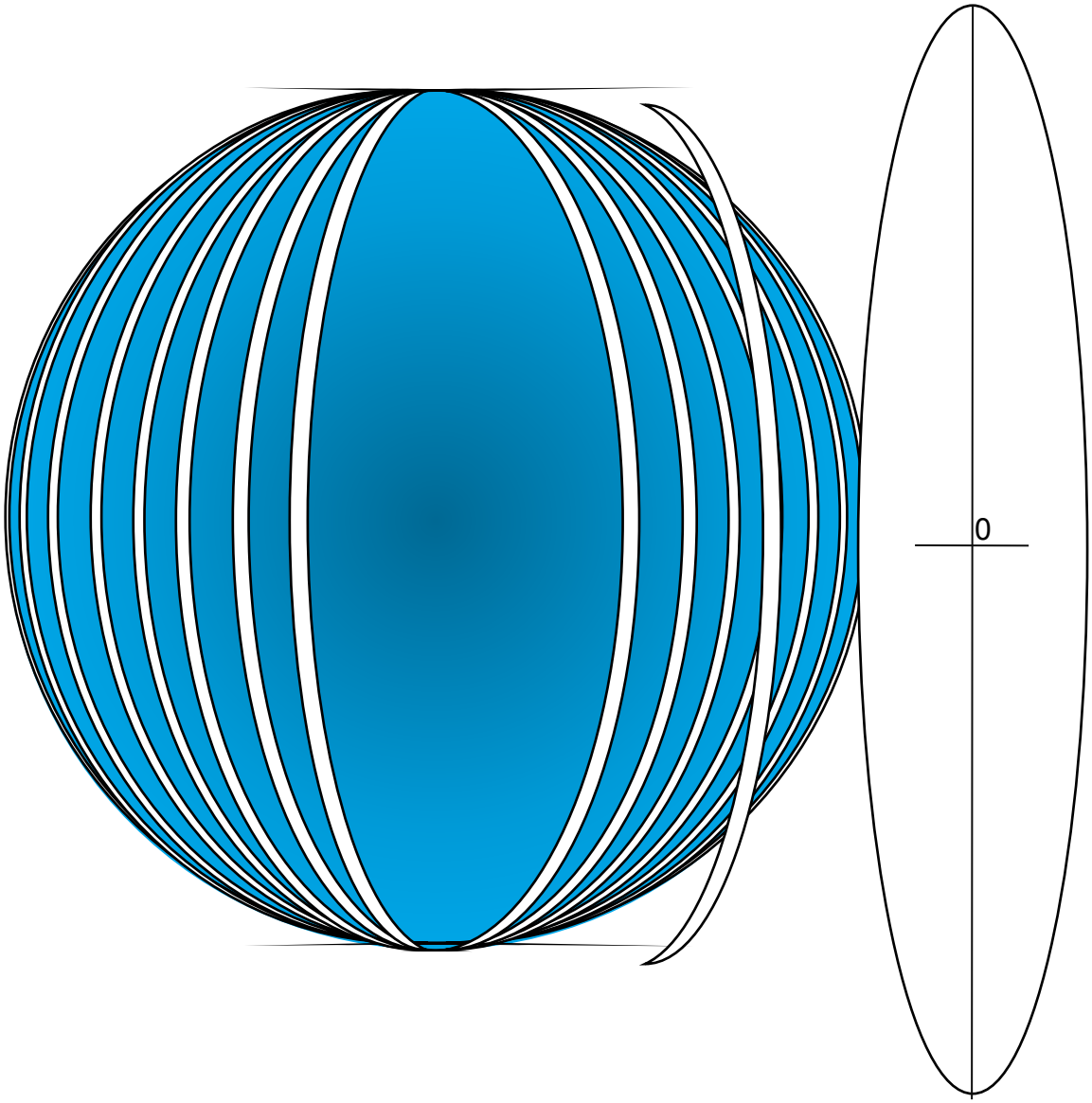


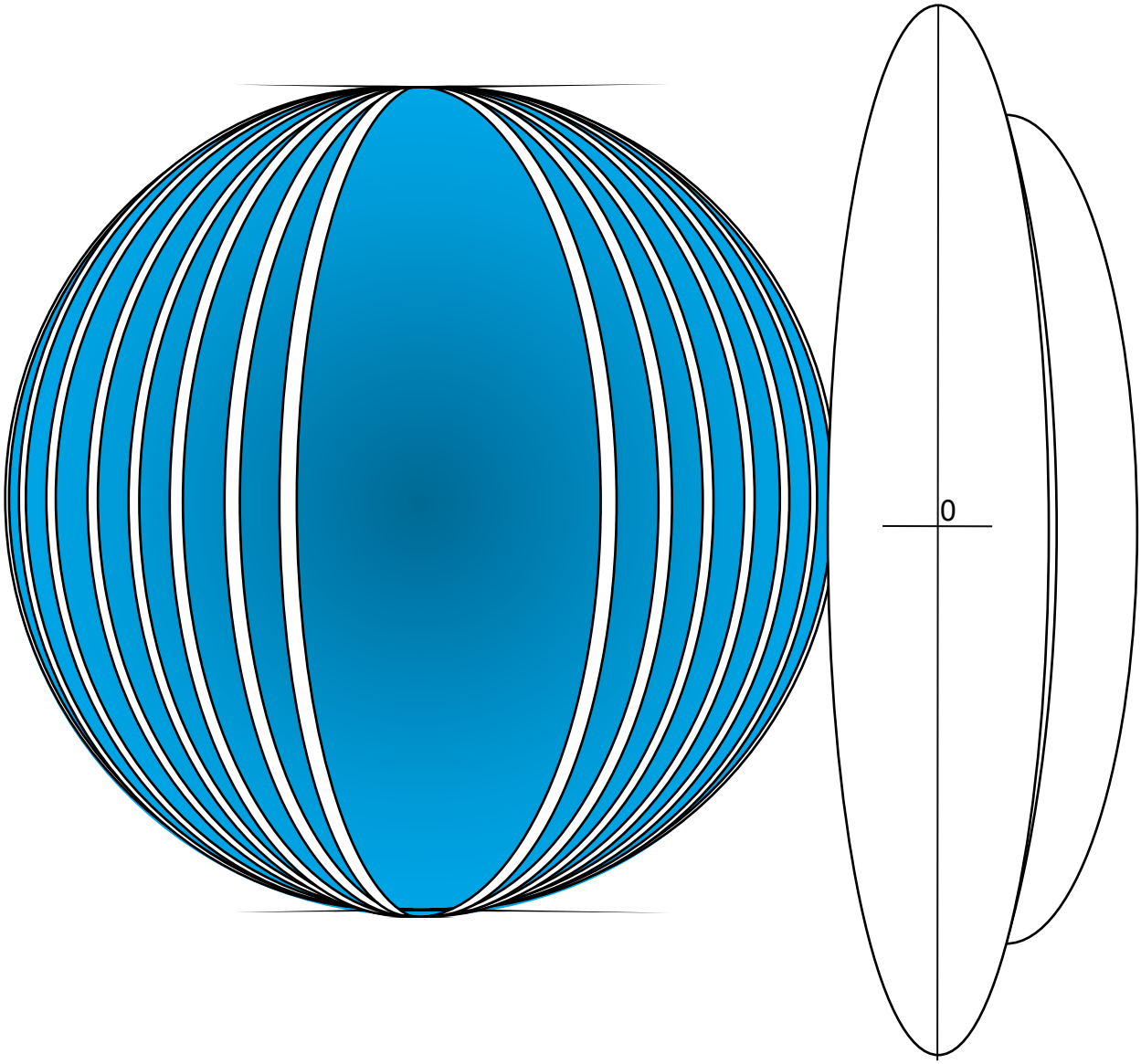


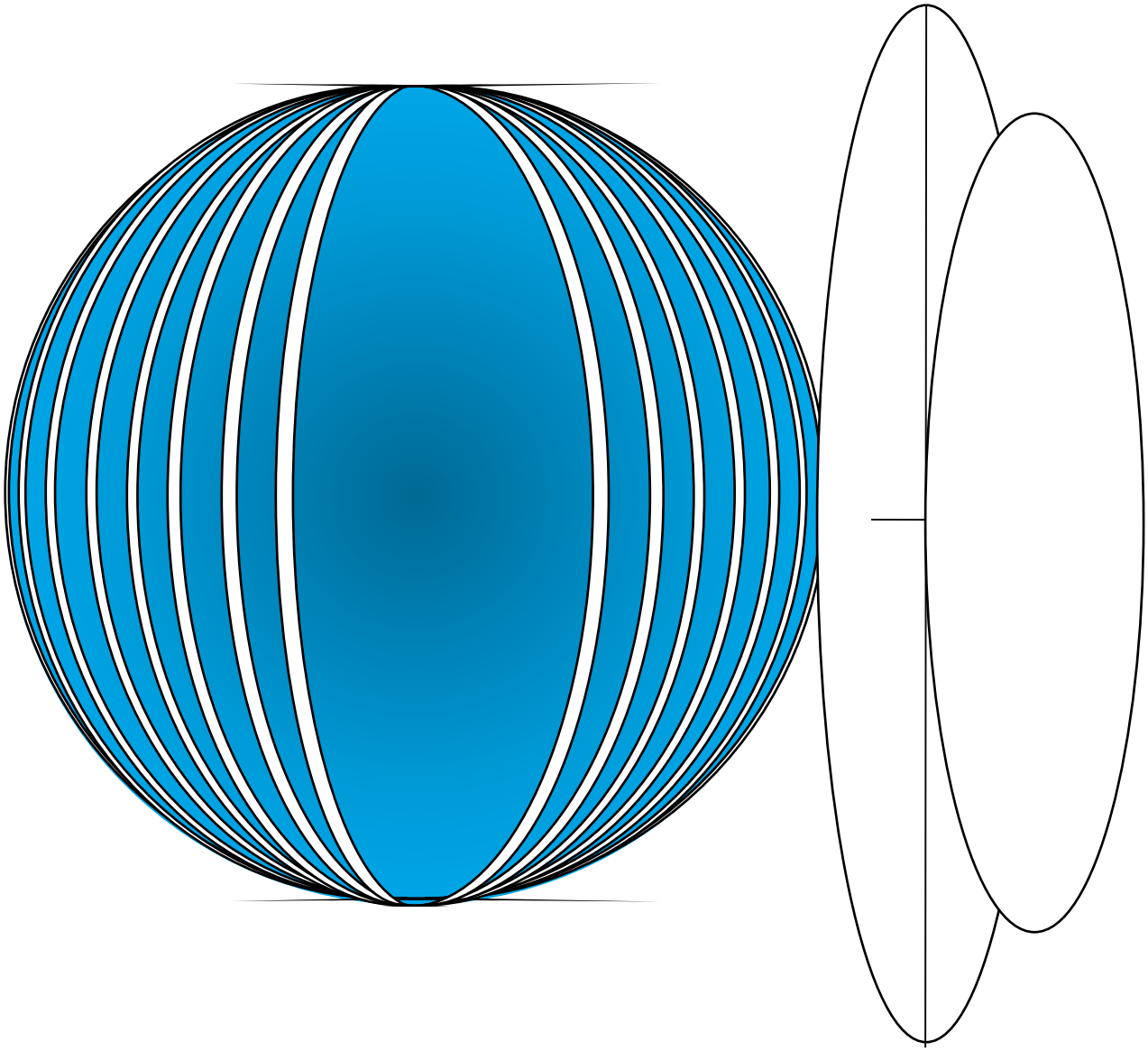


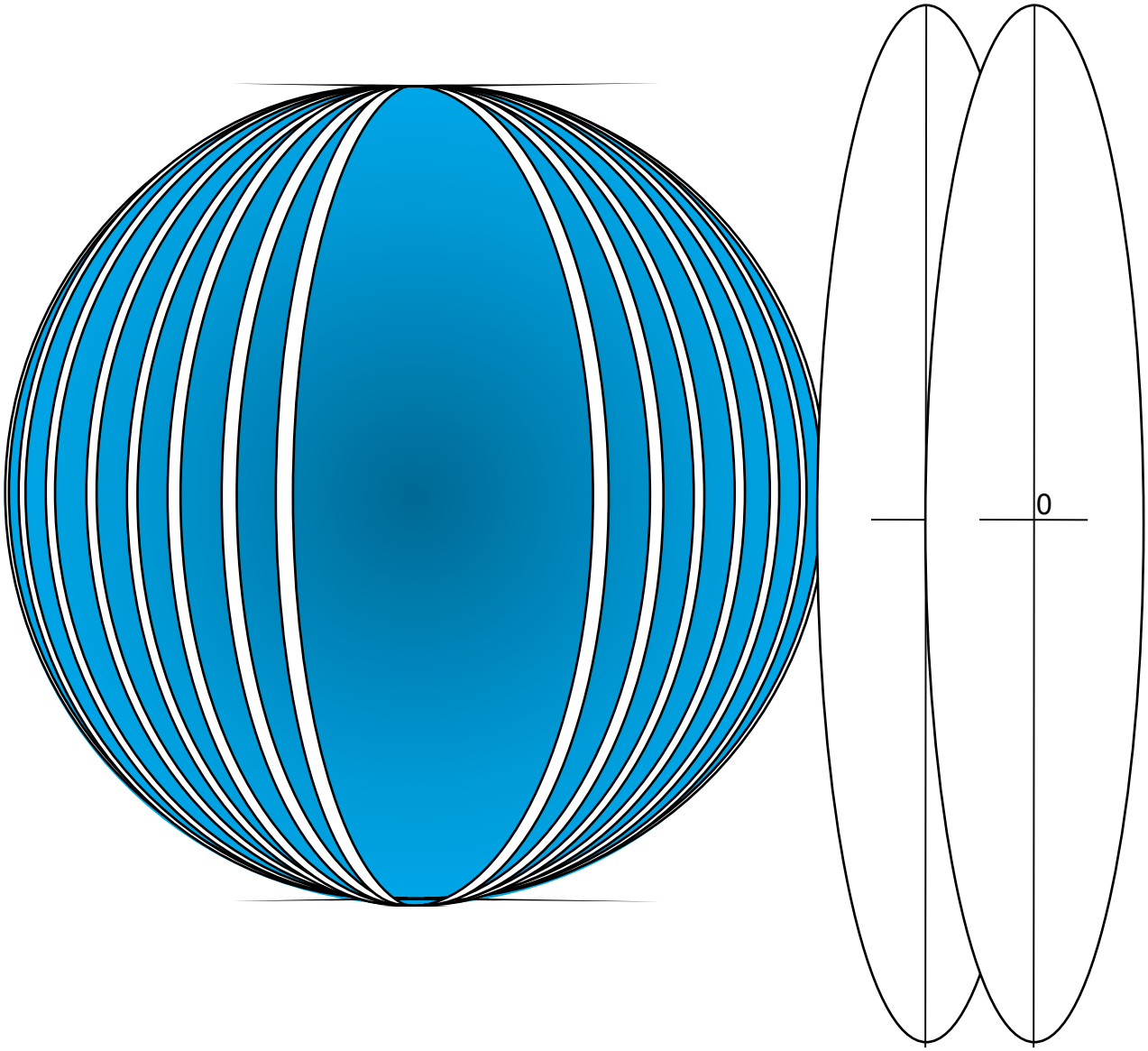

0


0


0

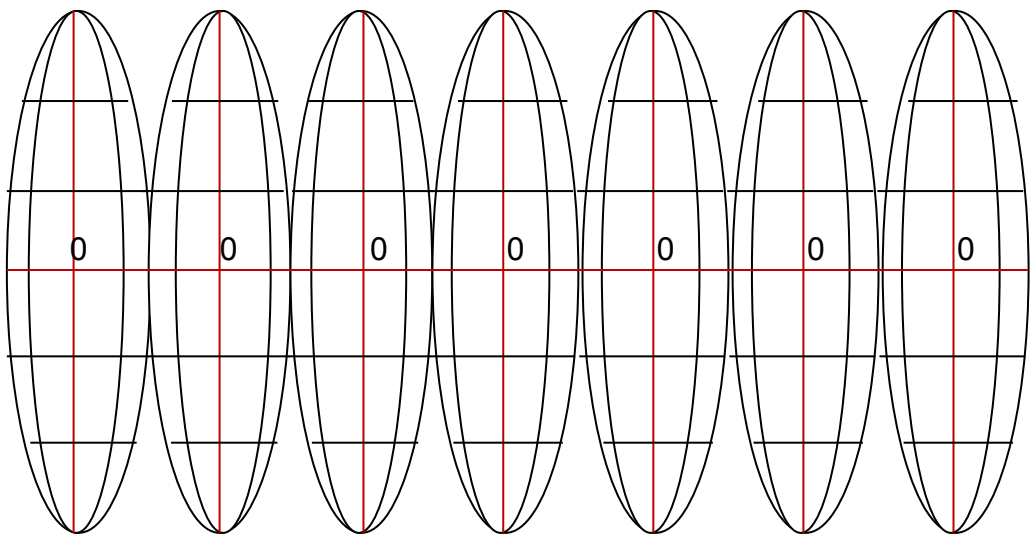

0




0

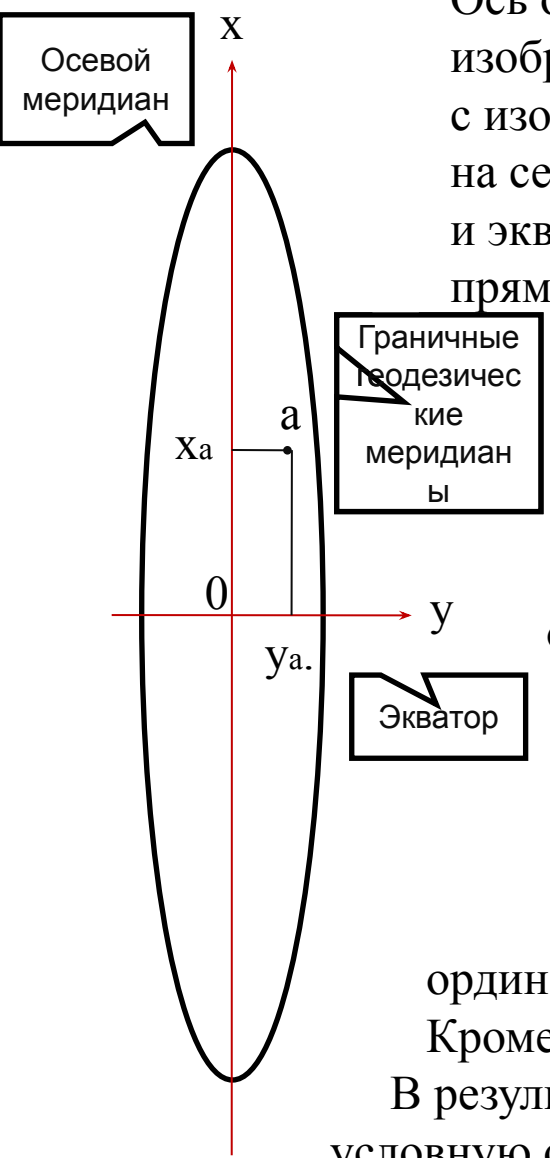
Экватор в каждом сегменте также изображается прямой линией перпендикулярной осевому меридиану. За начало отсчета координат принимается пересечение экватора и осевого меридиана. Искажение длин линий в проекции Гаусса - Крюгера возрастают по мере удаления от осевого меридиана и могут достигать величины порядка 1:1500 в шестиградусной зоне и 1:6000 в трехградусной.

В инженерно-геодезических работах и при крупномасштабных съемках такие искажения необходимо учитывать, либо применять частную систему координат с осевым меридианом, проходящим через середину участка работ. Система координат в каждой зоне (сегменте) одинакова. Все географические карты на территории бывшего СССР, стран восточной и части стран западной Европы составлены в проекции Гаусса - Крюгера.



Системы плоских прямоугольных координат в каждой зоне идентичны и значения плоских прямоугольных координат X и Y , вычисленные по геодезическим координатам (B и L) будут во всех зонах одинаковыми, так как проекция Гаусса – Крюгера симметрична относительно оси абсцисс.

Изображение на плоскости каждой шестиградусной полосы представляет собой колонну листов Международной карты мира в масштабе 1:1000000. Шестиградусная полоса, в свою очередь, является шестиградусной координатной зоной, ограниченной соответствующими меридианами.



Ось ординат (y) направлена на восток и совмещена с изображением экватора, а ось абсцисс (x) совмещена с изображением осевого меридиана зоны и направлена на север. Прямолинейное изображение осевого меридиана и экватора можно использовать в качестве осей прямоугольной системы координат.

Положение точки (a) на плоскости определяется плоскими прямоугольными координатами x_a и y_a.

Каждую шестиградусную зону нумеруют арабскими цифрами. В РФ принята нумерация зон отличная от мировой. Крайняя западная зона с долготой осевого меридиана L_0=21°, имеет номер 4, а на Чукотке номер 32. Номер зоны N и долгота L_0 осевого меридиана, связаны между собой равенством $L_0 = 6°N - 3°$. Например: долгота осевого меридиана в10 зоне будет равна $L_0 = 6°\cdot 10 - 3° = 57°$.

Для исключения из обращения отрицательных ординат ко всем ординатам добавляют число 500000 м. Кроме того к ординате слева подписывается номер зоны.

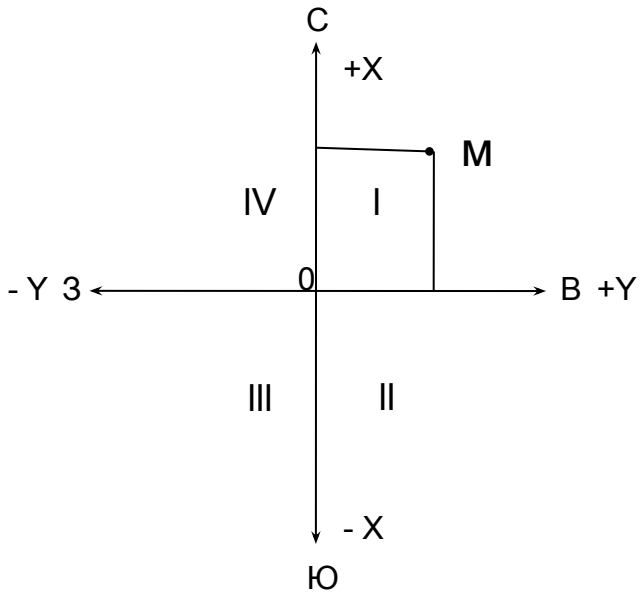
В результате получают число , представляющее собой условную ординату.

Например: условная ордината точки равна 12298897.3 м. это означает что точка, имеющая такую ординату находится в 12 зоне, ее действительная ордината равна -201102.7 м, а долгота осевого меридиана зоны:

$L0 = 6° \cdot 12 – 3° = 69°$ и точка находится в 201102.7 метрах к западу от осевого меридиана.

СИСТЕМА ПЛОСКИХ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ КООРДИНАТ.

Если размеры участка земной поверхности позволяют не принимать во внимание сферичность земли, то пользуются плоской системой Декартовых координат, которую образуют две перпендикулярные линии, лежащие в горизонтальной плоскости. Пересечение прямых в т. 0, принимается за начало отсчета координат. Четверти нумеруются по ходу часовой стрелки, Северо-Восточная четверть – первая.

