

ФГБОУ ВО «ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПО ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВУ»

КАФЕДРА ГЕОДЕЗИИ И ГЕОИНФОРМАТИКИ



ОСНОВЫ ГЕОДЕЗИИ

ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ. ТОПОГРАФИЯ. РАБОТА С КАРТОЙ. ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ.
АВТОМАТИЗАЦИЯ ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ



АВТОР: К.Т.Н., ДОЦ. А.И. ДАНИЛОВИЧ

СОДЕРЖАНИЕ

- 1. Основные понятия**
2. Основные параметры систем координат
- 3. Общие понятия о системах координат**
4. Система геодезических координат
- 5. Общие понятия о системе высот**
6. Понятие карты, плана, профиля
- 7. Изображение рельефа на топографических картах и планах**
8. Масштаб. Точность масштаба. Картометрические работы
- 9. Ориентирование линий**
10. Передача дирекционных углов
- 11. Определение прямоугольных координат точек на плане (карте)**
12. Вопросы для самоконтроля



ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

- **Геодезия** – область отношений, возникающих в процессе научной, образовательной, производственной и иной деятельности по определению фигуры, гравитационного поля Земли, координат и высот точек земной поверхности и пространственных объектов, а также изменений во времени указанных координат и высот.
- **Топография** (от греч. *topos* – местность и *grapho* – пишу) – раздел геодезии, изучающий земную поверхность и размещенные на ней объекты в геометрическом отношении, с целью изображения их на топографических картах, планах и профилях. Главная задача топографии – создание топографических карт и планов.
- **Топографическая съемка** – комплекс (совокупность) полевых измерений на местности и камеральных работ для создания топографических планов земной поверхности в заданном масштабе.



ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

- Под фигурой Земли понимают форму ее поверхности на суше и невозмущенную волнениями поверхность океанов и морей.
- Физическая поверхность Земли на суше имеет сложнейшую геометрическую форму → **проблема для изучения.**
- Водная поверхность Мирового океана в спокойном состоянии называется уровенной поверхностью, т. е. поверхностью, которая в каждой точке перпендикулярна направлению действия силы тяжести = **поверхность геоида** → невозможно описать математическими формулами.
- Для научного и практического использования выбрано простое математическое приближение (аппроксимация) фигуры Земли — земной эллипсоид, или эллипсоид вращения.
- Эллипсоид, подходящий для всей Земли, называют **общеземным эллипсоидом**, а для территории отдельной страны или нескольких стран — **референц-эллипсоидом.**



ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ



Согласно Постановлению Правительства РФ от 24.11.2016 N 1240 «Об установлении государственных систем координат, государственной системы высот и государственной гравиметрической системы» с **1 января 2021 года** для использования при осуществлении геодезических и картографических работ применяется геодезическая система координат 2011 года (**ГСК-2011**), устанавливаемая и распространяемая с использованием **государственной геодезической сети**.

Для использования в целях геодезического обеспечения орбитальных полетов, решения навигационных задач и выполнения геодезических и картографических работ в интересах обороны применяется общеземная геоцентрическая система координат «Параметры Земли 1990 года» (ПЗ-90.11), устанавливаемая и распространяемая с использованием **космической геодезической сети и государственной геодезической сети**.

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ СИСТЕМ КООРДИНАТ

Постановление Правительства РФ от 28 июля 2000 г. № 568 утрачивает силу с 1 января 2021 г

Параметр	Обозначение	Единица Измерения	Значение
I. Геодезическая система координат 1995 года (СК-95)			
Большая полуось	a	М	6378245
Сжатие	α	-	1:298,3
Началом системы координат является центр масс Земли. В качестве отсчетного эллипсоида принят общеземной эллипсоид, ось вращения которого совпадает с осью Z геодезической системы координат (СК-95) – эллипсоид Красовского			
II. Общеземная геоцентрическая система координат «Параметры Земли 1990 года» (ПЗ-90)			
Большая полуось	a	м	6378 136
Сжатие	α	-	1:298,257839
Началом системы координат является центр масс Земли. В качестве отсчетного эллипсоида принят общеземной эллипсоид, ось вращения которого совпадает с осью Z системы координат «Параметры Земли 1990 года» (ПЗ-90)			

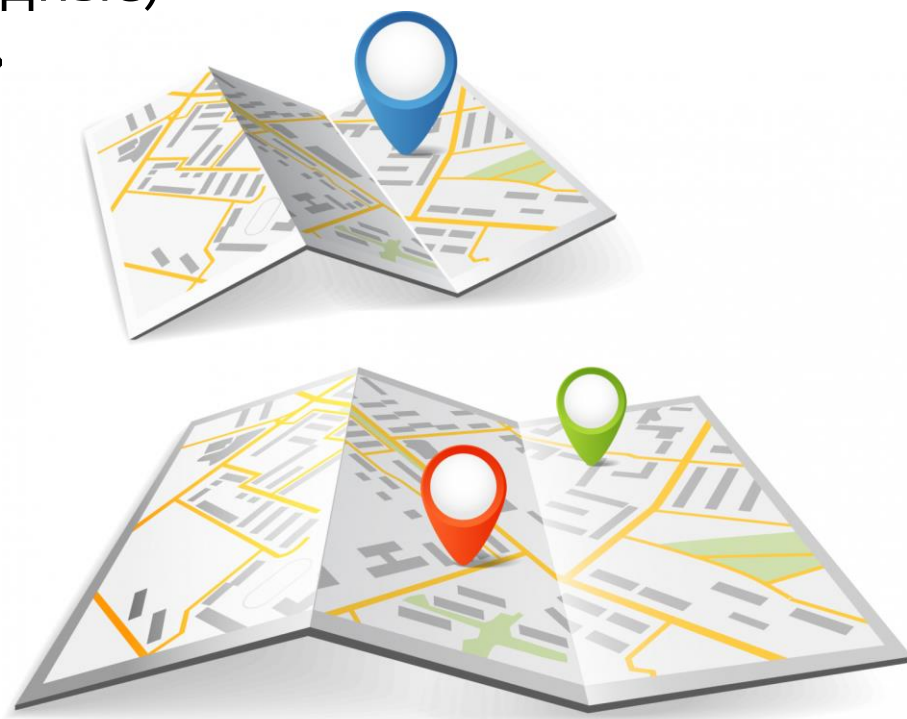
ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ СИСТЕМ КООРДИНАТ

Постановление Правительства РФ от 24.11.2016 № 1240 в части смены единой государственной системы координат вступает силу с 1 января 2021 г

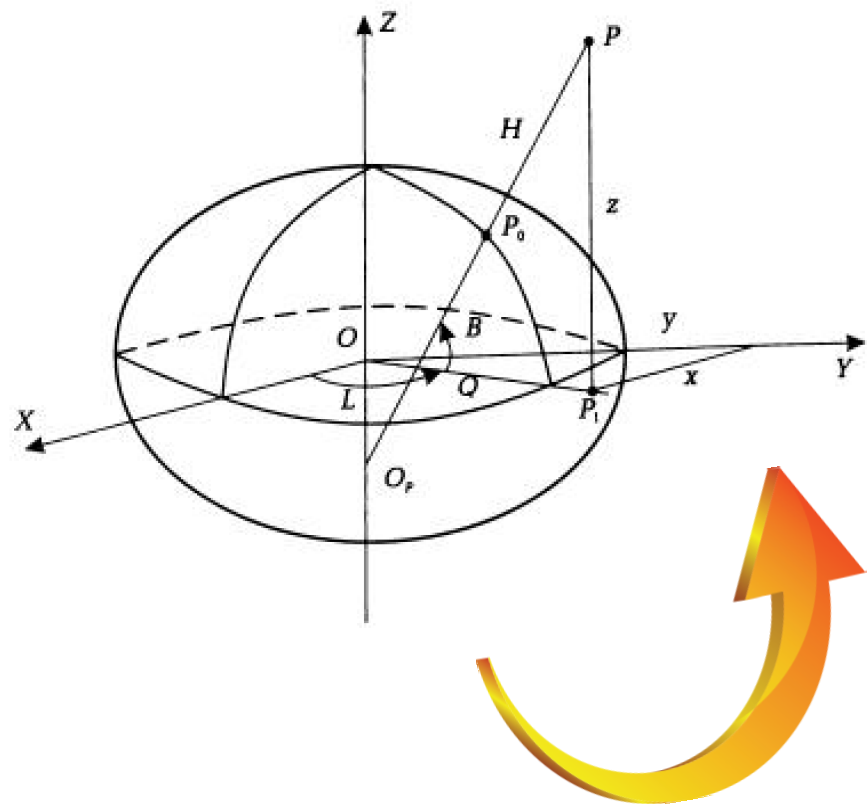
Параметр	Обозначение	Единица измерения	Значение
I. Геодезическая система координат 2011 года (ГСК-2011)			
Большая полуось	a	м	6378136,5
Сжатие	α	-	1/298,2564151
Началом системы координат является центр масс Земли. В качестве отсчетного эллипсоида принят общеземной эллипсоид, ось вращения которого совпадает с осью Z геодезической системы координат (ГСК-2011)			
II. Общеземная геоцентрическая система координат «Параметры Земли 1990 года» (ПЗ-90.11)			
Большая полуось	a	м	6378136
Сжатие	α	-	1/298,25784
Началом системы координат является центр масс Земли. В качестве отсчетного эллипсоида принят общеземной эллипсоид, ось вращения которого совпадает с осью Z системы координат «Параметры Земли 1990 года» (ПЗ-90.11)			

ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ О СИСТЕМАХ КООРДИНАТ

- **Координаты** – величины, определяющие положение любой точки на поверхности Земли или в пространстве относительно принятой системы координат.
- Система координат устанавливает начальные (исходные) точки поверхности или линии отсчета необходимы» величин – начало отсчета координат, единицы их измерения.
- В геодезии и топографии применяются следующие системы координат:
 - геодезических координат,
 - пространственных прямоугольных координат,
 - плоских прямоугольные координат,
 - полярных координат.