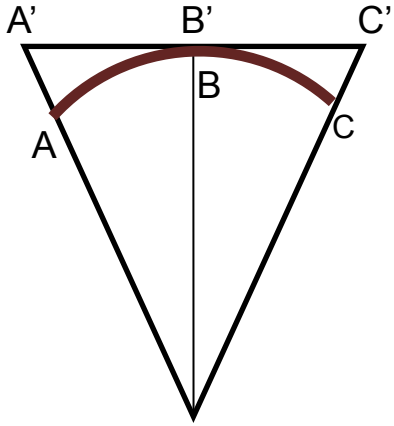


Система прямоугольных координат в геодезии повернута относительно системы прямоугольных координат, принятых в математике, на 90°, после чего повернута около оси абсцисс на 180° (Зеркальное отображение). При таком расположении осей, углы ориентирования линий (дирекционные углы), отсчитывают от вертикальной оси по ходу часовой стрелки, тогда как в тригонометрии углы отсчитываются от горизонтальной оси против хода часовой стрелки. Благодаря этому формулы тригонометрии и аналитической геометрии полностью применимы в геодезии.

Для перехода от частной системы координат к географической необходимо знать точные координаты точки 0 и угол между положительным направлением оси абсцисс X и северным направлением меридиана.

Влияние кривизны земли при измерении горизонтальных расстояний и высот.

При переносе точек земной поверхности на плоскость следует учитывать кривизну земли. Как показывают расчеты при длине дуги АС=20 км. разность между прямой А'С' и дугой АС составит 1,6 см. Такая ошибка меньше ошибки наиболее точных измерений на местности и уровенную поверхность, можно заменить на касательную к ней, плоскость.



Сложнее обстоит дело с определением высот точек. Расчеты показывают, что уже при длине дуги в 500 метров, ошибка составит 2 см. И эту ошибку необходимо учитывать, так как инженерные работы требуют точности порядка 2см. на 1 км. расстояния. При менее точных горизонтальных измерениях длина дуги АС допускается до 50 км. Изображение такого участка на бумаге в горизонтальной проекции в уменьшенном изображении называется планом местности.

Местные системы координат

В проекции Гаусса – Крюгера на краю шестиградусной зоны, при изображении линий и площадей земельных участков возникают значительные искажения. Для их устранения на территории страны, по соответствующим правилам, устанавливают местные системы координат.

Местная система координат это условная система координат, которая применяется на ограниченной по площади территории (Не более территории субъекта РФ). Она является системой плоских прямоугольных геодезических координат, с местными координатными сетками проекции Гаусса – Крюгера. Таким образом при изображении участка земной поверхности на плоскость принимают во внимание сферичность земли. При разработке местных систем координат используются параметры эллипсоида Красовского и Балтийская система высот.

Для местных систем координат устанавливаются следующие критерии для перехода к государственной системе координат (ГСК):

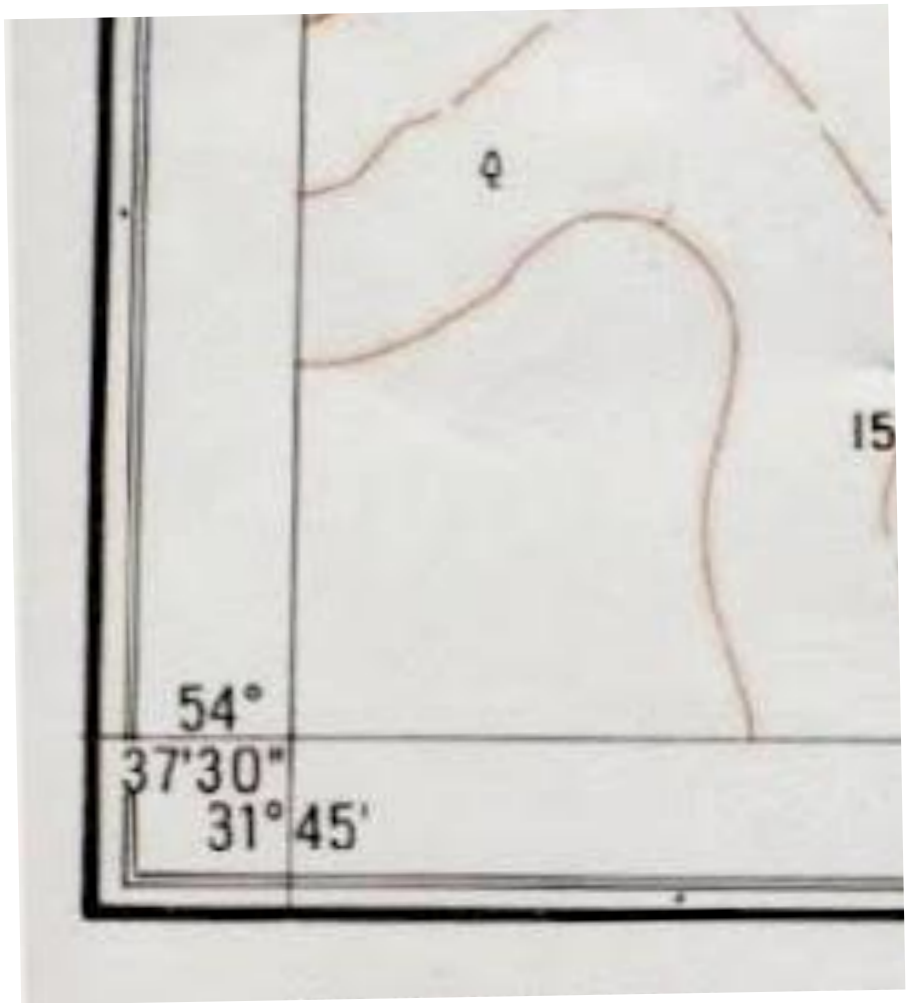
1. Начальные координаты местной системы входят в ГСК.
2. Долгота осевого меридиана, проходящего через начало местной системы координат.
3. Угол поворота осей местной системы координат относительно ГСК, число координатных зон и др.

Число координатных зон устанавливается таким образом, чтобы можно было пренебречь поправками за искажение линий и площадей земельных участков при изображении их на плоскости ввиду их малости. Начальные координаты местной системы принимаются такими, чтобы координаты точек земной поверхности внутри зоны имели положительные значения. Для всех местных систем координат масштаб вдоль осевого меридиана равен единице.

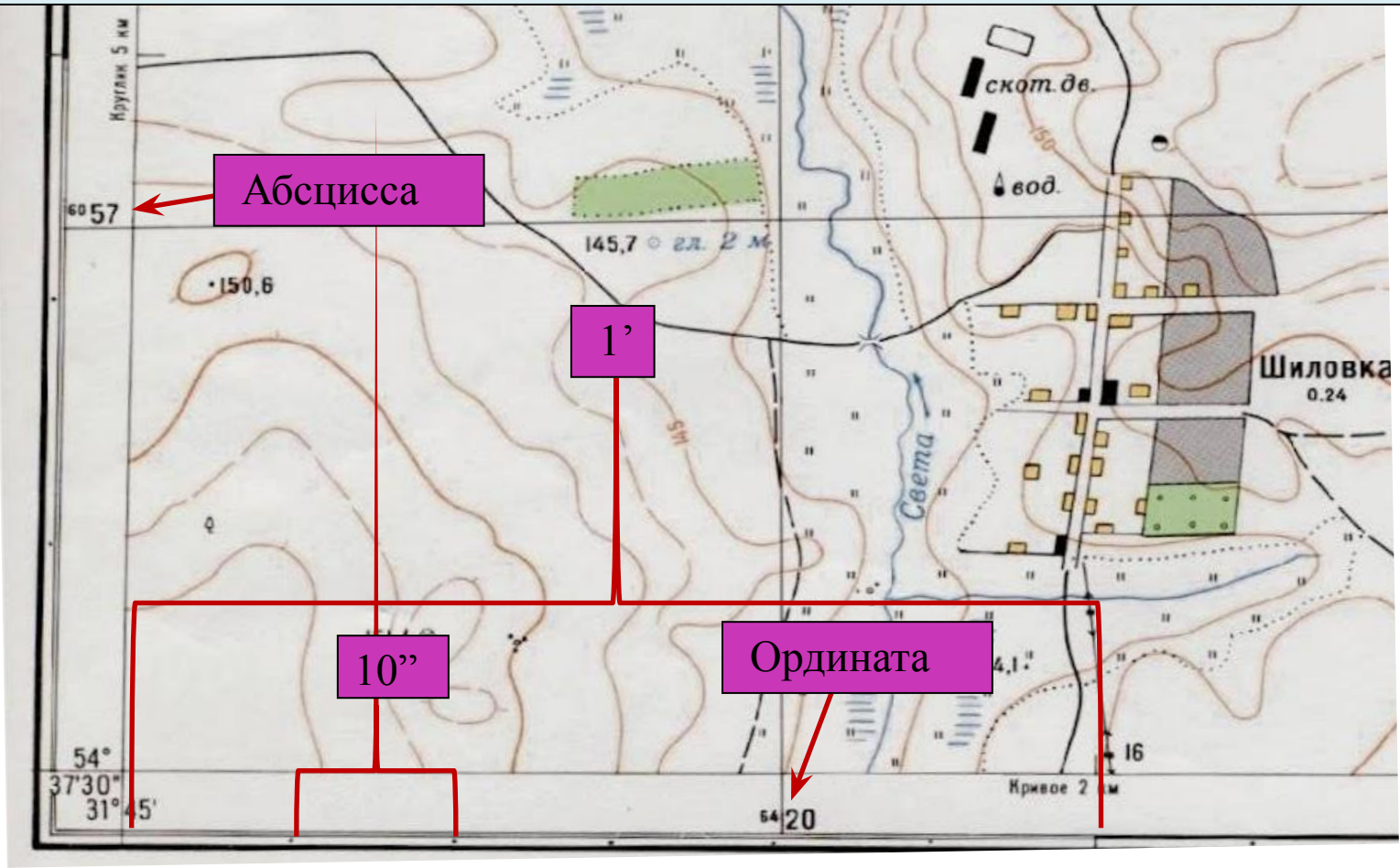
ОФОРМЛЕНИЯ ЛИСТА ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ КАРТЫ