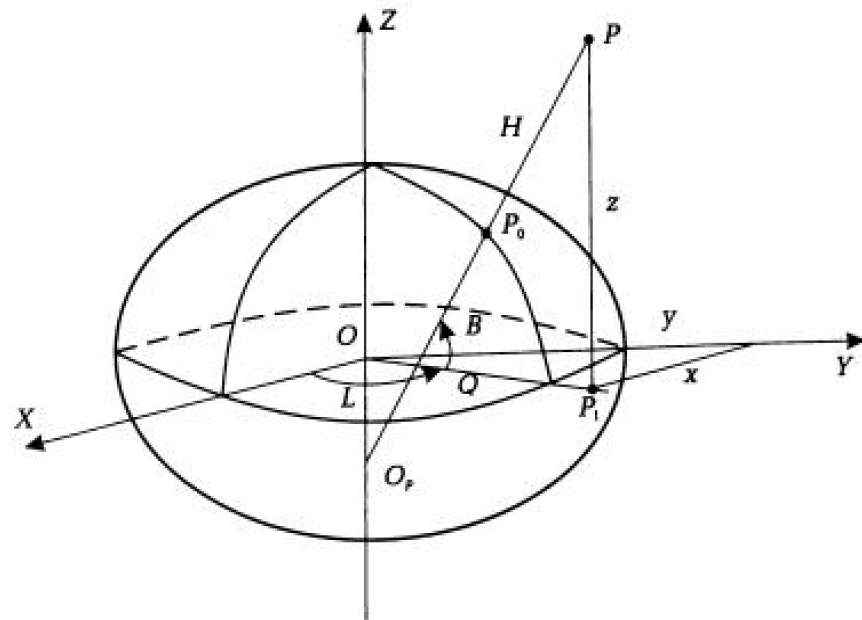


СИСТЕМА ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ КООРДИНАТ



- Геоцентрическая система координат:
- центр совмещают с центром масс Земли;
 - ось Z направляют по направлению оси суточного вращения Земли (в направлении к северному полюсу Земли),
 - ось X направляют в точку пересечения гринвичского меридиана с экватором,
 - ось Y направляют на восток → **правая система координат.**

СИСТЕМА ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ КООРДИНАТ



Точки земной поверхности проецируются на эллипсоид **по нормальям к его поверхности**.

Геодезическая широта (B) точки P — это угол между нормалью к поверхности эллипсоида и плоскостью экватора. $0^\circ < B < 90^\circ$ (СШ, ЮШ).

Геодезическая долгота (L) точки P — это двугранный угол между плоскостями начального (гринвичского) геодезического меридиана и плоскостью геодезического меридиана, проходящего через данную точку $0^\circ < L < 180^\circ$ (ВД, ЗД).

Плоскость геодезического меридиана — плоскость, проходящая через нормаль к поверхности эллипсоида и малую полуось эллипсоида. Сечение этой плоскостью поверхности эллипсоида является геодезическим меридианом (линией равных долгот) на поверхности эллипсоида.

Геодезическая высота (H) точки P — есть отрезок нормали к поверхности эллипсоида ($PP_0 = H$).

СИСТЕМА ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ КООРДИНАТ

Закон отображения эллипсоидальной поверхности на плоскости:

$x=f(B,L); y=f(B,L)$, где x, y - плоские координаты изображаемой точки; B,L — эллипсоидальные координаты.

Картографическая проекция — отображение эллипсоида на плоскости, выполненное по определенному математическому правилу.

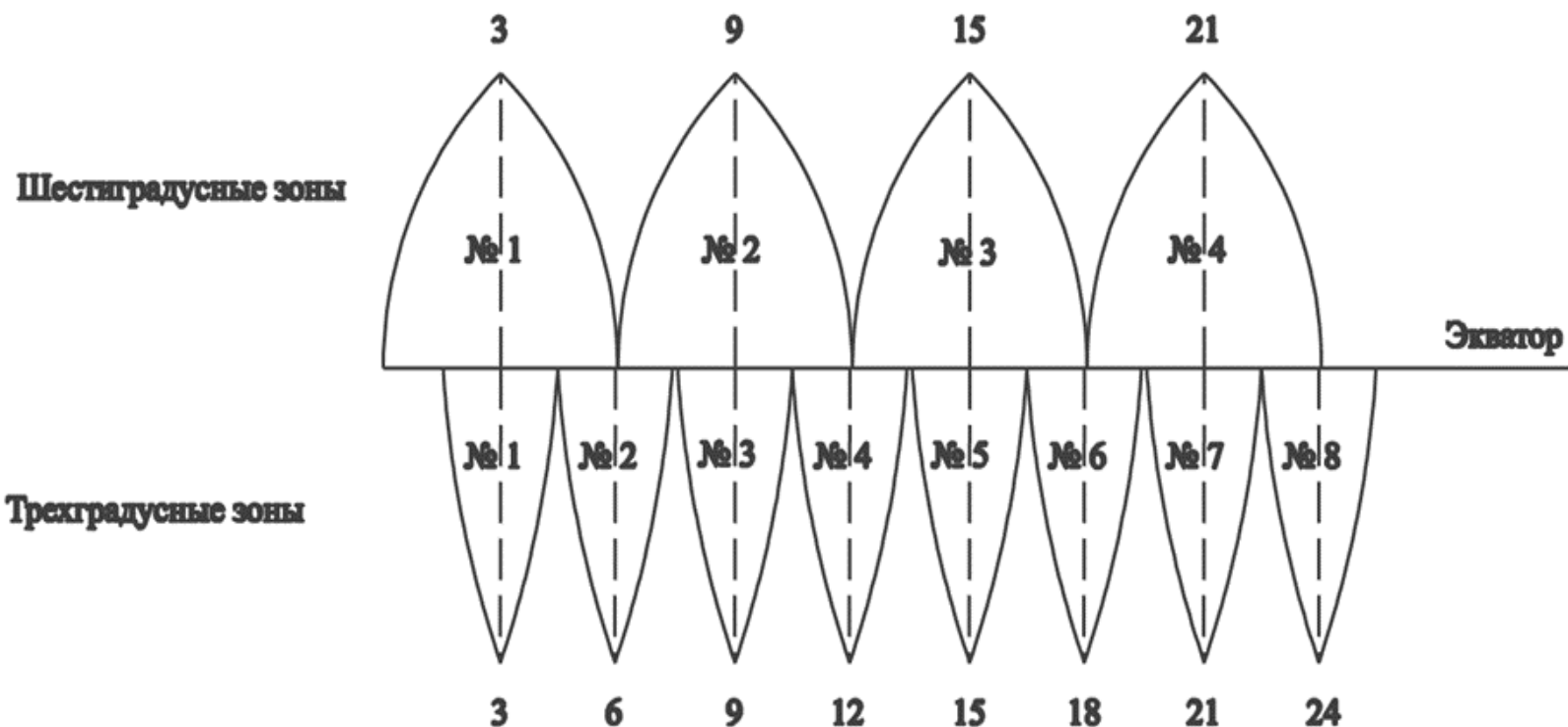
Поверхность эллипсоида разбивается меридианами на координатные зоны шириной 6° по долготе. Каждая из этих зон изображается на плоскости независимо от остальных, образуя самостоятельную систему координат. Осями абсцисс и ординат в каждой зоне служат изображения ее осевого меридиана и экватора. Крайним западным меридианом первой зоны является гринвичский меридиан и счет зон ведут **от Гринвича на восток**.

Осевой меридиан первой зоны имеет долготу от Гринвича $L_{01} = 3^\circ$, второй зоны — $L_{02} = 2 \times 6^\circ - 3^\circ = 9^\circ$, третьей зоны — $L_{03} = 3 \times 6^\circ - 3^\circ = 15^\circ$ и в общем виде можно записать: $L_{0n} = 6^\circ N - 3^\circ$, где N — номер координатной зоны. При производстве крупномасштабных топографических съемок, и в отдельных случаях, когда район работ находится на границе двух шестиградусных зон, применяются **трехградусные координатные зоны**, осевыми меридианами которых служат средние или крайние меридианы шестиградусных зон, имеющие долготы от Гринвича. Долгота осевого меридиана L_{0n} и номер трехградусной зоны n связаны между собой уравнением:

$$L_{0n} = 3^\circ n$$

СИСТЕМА ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ КООРДИНАТ

Взаимное положение шестиградусных и трехградусных зон



Ординаты (y) отсчитываются от изображения осевого меридиана в обе стороны и будут (-) для точек, лежащих в западной половине координатной зоны. Чтобы избежать отрицательных значений (y), к ним прибавляют 500 000 м и дописывают впереди номер зоны. Преобразованное значение (y) равно:

$$y = N \times 1\,000\,000 \text{ м} + 500\,000 \text{ м} + y$$

Пример: если точка находится в 7 координатной зоне и имеет ординату (y) = -94545,78 м, то преобразованная ордината будет равна:

$$y = 7\,000\,000 + 500\,000 - 94\,545,78 = 7\,405\,454,22 \text{ м.}$$

ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ О СИСТЕМЕ ВЫСОТ

Геодезическая высота H (высота точки над поверхностью эллипсоида) **непосредственно измерена быть не может**, поскольку направление нормали к поверхности земного эллипсоида неизвестно, как неизвестно и положение отсчетной линии на эллипсоиде.

Если точки расположены на одной уровенной поверхности (например, на поверхности замкнутого водоема), считают, что высоты этих точек одинаковы, т. к. **на уровенной поверхности потенциал силы тяжести — величина постоянная**. Мерой высоты или разности высот является **работа**, совершаемая силой тяжести или другой силой против действия силы тяжести при перемещении единичной массы из одной точки в другую, т. е. **разность потенциалов двух точек**.

В топографии уровенные поверхности считают **плоскими и параллельными друг другу** → значения «геометрических» и «физических» высот становятся равными.



Разность высот в геометрическом представлении определяется методом **геометрического нивелирования**. Разность потенциалов, или разность «физических» высот, получают по данным **геометрического нивелирования и измерениям силы тяжести**.

ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ О СИСТЕМЕ ВЫСОТ

Система нормальных высот не обладает свойством постоянства на уровенной поверхности → изменения высот уровенных поверхностей происходит только в направлении север — юг (в меридиане) и по величине незначительно (система нормальных высот может быть использована для работ средней точности).

- Исходный пункт нивелирной сети - репер, непосредственно связанный с уровнемерным постом, - нуль Кронштадтского футштока = **средний уровень Балтийского моря за период с 1825 по 1839 гг.**

Нормальная система высот (Балтийская система высот) используется на топографических, землеустроительных и других картах.

Нормальная нивелирная (гипсометрическая) высота H^T связана с геодезической высотой H следующим выражением:

$H = H^T + \zeta$, где ζ – аномалия высоты, т. н. высота квазигеоида.

Высота квазигеоида характеризует отклонения (аномалии) гравитационного поля Земли от его модельного значения (отличия реального поля от принятой математической модели гравитационного поля) → **высота квазигеоида** может быть получена по совокупности геодезических, астрономических и гравиметрических данных с помощью т. н. **астрономо-гравиметрического нивелирования**.