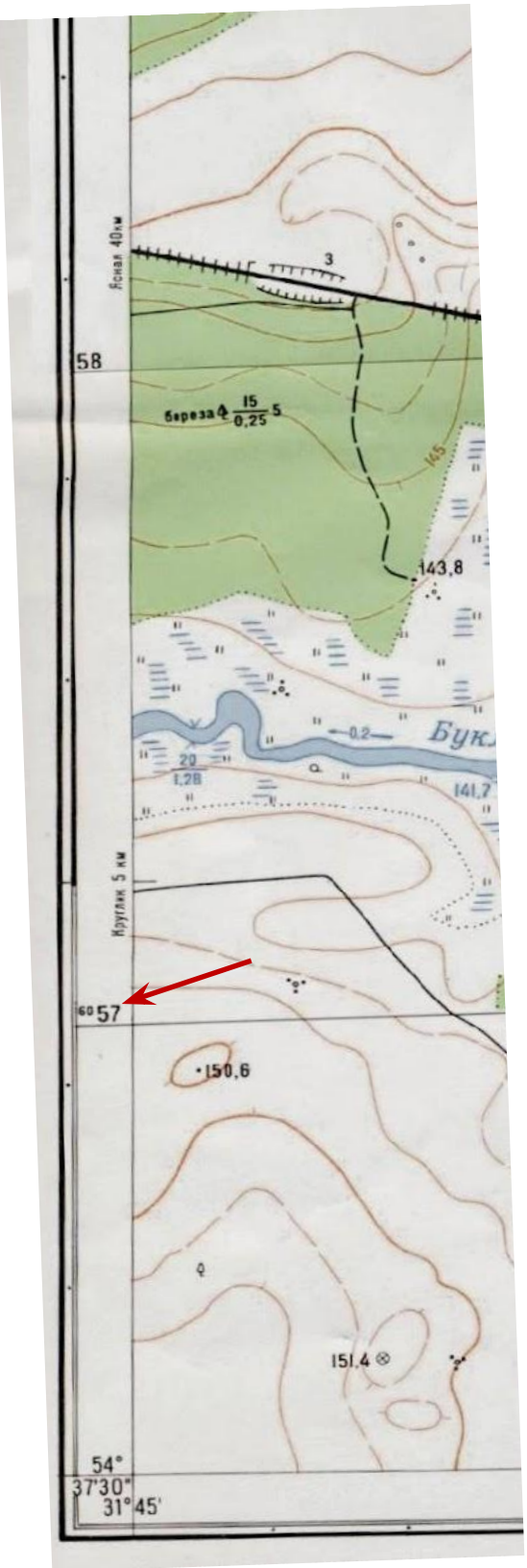
Сторонами листа карты являются отрезками меридианов и параллелей, которые образуют внутреннюю рамку этого листа, имеющего форму трапеции. В каждом углу рамки карты указывается его долгота и широта.

Например: координаты юго – западного угла карты равны:
широта 54°37’30”, долгота 31°45’.



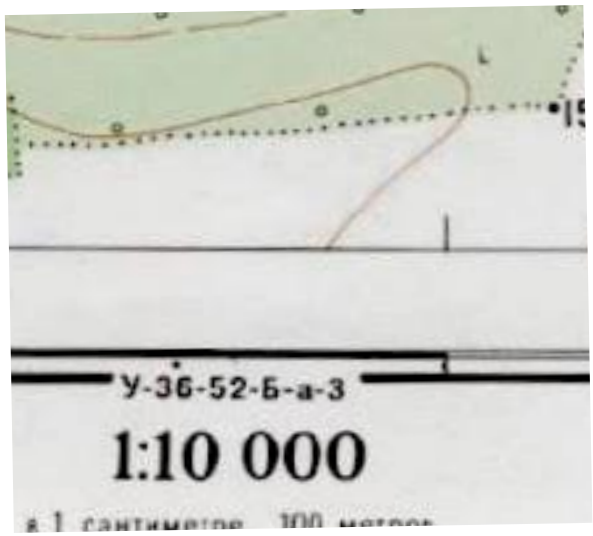
Рядом с внутренней рамкой, расположена минутная рамка, деления которой соответствуют 1 минуте широты и долготы. Точками между минутной и внешней рамками обозначены 10 секундные интервалы.
Между минутной и внутренней рамкой подписаны ординаты вертикальных и абсциссы горизонтальных линий координатной (километровой) сетки. Надписи 6420, 6421 означают, что ординаты находятся в 6-й зоне проекции Гауса – Крюгера. Цифры 420 и 421меньше 500 (линия осевого меридиана 6 зоны), свидетельствуют о том, что лист расположен к западу от осевого меридиана. Долгота осевого меридиана вычисляется по формуле:
L = 6° № - 3° = 33°, где № - номер зоны.



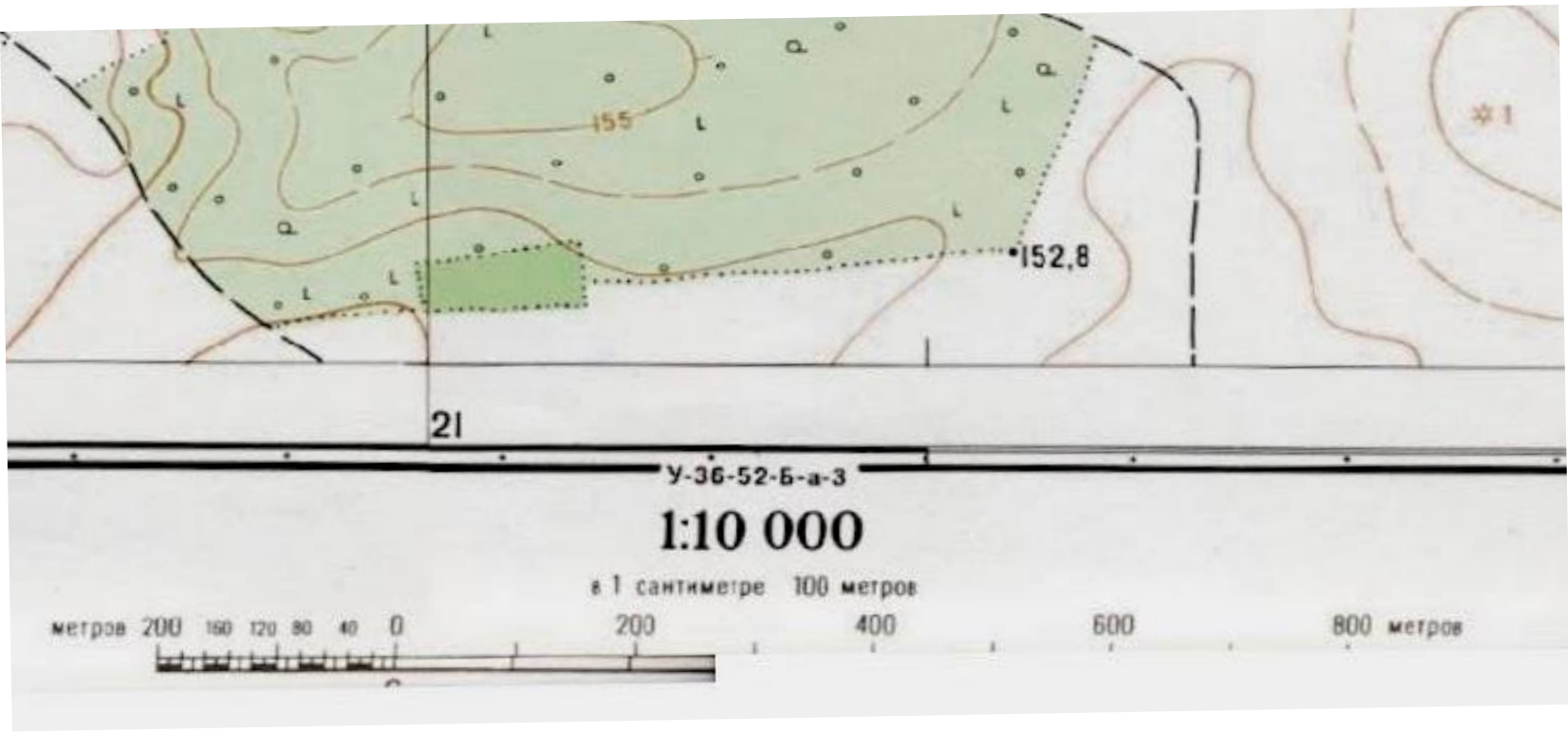


Вдоль западной и восточной сторон рамки выписаны абсциссы горизонтальных линий километровой сетки. Величина абсциссы, например: 6057 указывает, что данная параллель находится в 6057 километрах к северу от экватора.

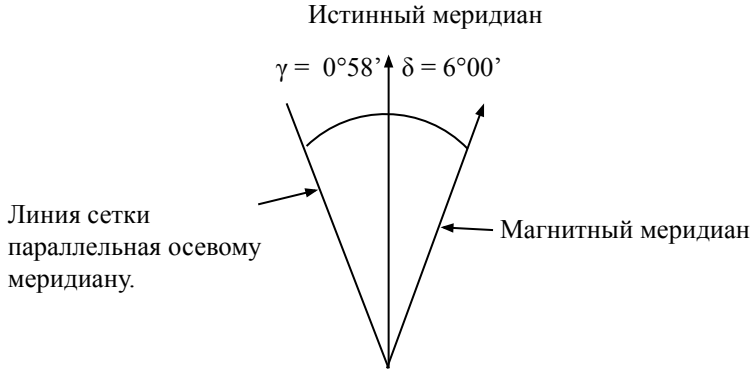
Над северной стороной рамки подписывается номенклатура листа карты, а в разрывах минутной и внешней рамок указывается номенклатура четырех смежных листов того же масштаба.

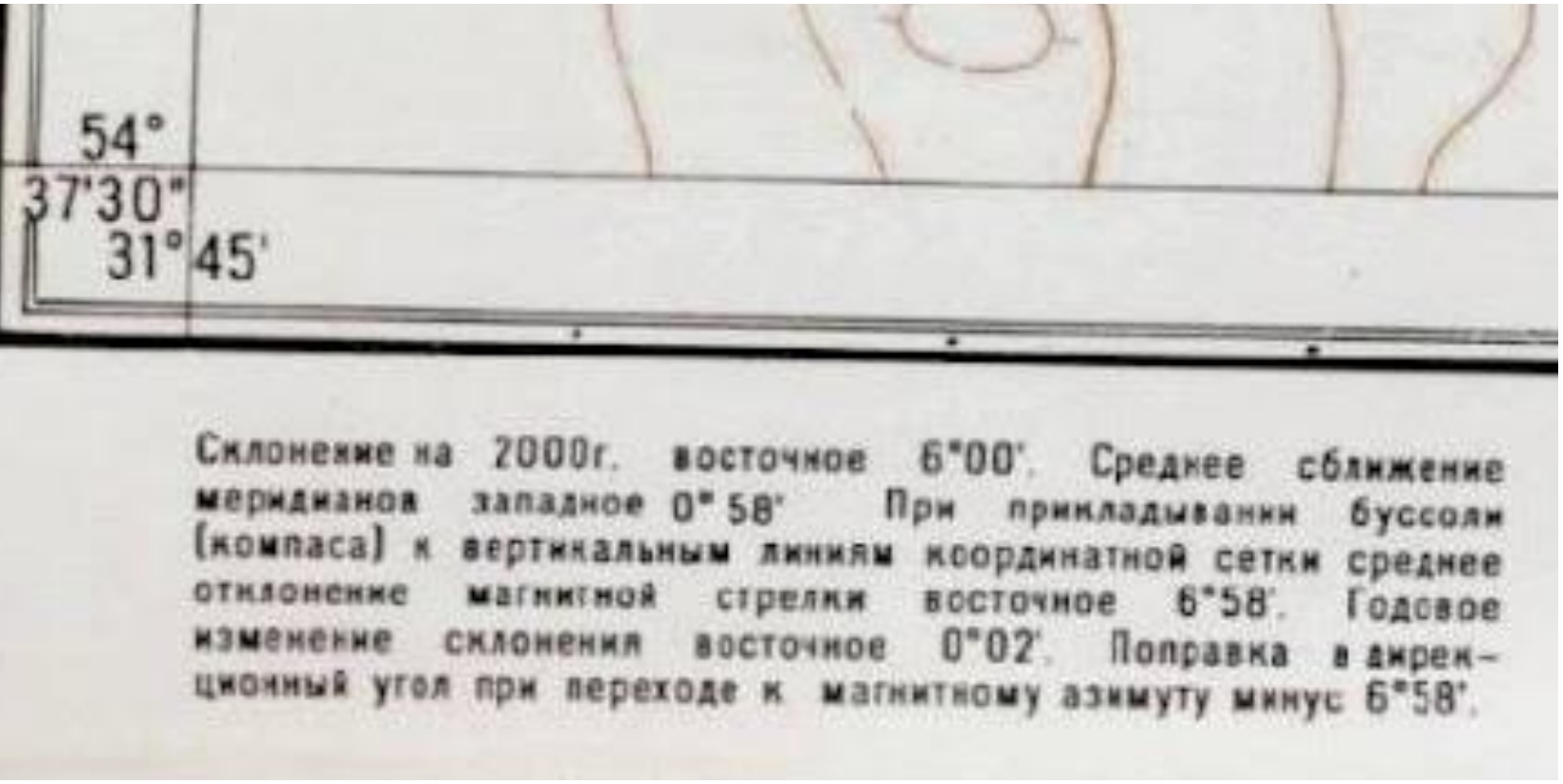


Под серединой южной стороны рамки подписываются численный масштаб, вычерчивается соответствующий ему линейный масштаб, а также указывается высота сечения рельефа и выносится график заложения.



Под юго-западным углом рамки, в пояснительной записке указываются данные о склонение магнитной стрелки δ, величина сближения меридианов γ и величина угла между северным направлением километровых линий и магнитным меридианом. В дополнение к этому, взаимное расположение истинного, осевого и магнитного меридианов показано на специальном графике .