ПОНЯТИЕ КАРТЫ, ПЛАНА, ПРОФИЛЯ

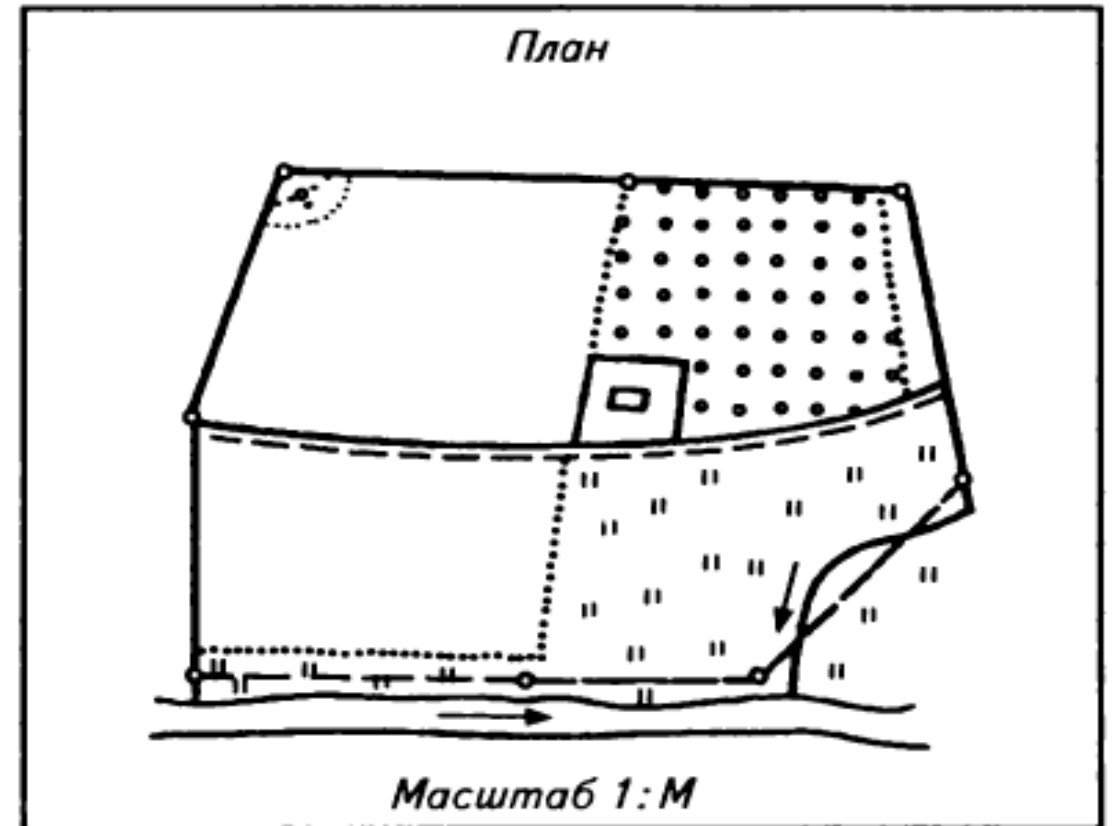
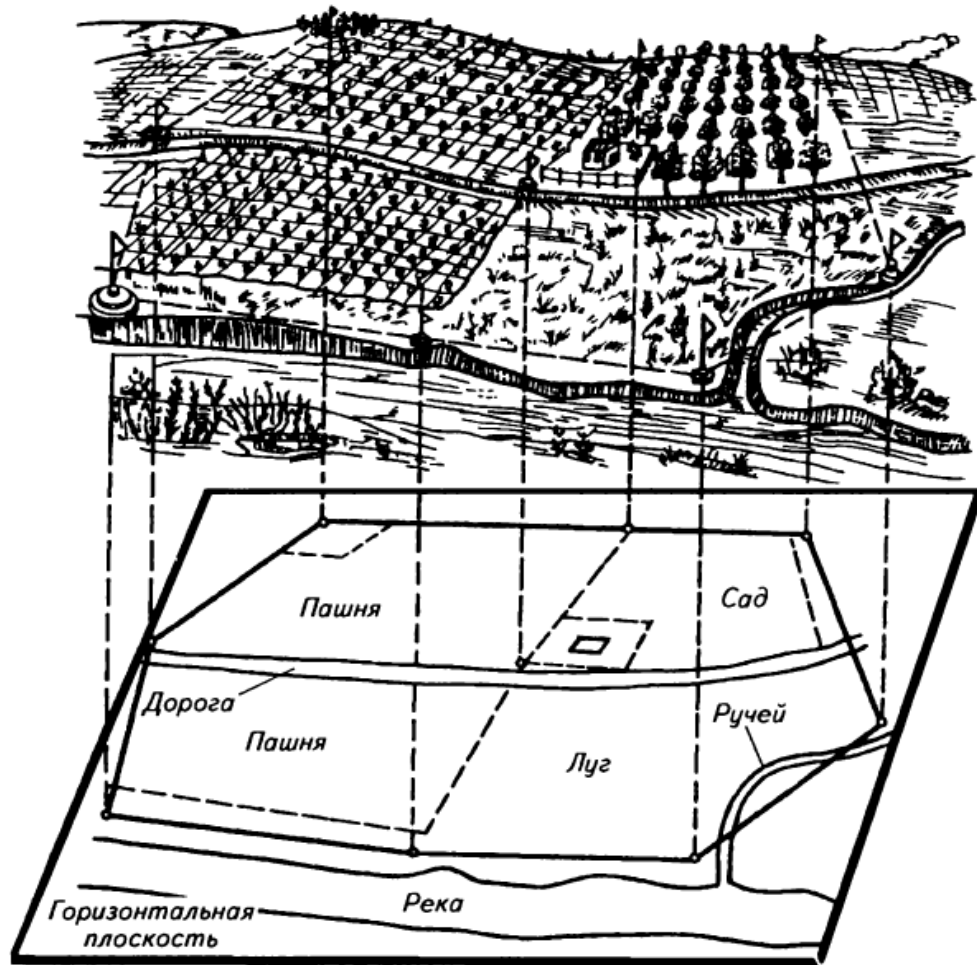
- **Карта** – уменьшенное, обобщенное, искаженное, построенное в картографической проекции изображение земной поверхности → сферическую поверхность Земли невозможно изобразить на бумаге без искажений → при построении карт пользуются различными картографическими проекциями (имеют искажения либо форм изображаемых объектов, либо соотношения их площадей, либо того и другого), в которых:
 - 1) по определенному математическому закону строят географическую сетку меридианов и параллелей,
 - 2) по ней наносят детали местности. Существует большое число картографических проекций, каждой из них свойственны.

Чем больше изображаемая на карте территория, тем с большими искажениями получают на карте объекты. Для построения **карты** точки и линии местности **проецируют нормальными на поверхность эллипсоида**, а затем поверхность эллипсоида по определенным математическим законам изображают на плоскости.

Для построения **плана** точки и линии местности **проецируют перпендикулярами (ортогонально) на горизонтальную плоскость** и полученное на ней **горизонтальное проложение участка земной поверхности** уменьшают в определенное число раз с сохранением **подобия фигур**, полученных на горизонтальной плоскости.

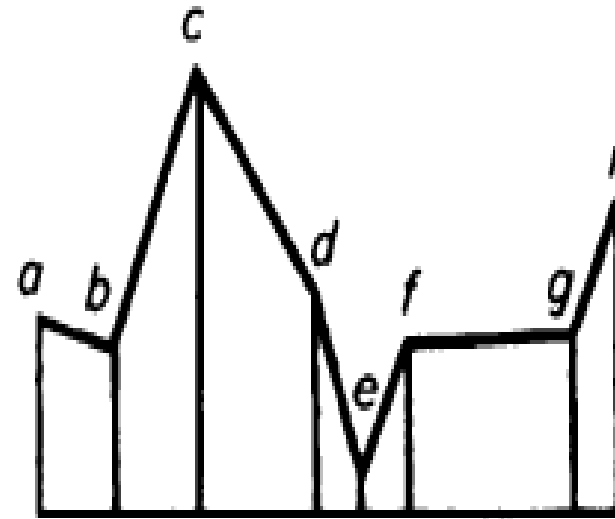
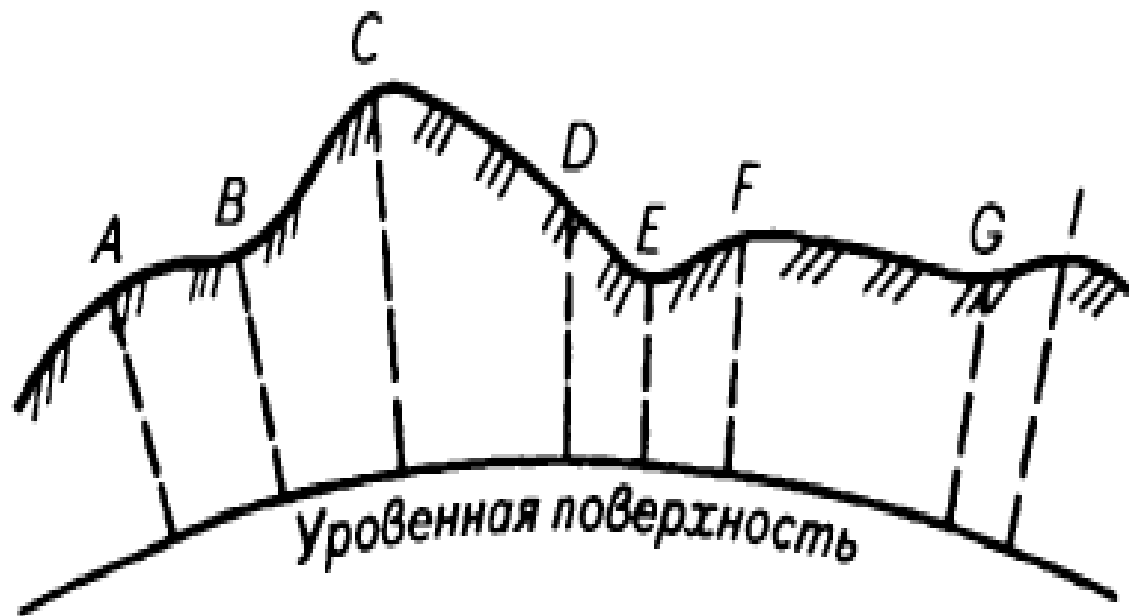
- **План** – уменьшенное, подобное изображение на плоскости горизонтального проложения участка земной поверхности → кривизна Земли вызывает большую разницу между горизонтальными проложениями линий местности и их проекциями на поверхность эллипсоида → план изображает земную поверхность с большими искажениями → не составляется на очень большую территорию.