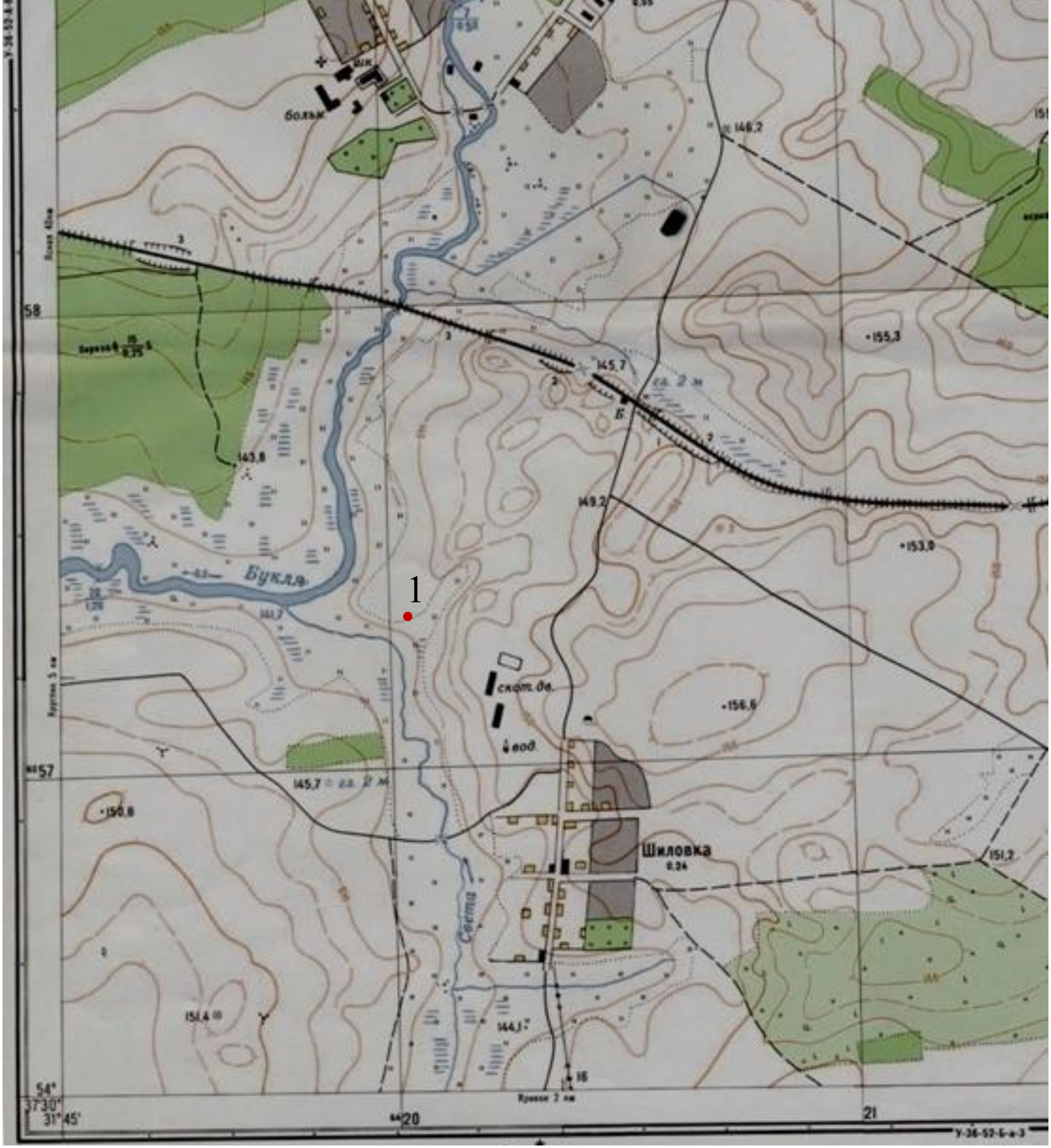
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ И ПРЯМОУГОЛЬНЫХ КООРДИНАТ ПО ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ КАРТЕ.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ КООРДИНАТ НА КАРТЕ.

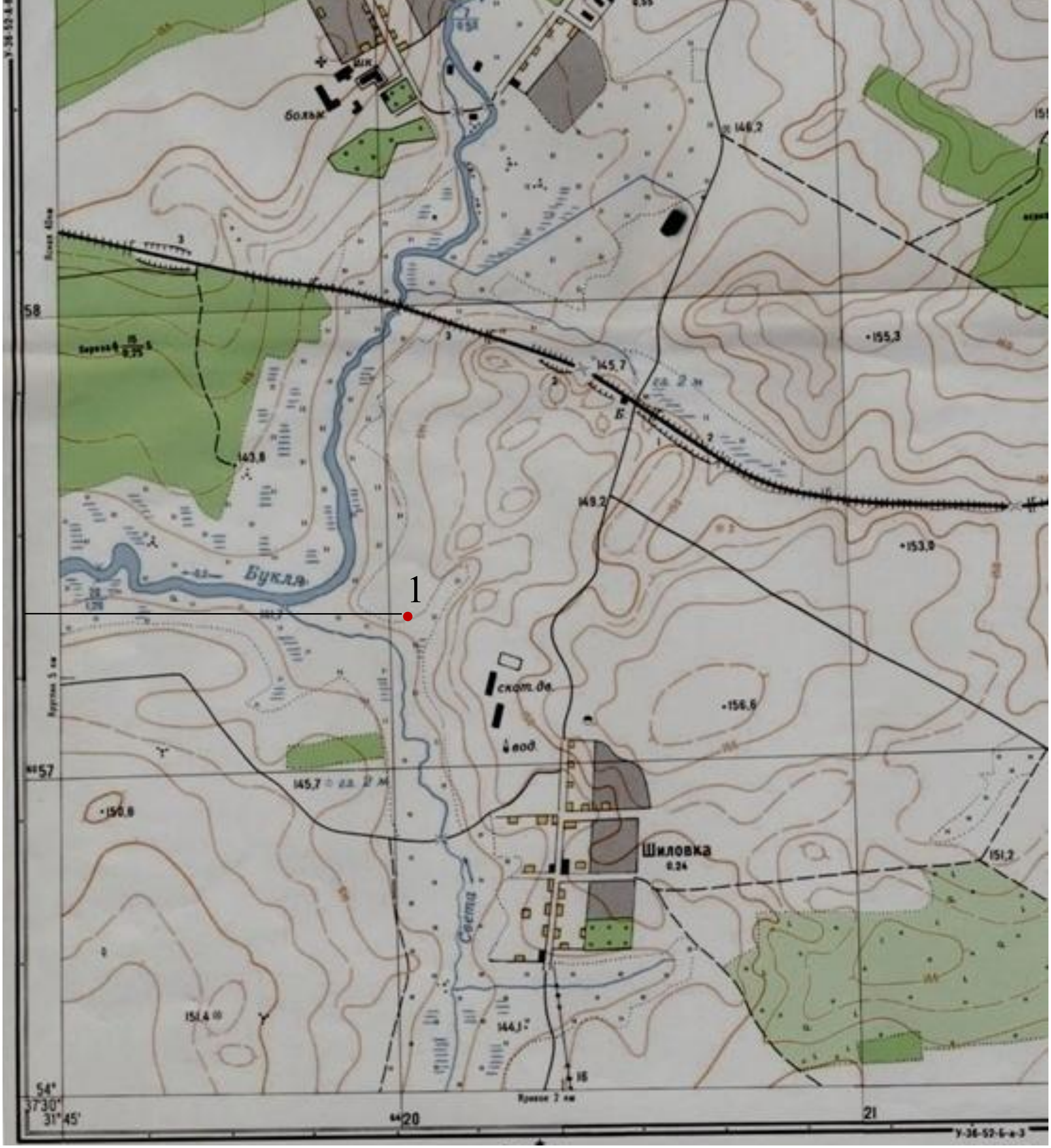
Геодезические координаты (широту и долготу) точки определяют следующим образом. Для определения широты и долготы точки 1, проводят линии параллельные нижней границе рамки и истинному меридиану. Секунды определяются на глаз, деля 10 секундный отрезок. Например: на следующем слайде показана геодезическая широта и геодезическая долгота юго – западного угла рамки карты.

Геодезическая широта равна: B = 54°37’30”

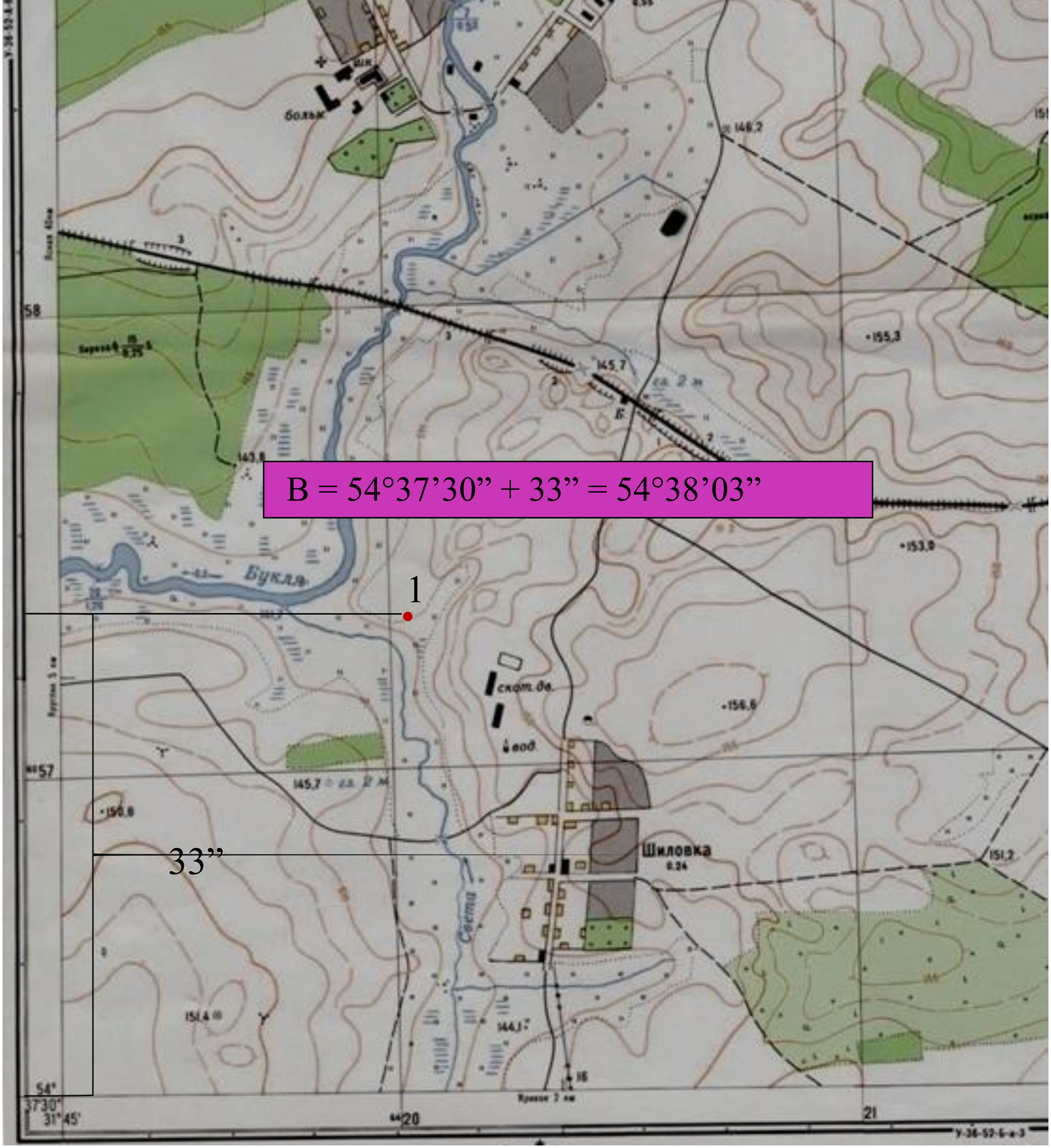
Геодезическая долгота равна: L = 31°45’



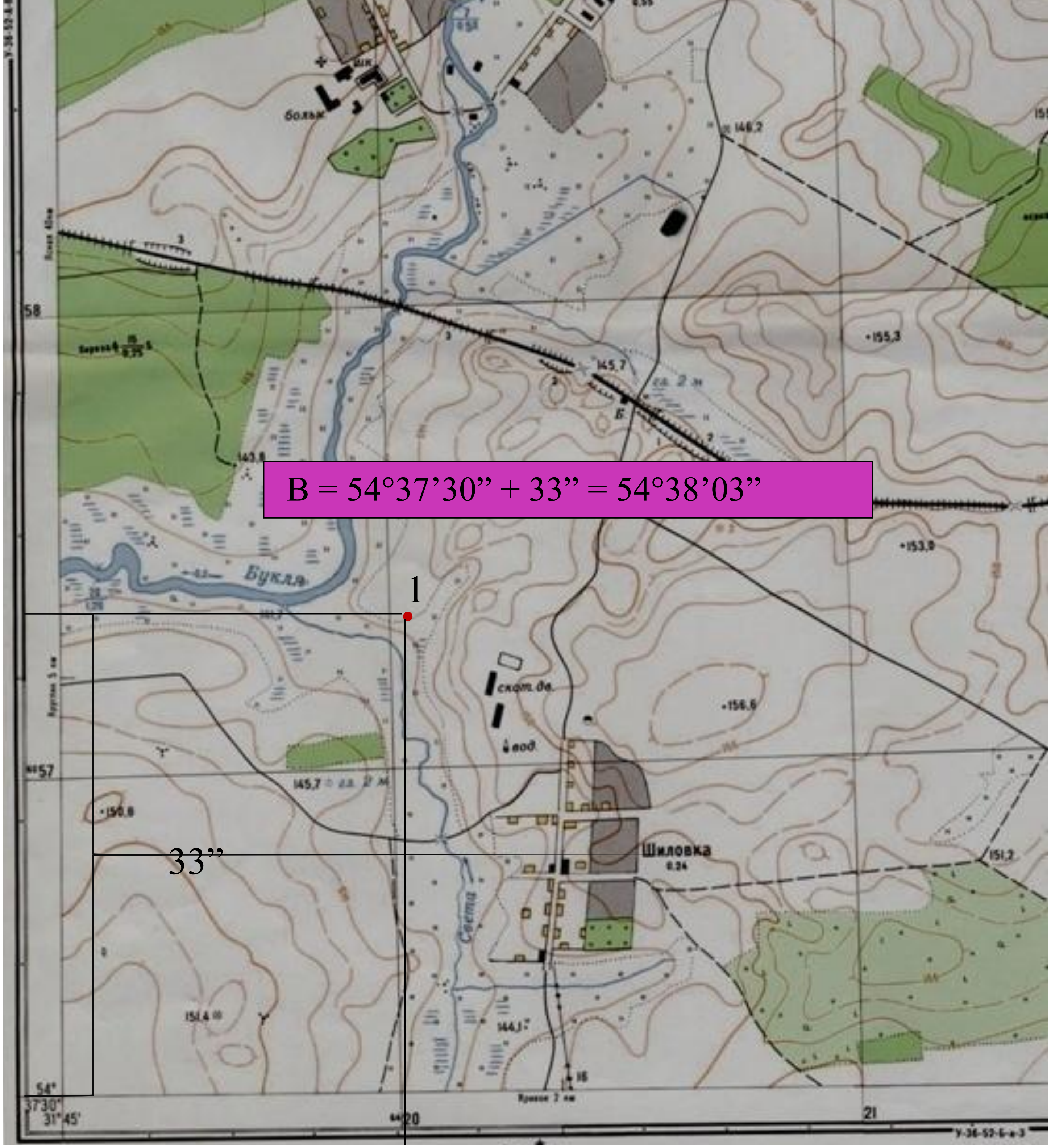
больн
146,2
58
155,3
145,7
Букля
141,7
143,8
149,2
153,9
1
скот.дв.
вод.
156,6
57
145,7
150,8
Шиловка
151,2
Света
151,4
144,1
20
21

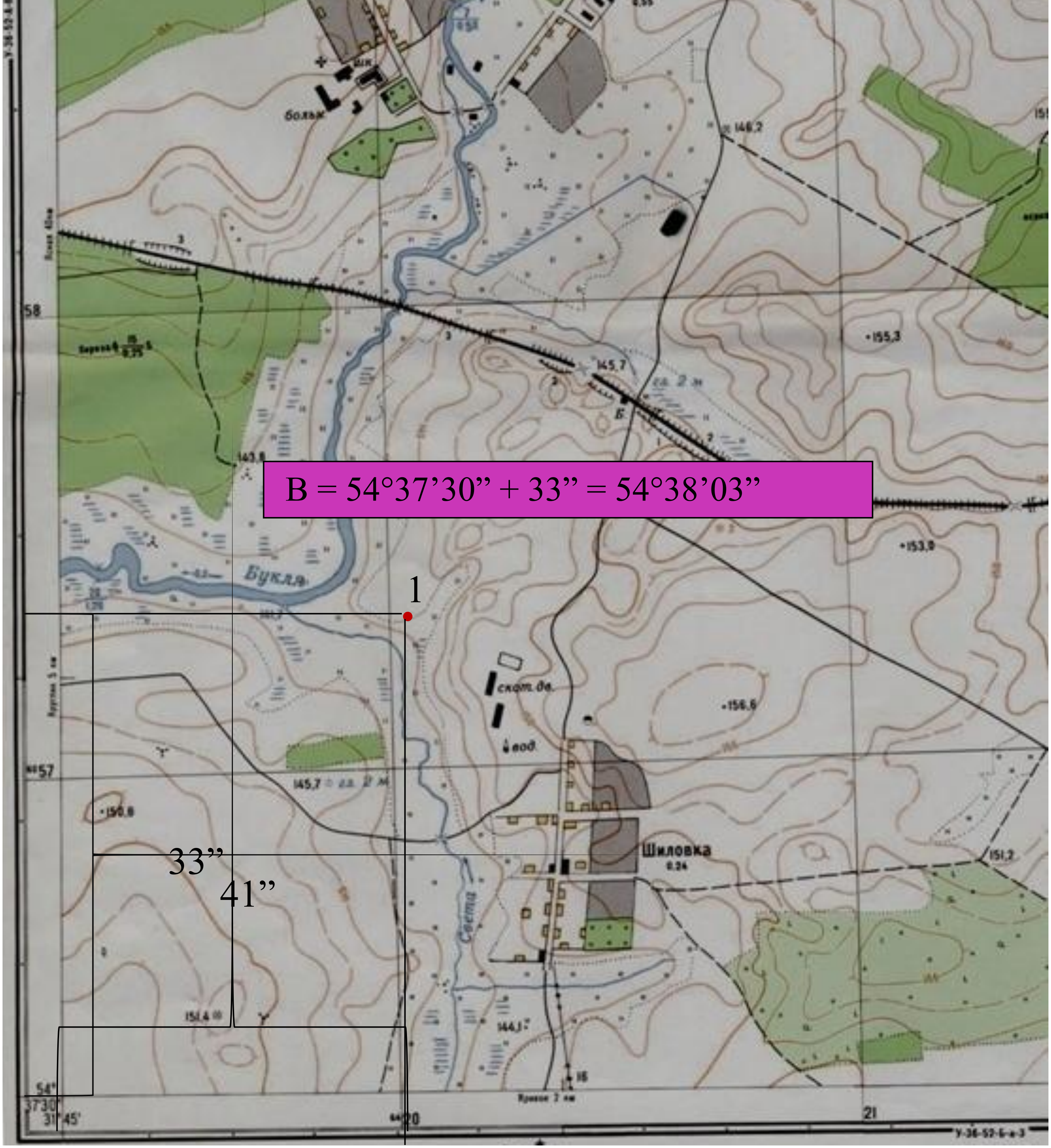


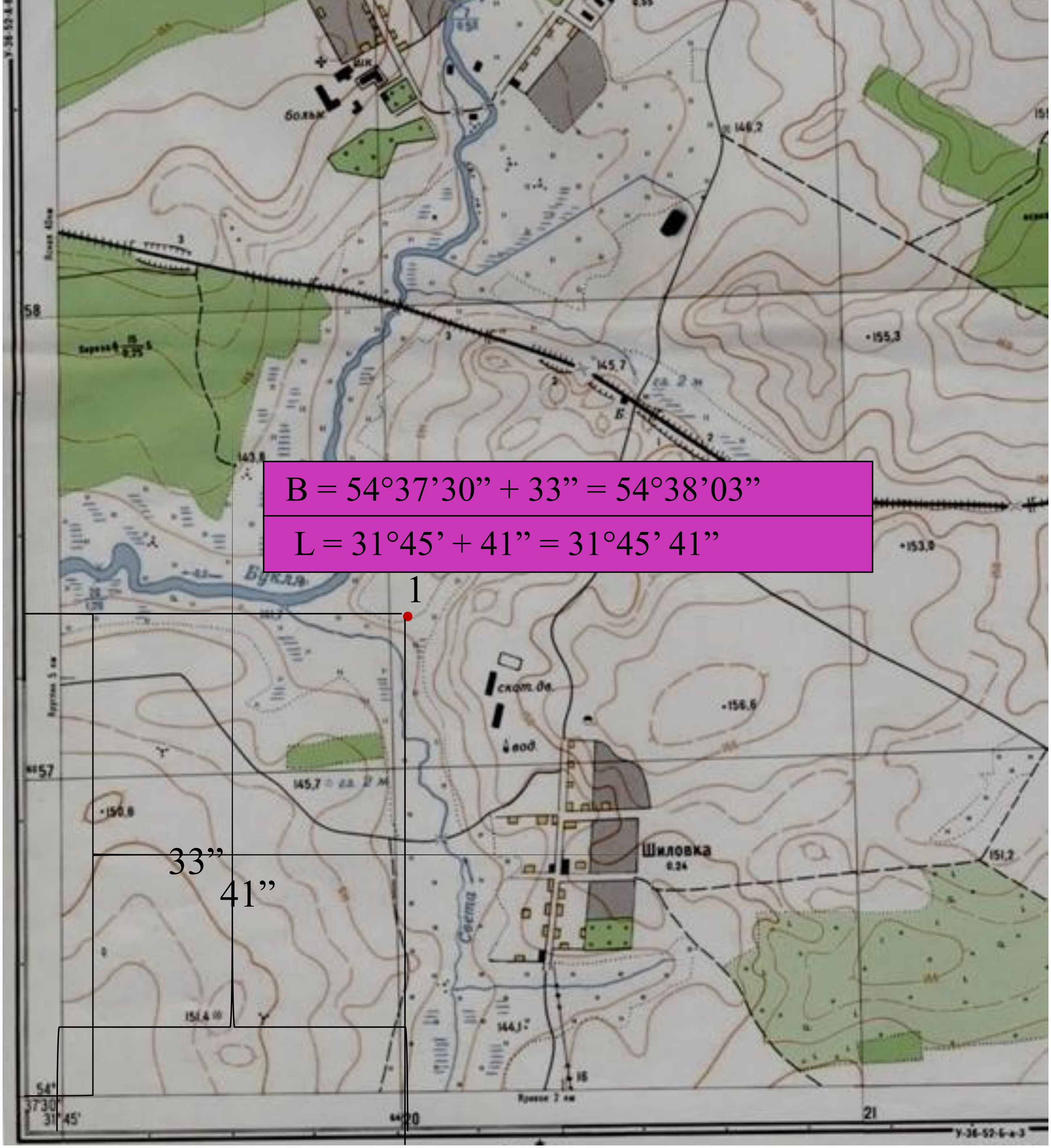
больн
146,2
155,3
145,7
гл. 2 м
Б.
143,8
149,2
153,9
58
Букля
1
скот.дв.
вод.
156,6
57
145,7
гл. 2 м
150,8
Шиловка
0.24
151,2
Света
151,4
144,1
54°
37°30'
31°45'
20
21
Кривое 2 км
У-36-52-Б-а-3



B = 54°37’30” + 33” = 54°38’03”


B = 54°37’30” + 33” = 54°38’03”
1
33”
Букля
Шиловка
Света
скот.дв.
вод.
больн
58
57
20
21
54°
37'30"
31°45'
146,2
145,7
155,3
153,0
156,6
151,2
143,8
150,8
151,4
144,1


B = 54°37’30” + 33” = 54°38’03”
1
33”
41”
Букля
Света
Шиловка
скот.дв.
вод.
больн.
145,7
155,3
153,9
156,6
150,8
151,4
151,2
144,1
143,8
146,2
58
57
54°
37'30"
31°45'
20
21
У-36-52-Б-а-3


B = 54°37’30” + 33” = 54°38’03”
L = 31°45’ + 41” = 31°45’ 41”
1
33”
41”
58
57
54°
37’30”
31°45’
20
21
Букля
Света
Шиловка
скот.дв.
вод.
больн.
145,7
155,3
153,9
156,6
151,2
150,8
151,4
144,1
146,2
143,8

Прибавив к координатам Юго – Западного угла рамки количество секунд полученных в процессе измерения определяем координаты точки 1.