ПОНЯТИЕ КАРТЫ, ПЛАНА, ПРОФИЛЯ



ПОНЯТИЕ КАРТЫ, ПЛАНА, ПРОФИЛЯ

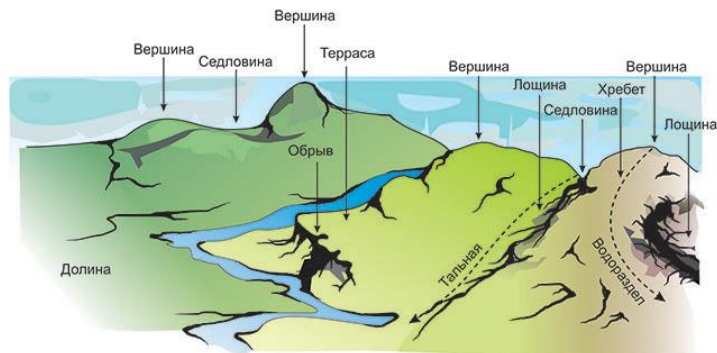
Профиль местности - уменьшенное изображение вертикального разреза земной поверхности. На рисунке представлены вертикальный разрез земной поверхности (а) и профиль местности (б)



ИЗОБРАЖЕНИЕ РЕЛЬЕФА НА ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТАХ И ПЛАНАХ

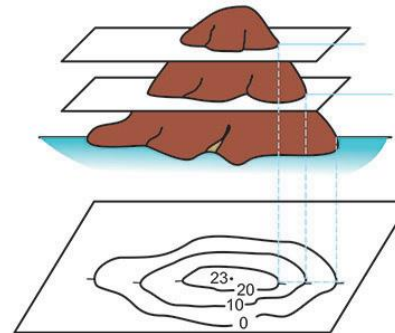
Рельеф местности и его изображение на топографических картах и планах

Основные формы рельефа местности и их изображение горизонталями

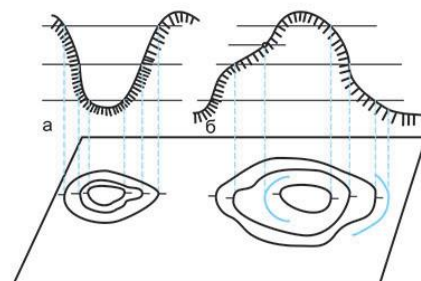


Рельеф местности и его изображение на топографических картах и планах

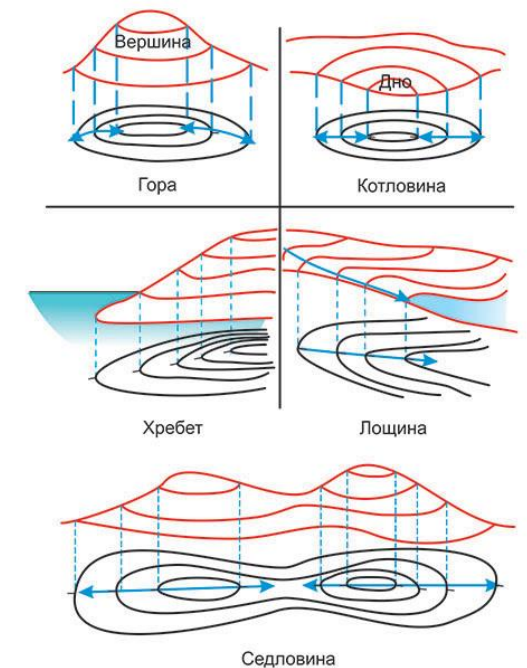
Изображение рельефа горизонталями



Изображение горизонтальных углубления (а) и возвышенности (б)



Изображение основных форм рельефа



ИЗОБРАЖЕНИЕ РЕЛЬЕФА НА ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТАХ И ПЛАНАХ

- **Гора** - куполообразная или конусообразная возвышенность земной поверхности, верхняя часть которой - **вершина** - находится часто на большой высоте над уровнем моря. Боковая поверхность горы называется **скатом или склоном**. Основание горы, являющееся линией перехода скатов в окружающую ровную поверхность, называется **подошвой** горы. Небольшую гору, высотой до 200 м называют **холмом**. Насыпной холм называют **курганом**.
- **Котловина** - замкнутое углубление земной поверхности конусообразной формы. Нижнюю часть котловины называют **дном**, боковую поверхность - **скатом**, линию перехода боковой поверхности в окружающую местность - **бровкой**. Небольшую котловину называют **ямой, воронкой** или **впадиной**.
- **Хребет** - вытянутая в одном направлении возвышенность с двумя противоположными скатами. Линию пересечения его скатов, проходящую по самым высоким точкам хребта, называют **водоразделом**, от которого вода и атмосферные осадки скатываются вниз по двум скатам.
- **Лощина** - вытянутое в одном направлении углубление с постоянно понижающимся дном. Сваты лощины называются ее **боками**. Линия, проходящая по самым низким точкам дна, по которой обычно стекает вода, называется **осью лощины**, водосливной линией или **водотоком**. Верхнюю границу скатов называют **бровкой** лощины.
- **Седловина** - пониженный участок водораздела между двумя возвышенностями и двумя лощинами, расходящимися от седловины в противоположные стороны.
- **Горизонтали** - след от пересечения физической поверхности Земли уровенной поверхностью (геометрическое место точек, высоты которых одинаковы) – линии равных высот. Чтобы отличить изображение котловины от изображения горы, на одной или нескольких горизонталях перпендикулярно им проводят штрихи - указатели в сторону понижения ската, или, как их еще называют, **скатштрихи** (бергштрихи).

МАСШТАБ. ТОЧНОСТЬ МАСШТАБА. КАРТОМЕТРИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Масштабом карты - отношение длины линии на карте к ее длине на поверхности относимости. В зависимости от картографической проекции изображения на карте в разных ее местах имеют различные по величине искажения → масштаб карты неодинаков.

Масштаб, выраженный числом **в виде простой дроби**, называется **численным**: числитель равен единице, а знаменатель — круглое число, например, $1/500$, $1/1000$ или $1:500$, $1:1000$.