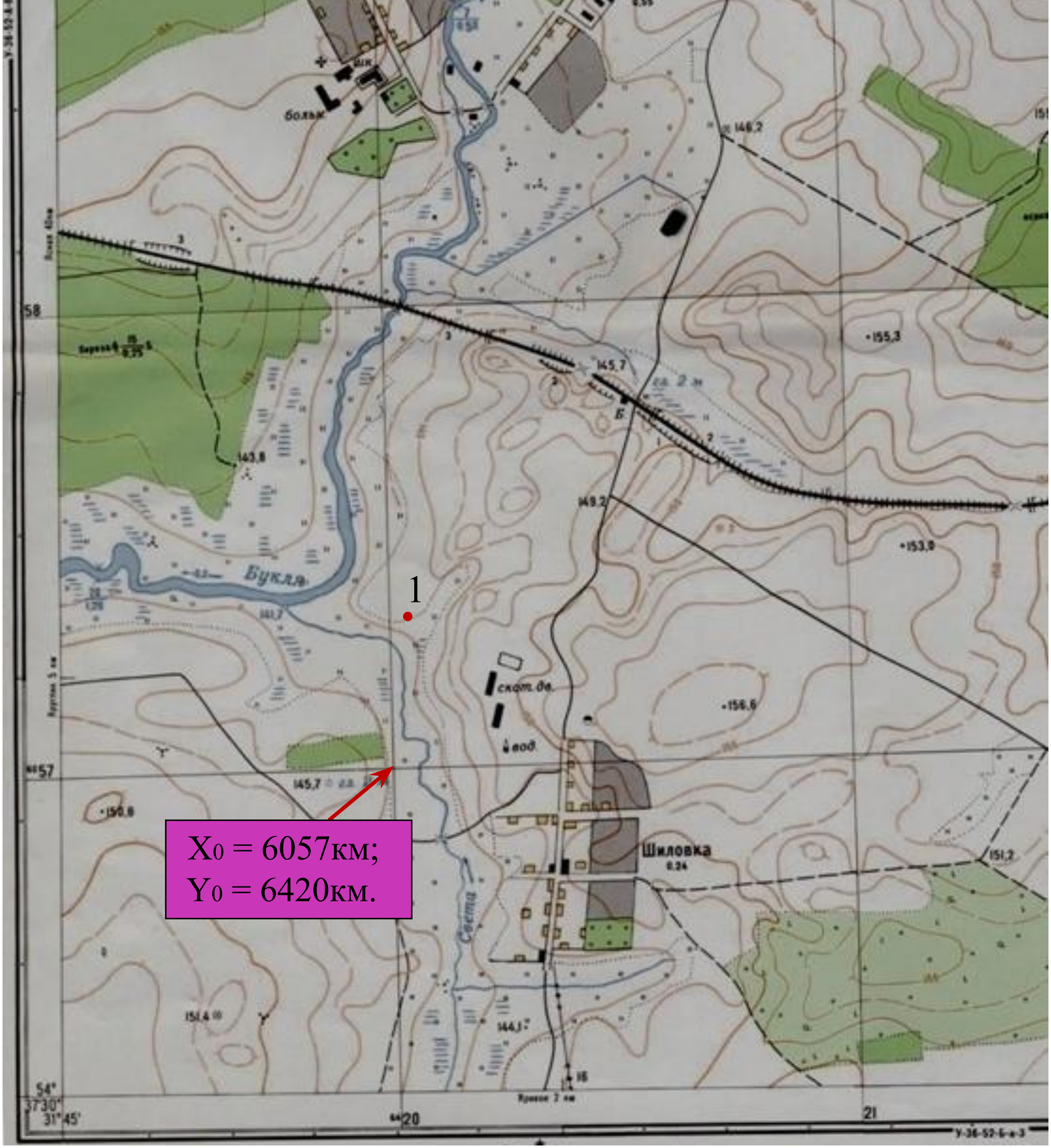
$$B = 54°37'30'' + 33'' = 54°38'03''$$

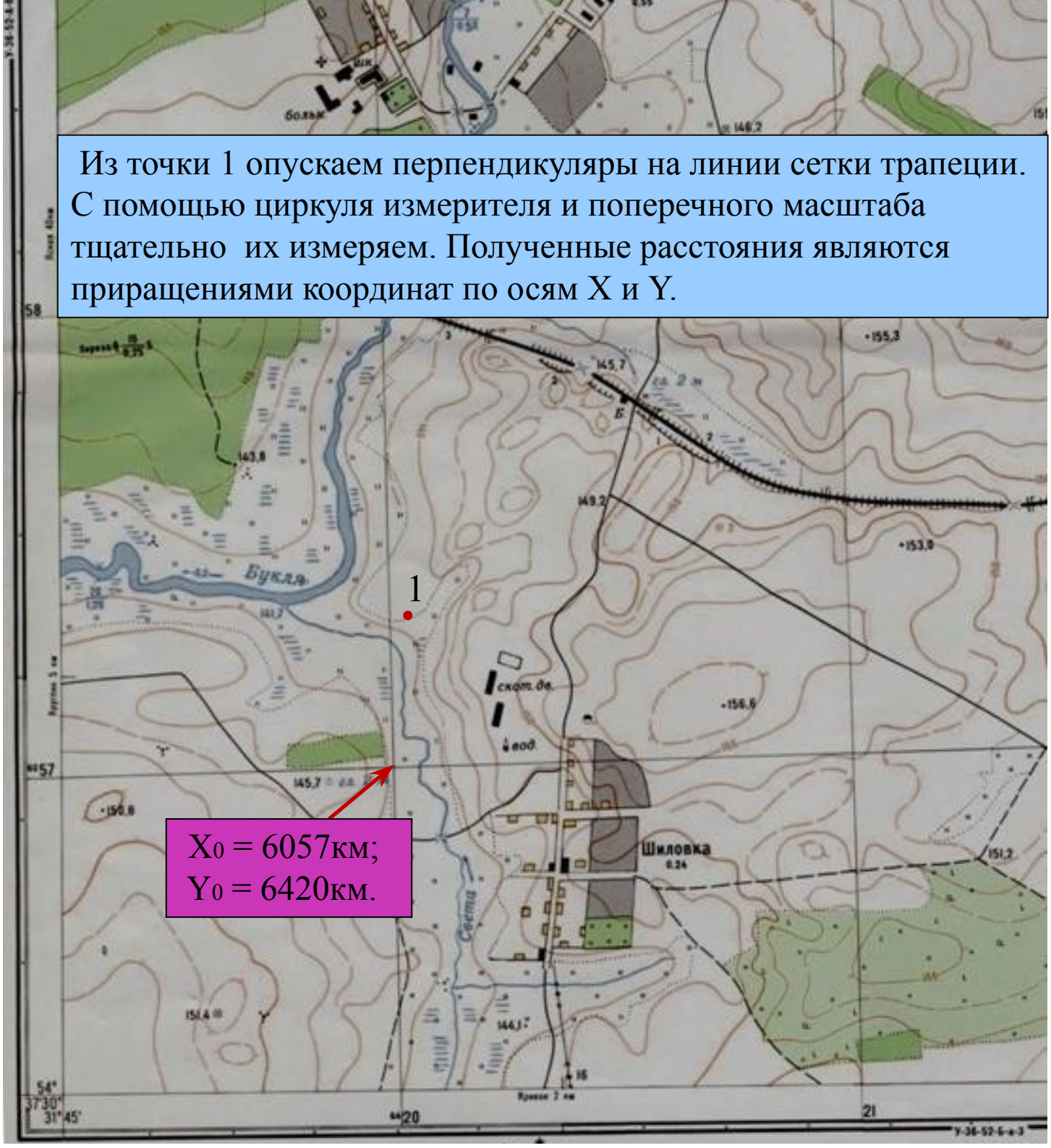
$$L = 31°45' + 41'' = 31°45'\ 41''$$

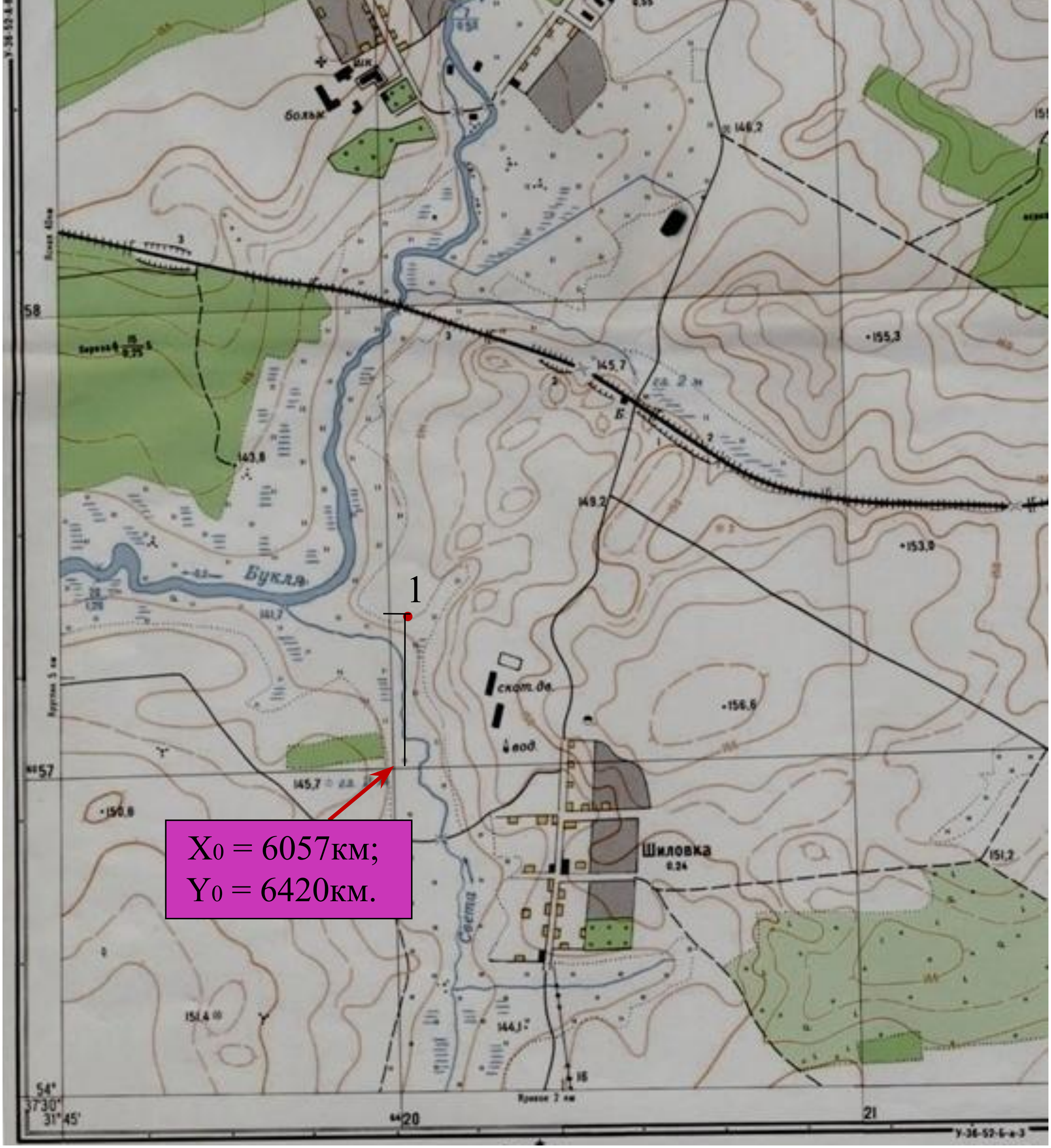
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ КООРДИНАТ

Определяем координаты юго западного угла трапеции километровой сетки, в котором находится точка 1:

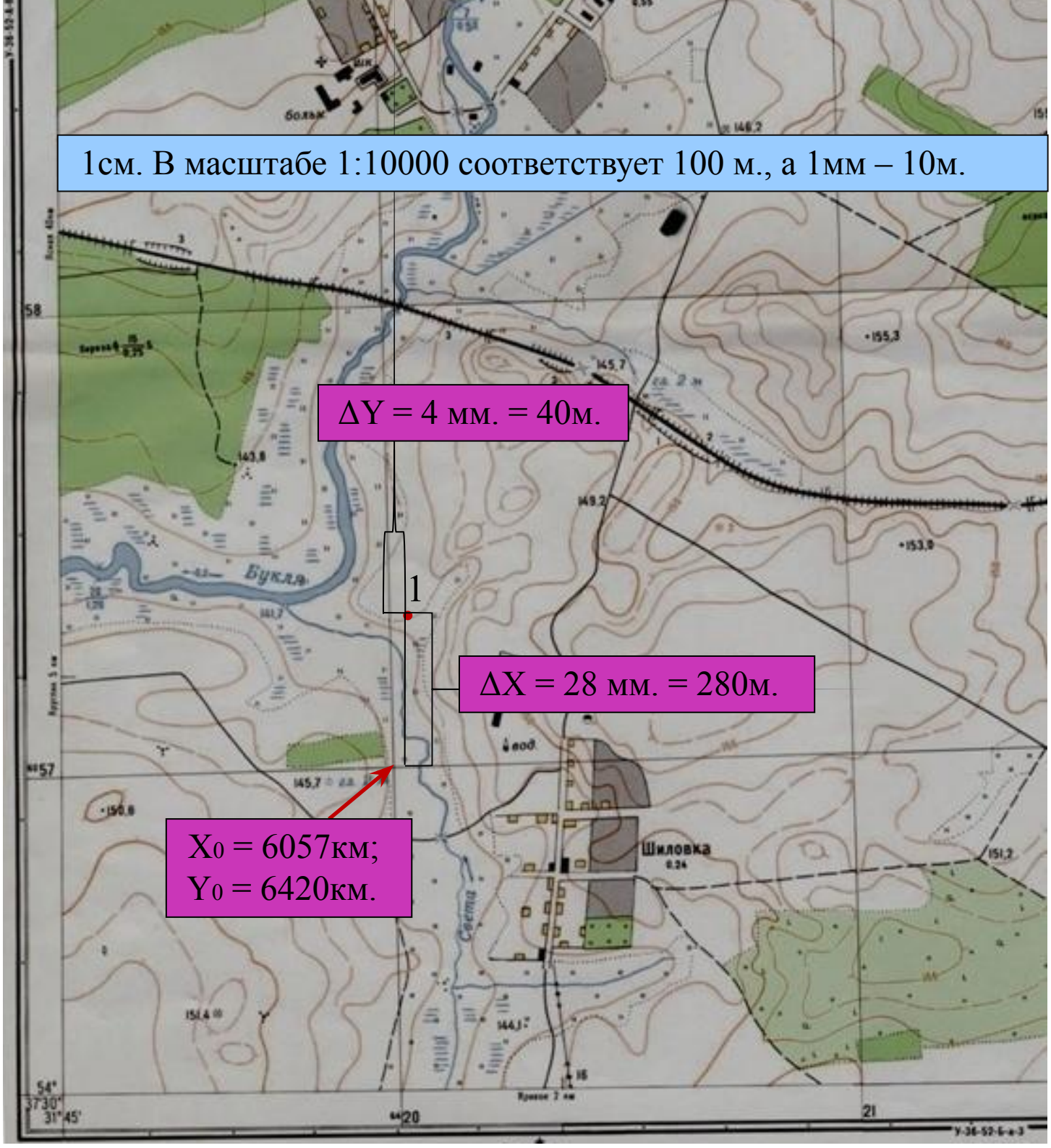
$$X_0 = 6057\text{км};\ Y_0 = 6420\text{км}.$$

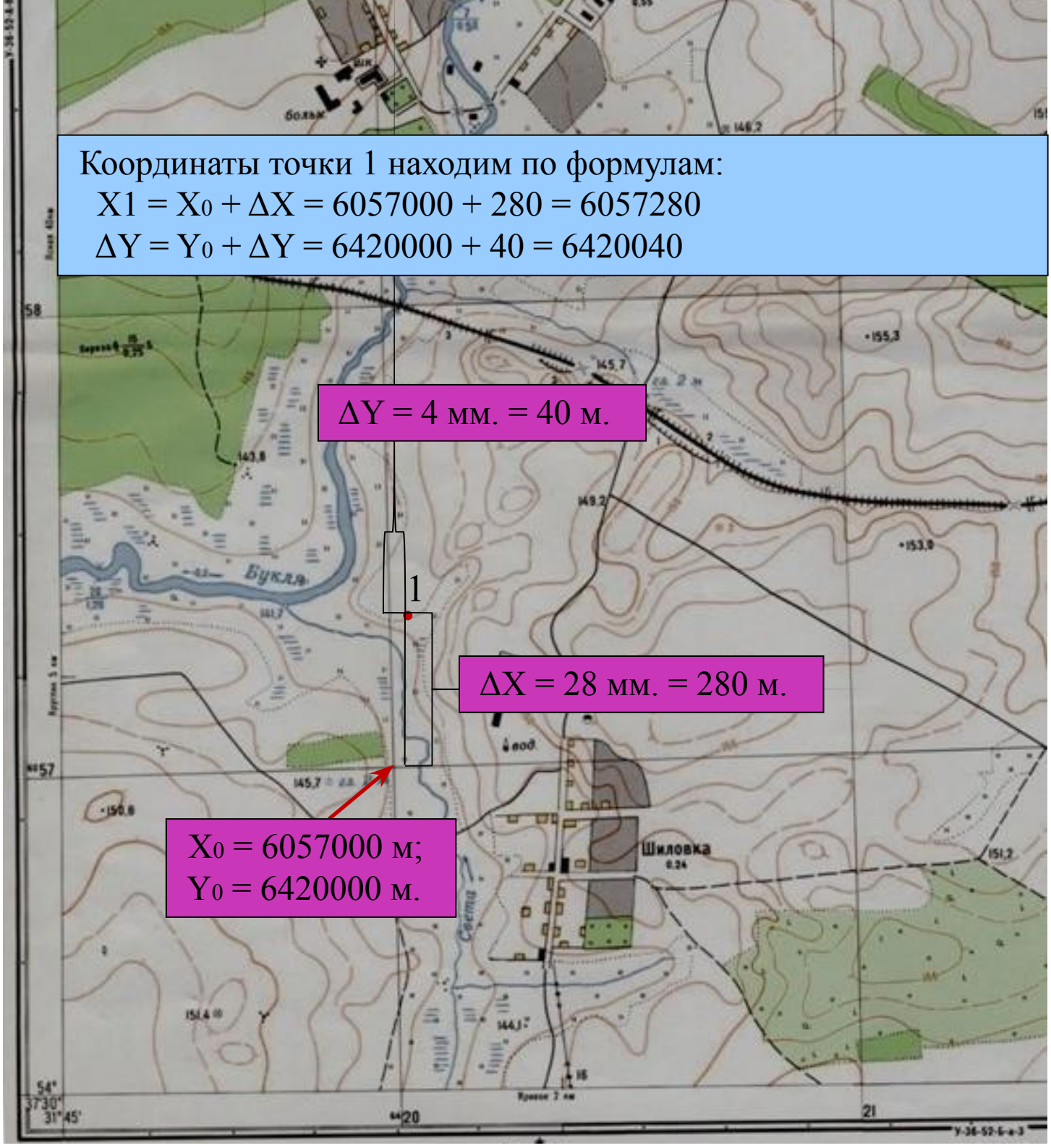

больн
58
145,7
155,3
149,2
153,9
143,8
Букля
141,7
1
скот.дв.
вод.
156,6
57
145,7
150,8
X0 = 6057км;
Y0 = 6420км.
Шиловка
0.24
151,2
Света
151,4
144,1
54°
37°30'
31°45'
20
21


Из точки 1 опускаем перпендикуляры на линии сетки трапеции. С помощью циркуля измерителя и поперечного масштаба тщательно их измеряем. Полученные расстояния являются приращениями координат по осям X и Y.
1
X0 = 6057км;
Y0 = 6420км.
Букля
Шиловка
58
57
20
21



1
X0 = 6057км;
Y0 = 6420км.
больн.
146,2
155,3
145,7
3
2
Б.
143,8
149,2
153,9
Букля
141,7
скот.дв.
вод.
156,6
145,7
150,8
57
58
Шиловка
151,2
Света
151,4
144,1
16
Кривое 2 км
54°
37°30'
31°45'
20
21


1см. В масштабе 1:10000 соответствует 100 м., а 1мм – 10м.
ΔY = 4 мм. = 40м.
1
ΔX = 28 мм. = 280м.
X0 = 6057км;
Y0 = 6420км.
Букля
Шиловка
Света
58
57
20
21


Координаты точки 1 находим по формулам:
X1 = X0 + ΔX = 6057000 + 280 = 6057280
ΔY = Y0 + ΔY = 6420000 + 40 = 6420040
ΔY = 4 мм. = 40 м.
1
ΔX = 28 мм. = 280 м.
X0 = 6057000 м;
Y0 = 6420000 м.
Букля
Шиловка
58
57
20
21

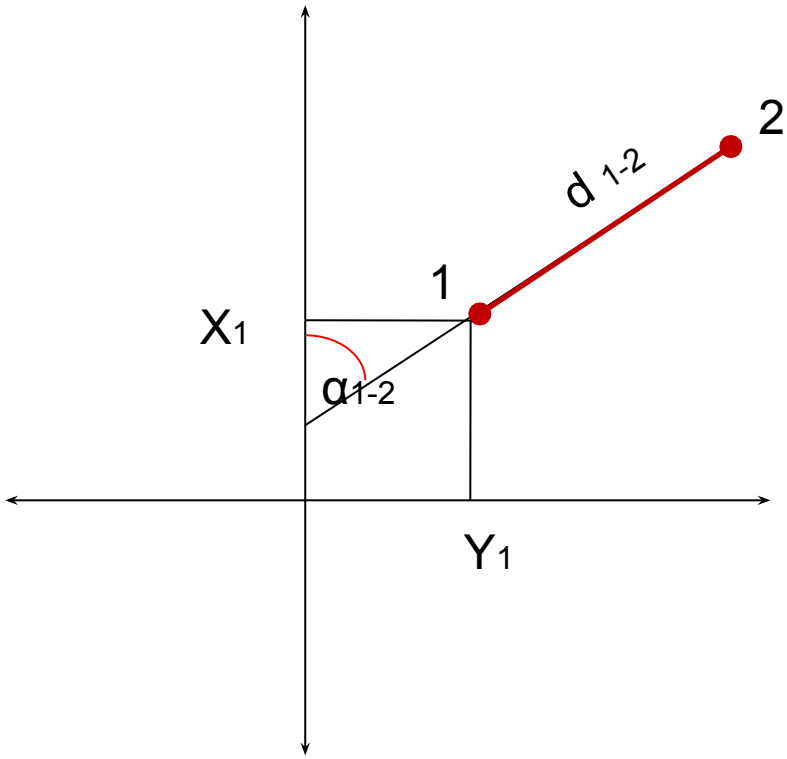
Точка 1 находится в 6 зоне. Ее истинная координата равна
$Y_1 = 420040 – 500000 = -79960$,т.е. точка расположена в 79960 метрах к западу от осевого меридиана.

ПРЯМАЯ И ОБРАТНАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ.

Для определения координат последующих точек, а также для определения дирекционных углов направлений и расстояний между точками, по их координатам, решаются прямые и обратные геодезические задачи.

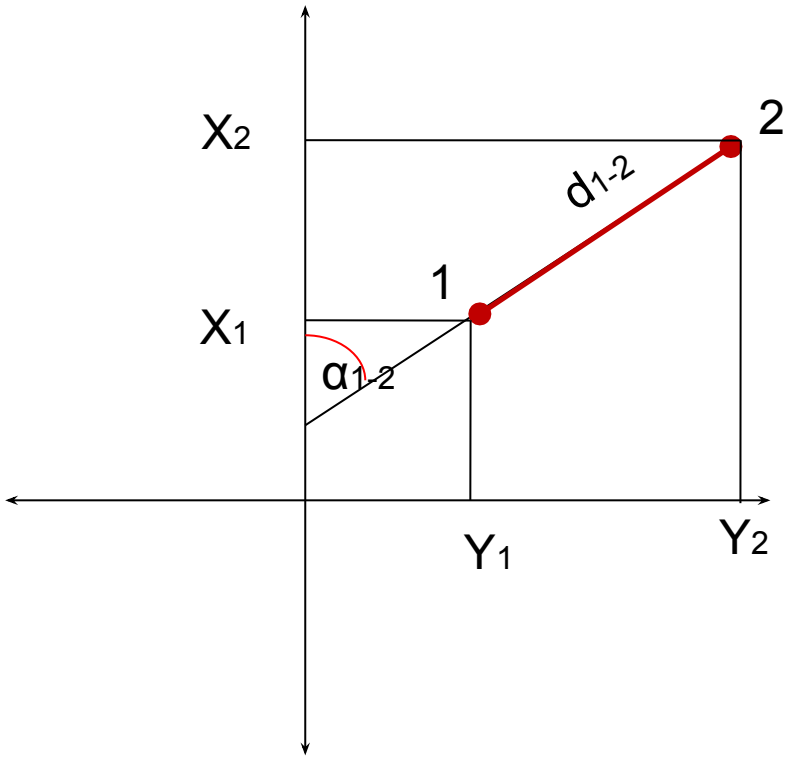
ПРЯМАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА.

Даны координаты первой точки (X_1 и $У_1$), горизонтальное расстояние от первой до второй точки d_{1-2} и дирекционный угол α_{1-2} линии 1- 2.
Требуется определить координаты точки 2 (X_2 и $У_2$).



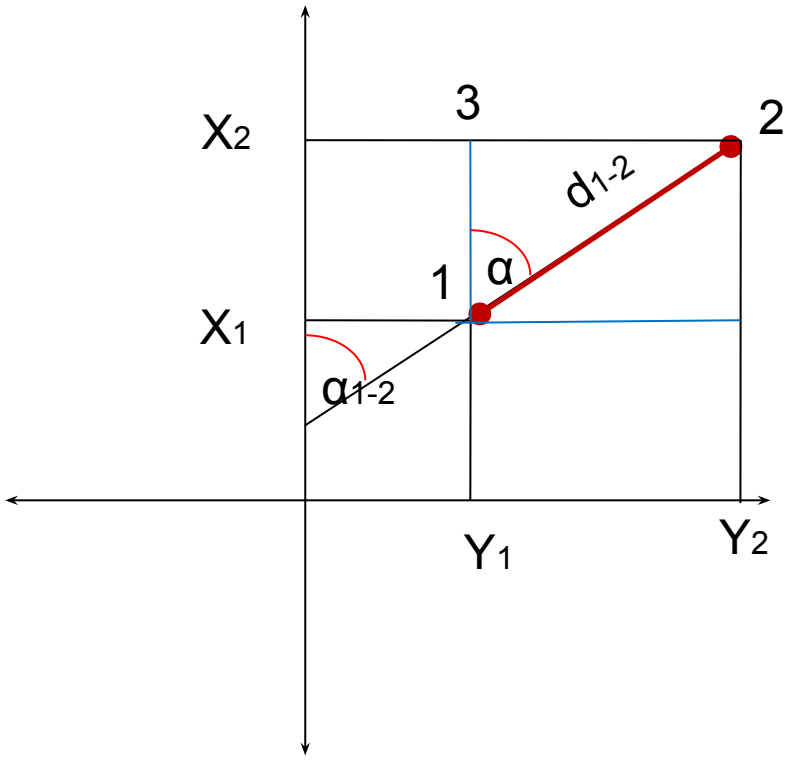
ПРЯМАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА.

Из точки 1 опускаем перпендикуляры на линии, начинающиеся в точке 2.



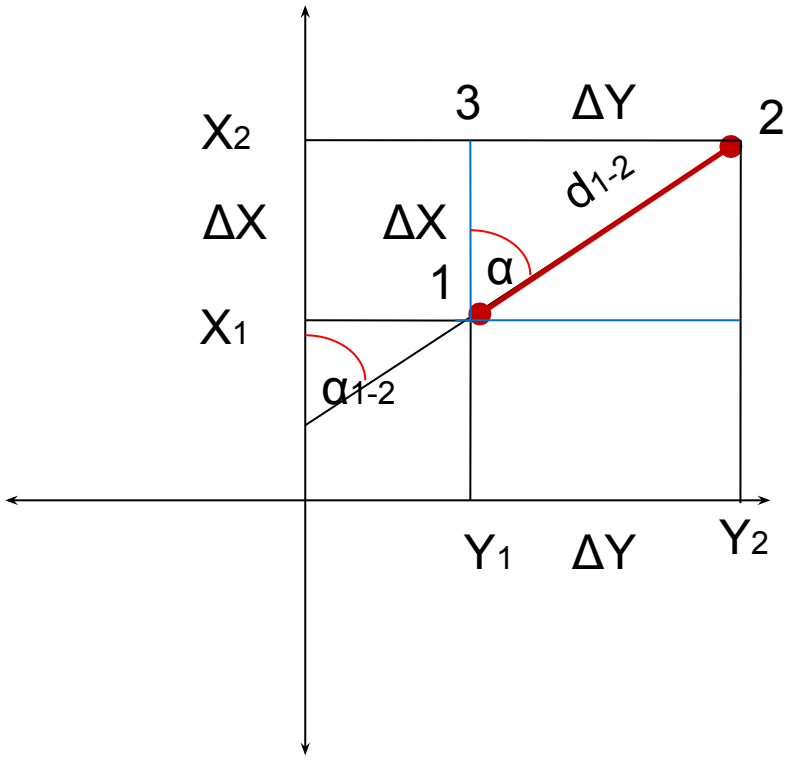
ПРЯМАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА.

Из треугольника 1-2-3 находим приращения координат ΔX и ΔY.



ПРЯМАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА.

$\Delta X = d_{1\text{-}2} \cdot \cos \alpha_{1\text{-}2}$; $\Delta Y = d_{1\text{-}2} \cdot \sin \alpha_{1\text{-}2}$

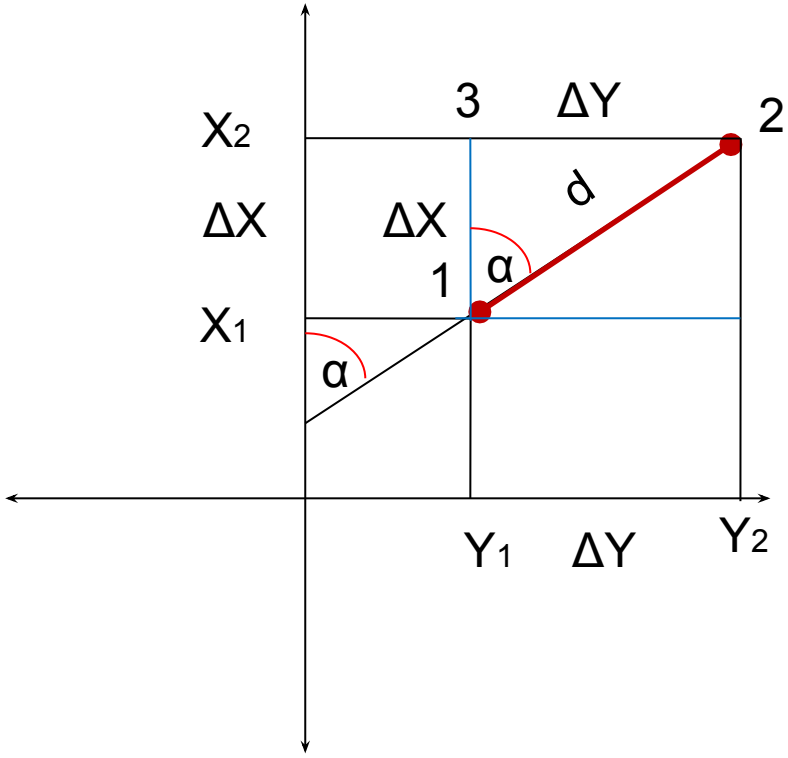


ПРЯМАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА.

Координаты точки 2 находим по формулам:

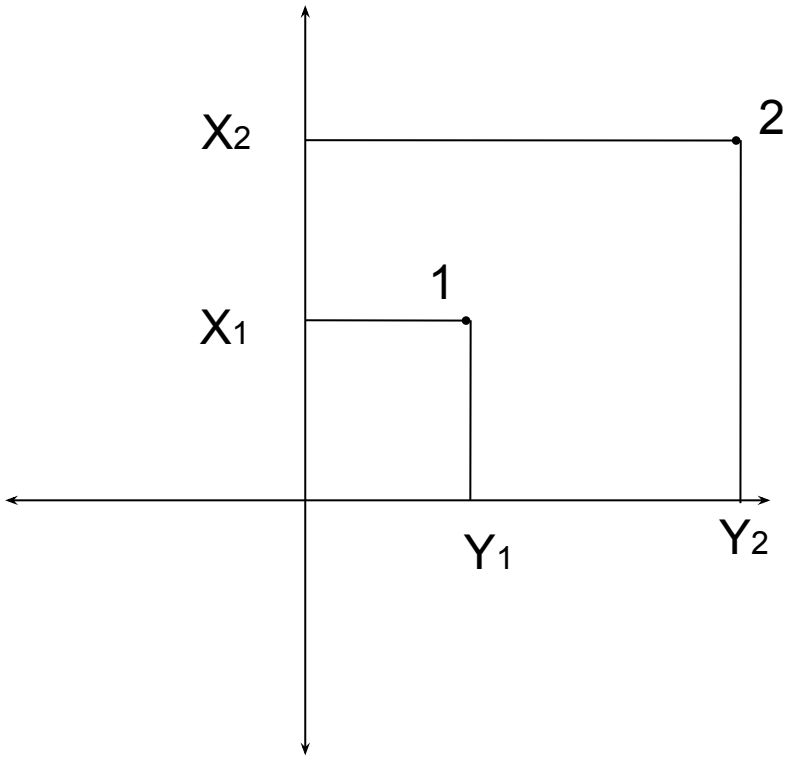
$X_2 = X_1 + \Delta X$

$Y_2 = Y_1 + \Delta Y$



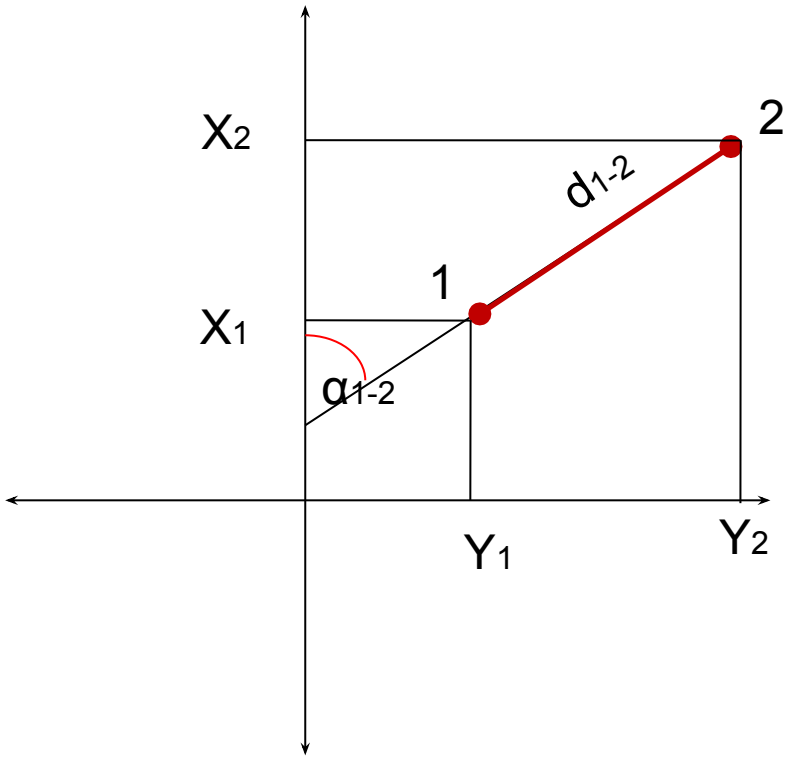
ОБРАТНАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА.

Даны координаты точки 1 (X_1 и Y_1) и координаты точки 2 (X_2 и Y_2). Требуется определить дирекционный угол α_{1-2} и горизонтальное проложение d_{1-2} .



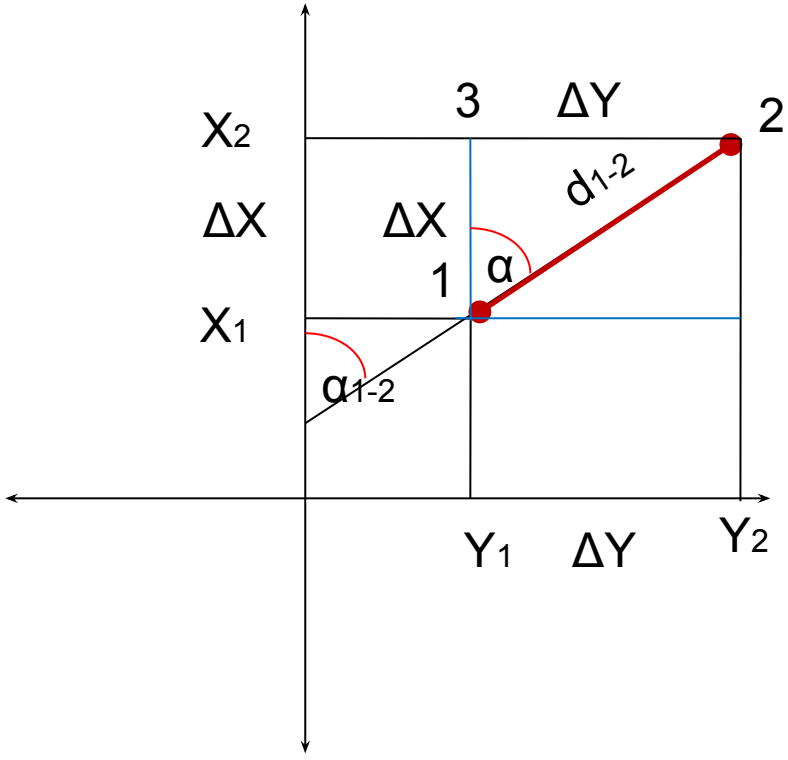
ОБРАТНАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА.

Определяем приращения координат $\Delta X = X_2 - X_1$; $\Delta Y = Y_2 - Y_1$

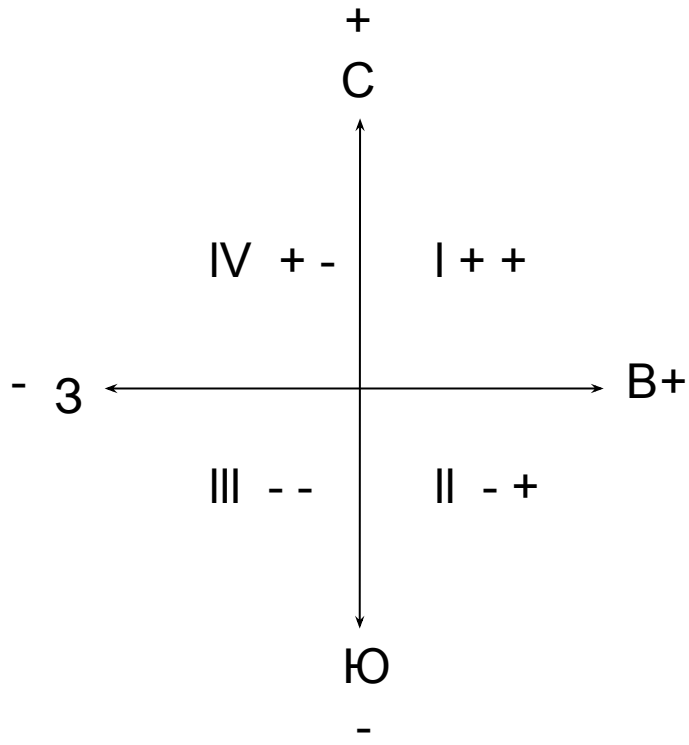


ОБРАТНАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА.

Из треугольника 1-2-3 находим $tg\alpha_{1\text{-}2} = \Delta Y / \Delta X$. При определении значения дирекционного угла необходимо помнить, что беря функцию тангенса мы получаем значение румба.



Для того чтобы определить значение дирекционного угла надо знать знаки приращения координат. Например: $\Delta X = 58.7$; $\Delta Y = -74.2$.
$tg\ \alpha = -74.2/\ 58.7 = -1.264$; $r = 51.6523° = 51°\ 39'14"$, Для того чтобы перевести значения минут и секунд из десятичной системы в градусы умножаем их значения на 0.6. Знаки приращения координат по четвертям показаны на рисунке.



Таким образом согласно знакам приращений координат наш угол попадает в lV четверть, т.е. r = СЗ 51°39'14". Из формул соотношений дирекционных углов и румбов, определяем, что

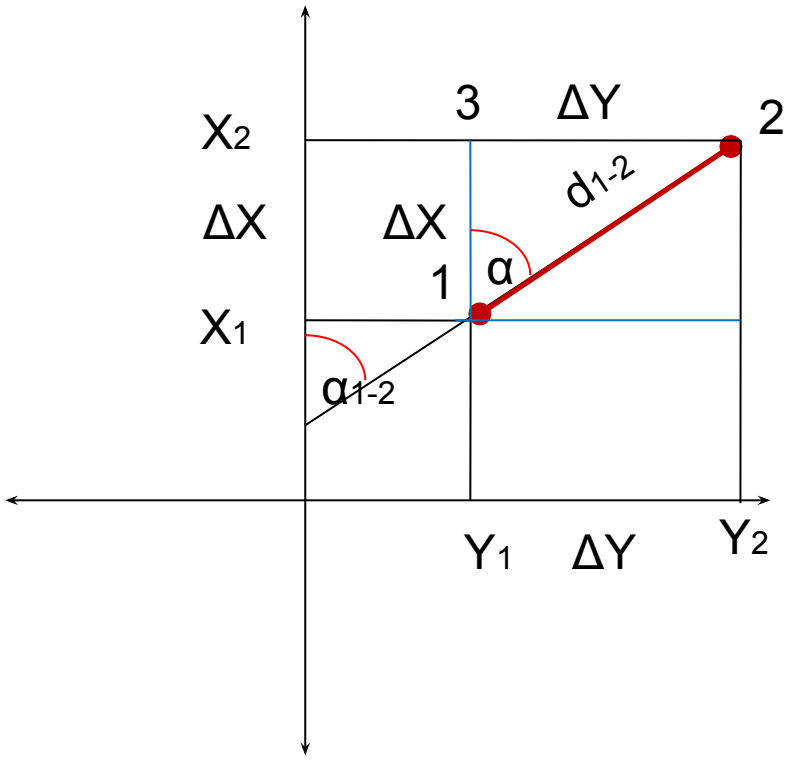
$\alpha = 360° - r = 360° - 51°39'14" = 308°\ 20'\ 46"$

ОБРАТНАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА.

$\alpha = 360° - r = 360° - 51°39'14'' = 308° 20' 46''$

$d_{1-2} = \Delta X / \cos \alpha_{1-2};$

$d_{1-2} = \Delta Y / \sin \alpha_{1-2}$

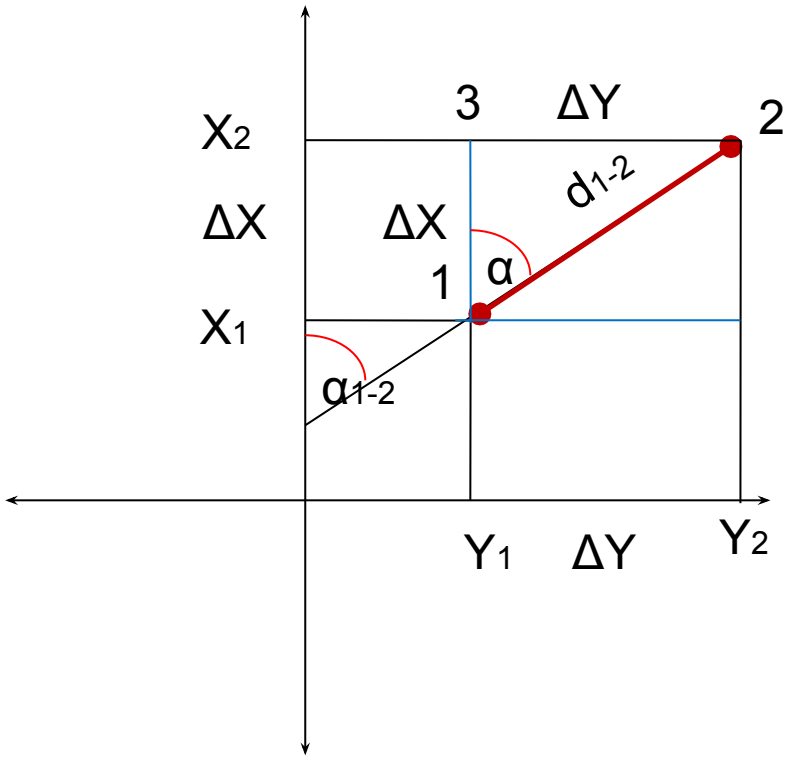


ОБРАТНАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА.

$\alpha = 360° - r = 360° - 51°39'14'' = 308° 20' 46''$

$d_{1-2} = \Delta X / \cos \alpha_{1-2};$

$d_{1-2} = \Delta Y / \sin \alpha_{1-2}$



ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ СЕТЬ.

Координатная основа Российской Федерации реализована в виде государственной геодезической сети, закрепляющей систему координат на территории РФ. Система координат называется геодезической или референцной. За отсчетную поверхность принят ориентированный в теле земли эллипсоид Красовского.

Государственная геодезическая сеть включает в себя геодезические построения различных классов точности:

1. Фундаментальная астрономо-геодезическая сеть (ФАГС)
2. Высокоточная геодезическая сеть (ВГС)
3. Спутниковая геодезическая сеть 1 класса (СГС – 1).

В 2002 году постановлением Правительства РФ на территории России введена Единая государственная система геодезических координат 1995 года (СК-95).

ПЛАНОВЫЕ И ВЫСОТНЫЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ СЕТИ.

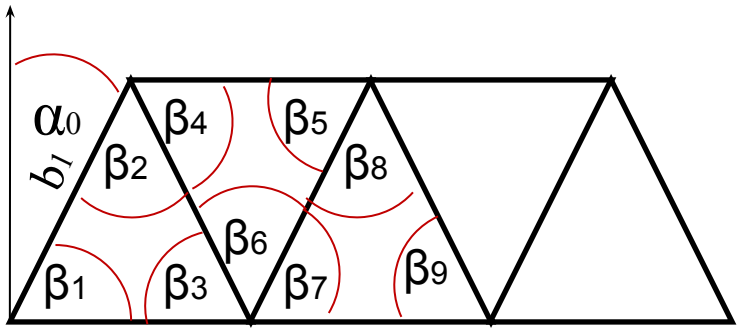
Опорным пунктом называется закрепленная на местности точка, координаты которой известны из геодезических измерений с достаточной точностью.

Совокупность опорных пунктов равномерно расположенных по всей территории и служащих основой для съемок, называется опорной сетью.

Различаются плановые геодезические сети , в которых для каждого пункта определены прямоугольные координаты X, Y в общегосударственной системе координат, и высотные, в которых высоты пунктов (H) определяются в Балтийской системе высот.

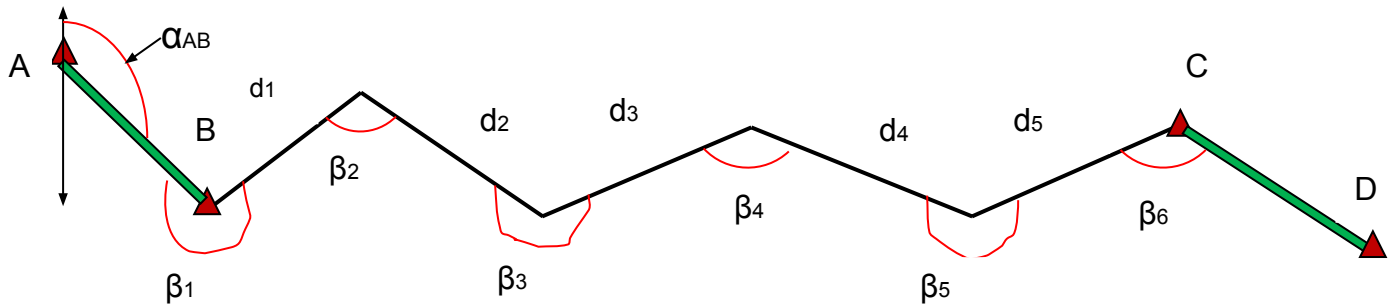
Плановые геодезические сети создаются методами триангуляции, трилатерации и полигонометрии, а также их комбинациями.

Метод триангуляции основан на измерение всех углов треугольника и одной из сторон. Остальные стороны находятся по тригонометрическим формулам. Измеренная сторона называется базисом. Зная дирекционный угол α_0 базисной стороны b_1, а также координаты одной из вершин X_A, Y_A, вычисляются координаты всех точек сети.



Метод трилатерации сводится к построению на местности смежных треугольников и геодезических четырехугольников с измерением в каждом из них всех сторон и диагоналей. Углы получают путем тригонометрических вычислений.

В районах где видимость ограничена (например лесной массив) и создание видимых опорных пунктов связано с большими затратами, используется метод полигонометрии. Он сводится к построению на местности ломаной линии с углами близкими 180 градусов. При применении полигонометрических сетей замеряют все стороны -d_1, d_2, d_3,…… dn., и углы поворотов β_1, β_2,β_3…… βn.



По исходным сторонам и углам, имея координату исходной точки А и дирекционный угол исходного направления АВ вычисляют координаты вершин полигонов, которые являются опорными пунктами, закрепленные на местности строительством постоянных сооружений.

Плановая геодезическая сеть делится на четыре класса, где каждый последующий класс опирается на точки более высокого класса.

Государственные геодезические сети 1 класса являются наиболее точными.

Пункты 1 класса располагаются на значительном (20 км. и более) расстоянии друг от друга. Координаты точек вычисляются от одного начала, создавая тем самым единую систему координат, которая позволяет производить геодезические работы на различных участках территории.

На основе пунктов 1 класса развивают последовательно системы пунктов более низкого класса 2 , 3, 4, вычисляя их координаты от пунктов более высокого класса.

Помимо геодезических сетей 1-4 класса используются сети сгущения 1 и 2 разрядов, а также геодезические съемочные сети.

Государственные геодезические сети дополняются сетями сгущения 1 и 2 разрядов и съемочными сетями до тех пор, пока их густота не станет достаточной для съемок ситуации и рельефа местности.

Геодезические сети, используемые для обеспечения топографических съемок, называются съемочным обоснованием. В это понятие включаются съемочные сети и сети более высокого порядка, расположенные на участке съемки.

Государственная нивелирная сеть так же делится на 4 класса. Нивелирная сеть 1 и 2 класса служит главной высотной основой, посредством которой устанавливается единая система высот на всей территории страны.

Нивелирование 1 класса выполняется с наивысшей точностью.

Невязки в полигонах или нивелирных ходах последующих классов допускают не более ±5мм.√L для 2 класса, ± 10мм. √L для 3 класса и ± 20мм. √L для 4 класса. L – длина нивелирного хода в километрах.

Нивелирные сети 3 и 4 классов служат для развития высотных сетей и решения инженерных задач.

Высотные сети сгущения создаются методом нивелирования lV класса или техническим нивелированием. Невязки в ходах и полигонах технического нивелирования не должны превышать ±50мм. √L.

ЗАКРЕПЛЕНИЕ ПУНКТОВ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЕТЕЙ.

В городах с многоэтажной застройкой пункты триангуляции устанавливают на крышах высотных зданий. Такая надстройка представляет собой столик для прибора в виде кирпичного или бетонного столба и визирный цилиндр или металлический сигнал, устанавливаемый над столиком.

Пункты высотной геодезической сети закрепляются специальными знаками – стенными реперами и марками, грунтовыми реперами. Отметка стенного репера относится к полочке, на которую устанавливается рейка при привязке к реперу.

При отсутствии фундаментальных зданий закладываются грунтовые реперы, в виде отрезка трубы или рейсы заделываемых в бетонные монолиты. В верхний конец трубы закладывают марки со сферической головкой. При нивелировании определяют верхнюю точку сферической головки. Пункты съемочных геодезических сетей закрепляются, в основном временными знаками: деревянными столбами и кольями, отрезками металлических труб и т.д. Координаты всех пунктов плановой геодезической сети, а также отметки пунктов высотной геодезической сети заносятся в специальные каталоги, в которых кроме названия пунктов дается описание их месторасположения.

Геодезические пункты, предназначенные для выполнения съемочных и инженерно – геодезических работ, обычно являются одновременно пунктами планового и высотного обоснования.

После создания геодезической сети производится съемка подробностей ситуации и рельефа. В зависимости от применяемых инструментов и методов различают несколько видов съемок подробностей.

Теодолитная съемка выполняется теодолитом и мерной лентой. При этом измеряются только расстояния и горизонтальные углы. Расстояния можно измерять дальномерами соответствующей точности.

Тахеометрическая съемка сочетает в себе, контурную и вертикальную. Производится теодолитом, снабженным вертикальным кругом и дальномером. Превышения измеряются тригонометрическим нивелированием, путем измерения угла наклона с помощью вертикального круга. Она позволяет отображать на плане не только горизонтальную ситуацию, но и рельеф.

Мензульная съемка производится с помощью мензулы и кипрегеля, инструментов позволяющих непосредственно в поле получать план местности с изображением рельефа.

Аэрофотосъемка, это съемка специальным фотоаппаратом, установленном на самолете. Она ведется, в сочетании с геодезическими работами, необходимыми для привязки снимков к местности, в плановом и высотном отношениях.

Контрольные вопросы к лекции.

1. Назовите системы координат применяемые в геодезии.
2. Что такое геодезическая широта?
3. Что такое геодезическая долгота?
4. Дайте определение термину геодезическая высота.
5. Почему система высот называется Балтийской?
6. На какую величину (в среднем) различаются геодезическая и астрономическая системы координат?
7. Какие искажения возникают при переносе земной поверхности с эллипсоида на плоскость?
8. Как различаются проекции по характеру искажений?
9. На чем основана проекция Гаусса – Крюгера?
10. Что такое осевой меридиан?
11. Как нумеруются зоны в проекции Гаусса – Крюгера?
12. Как меняются искажение длин сторон и площадей в проекции Гаусса – Крюгера?
13. В каких случаях применяется плоская Декартовая система координат?
14. Как влияет кривизна земли на искажение длин линий и значения абсолютных отметок в плоской системе координат?
15. Для чего применяется местная система координат?
16. В чем смысл прямой геодезической задачи ?
17. Что определяется при решении обратной геодезической задачи ?
18. Что такое государственная геодезическая сеть ?

19. Что такое опорная геодезическая сеть ?
20. Какие методы используются при создании плановых геодезических сетей ?
21. На сколько классов делятся Государственные геодезические сети ?
22. На сколько классов делятся нивелирные сети ?
23. Для чего создаются сети сгущения и геодезические съемочные сети ?
24. Как закрепляются пункты геодезической сети ?
25. Как закрепляются пункты нивелирной сети ?
26. Перечислите виды геодезических съемок ?

Список литературы

1. Громада Э.К. Топографическая карта. Решение задач по карте при проектировании зданий и сооружений. Учебно-методическое пособие. Издательство: ПГУАС, г. Пенза, 2006с. – 80с
2. Маслов А.В. Геодезия / А.В.Маслов, А.В.Гордеев, Ю.Г.Батраков.- М. : КоллосС, 2008.- 598 с.
3. Неумывакин Ю.К. Практикум по геодезии / Ю.К.Неумывакин.- М.: КолосС, 2008.- 318 с.
4. Хаметов Т. И. Практикум по инженерной геодезии: учебное пособие. Издание 2 / Т.И. Хаметов, Э.К.Громада, Г.Г. Харькова, Е.П.Тюкленкова.- Пенза: ПГАСА, 2003.-241с.