Пример: масштаб **1:500** показывает, что изображение линии местности (горизонтального проложения) уменьшено на плане в 500 раз и одной единице длины на плане, карте или профиле соответствует на местности 500 таких единиц → **1 см** на плане, карте или профиле соответствует **500 см или 5 м** на местности.

Чем меньше знаменатель численного масштаба, тем масштаб крупнее, а масштаб с большим знаменателем считается мелким.

Крупные масштабы: $1:500$, $1:1000$, $1:2000$, $1:5000$.

Средние масштабы: $1:10\ 000$, $1:25\ 000$, $1:50\ 000$.

Мелкие масштабы: $1:100\ 000$, $1:200\ 000$, $1:500\ 000$, $1:1\ 000\ 000$ и мельче.



МАСШТАБ. ТОЧНОСТЬ МАСШТАБА. КАРТОМЕТРИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Основные элементы графического построения - точки-наколы иглы циркуля и линии.

Накол - кружок малого диаметра, который обусловлен физиологическими свойствами человеческого глаза: при рассматривании с расстояния 25 - 30 см двух рядом расположенных точек (наколов) они сливаются в одну, если расстояние между ними меньше **0,1 мм**. Это связано с критическим углом зрения человека, равным $1'$.

Величина 0,1 мм принята за **предельную графическую точность измерения по карте** = минимальная величина, которую можно видеть невооруженным глазом и ощущать при измерениях циркулем.



МАСШТАБ. ТОЧНОСТЬ МАСШТАБА. КАРТОМЕТРИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Мерой точности, наряду с величиной 0,1 мм, является соответствующее этой величине расстояние на местности, называемое **предельной точностью масштаба** - максимальная точность, с которой может быть определено расстояние по данному плану (карте).

Вследствие накопления неизбежных погрешностей в технологическом процессе изготовления плана (карты) **практическая точность результата измерения расстояний по планам (картам) значительно грубее** предельной графической точности и может достигать 1 мм.

Пример: предельная точность масштаба 1:5 000 равна 0,5 м (знаменатель численного масштаба нужно разделить на 10 000).

Знать величину точности масштаба необходимо **при выборе масштаба съемки** и при определении, какие объекты местности не следует снимать, т. к. они не изобразятся в данном масштабе.

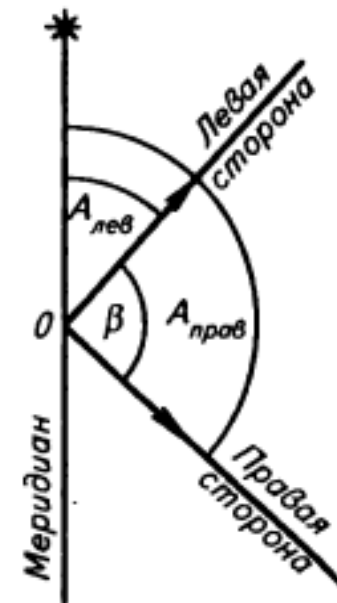
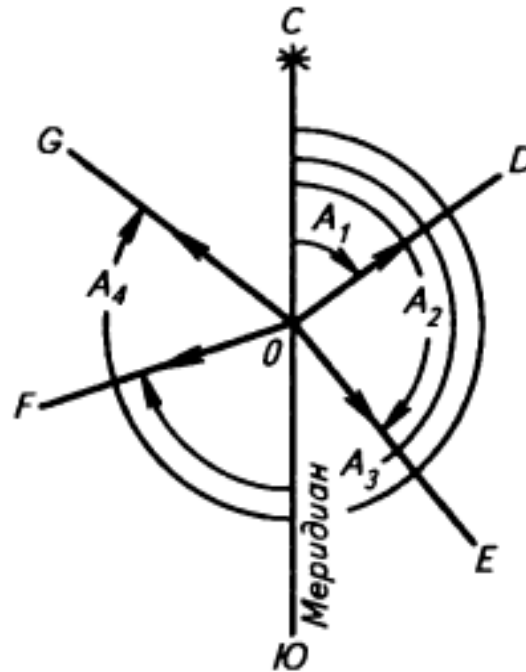
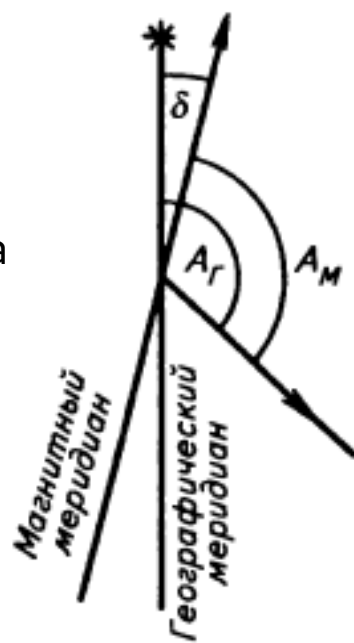
Пример: земельный участок размером 10х10 м на картах масштабов 1:50 000, 1:100 000 и 1:200 000 изобразится в виде точки, а при масштабах плана (карты) 1:5000, 1:10 000, 1:25 000, будет иметь размеры соответственно 2,0х2,0 мм, 1,0х 1,0 мм, 0,4х0,4 мм → **чем больше знаменатель численного масштаба, тем детальность плана меньше и, наоборот, чем меньше знаменатель численного масштаба, тем детальность больше.**

ОРИЕНТИРОВАНИЕ ЛИНИЙ

Ориентирование линий - определение их направлений относительно другого направления, принятого за исходное (от географического, магнитного меридианов и осевого меридиана зоны - оси абсцисс прямоугольной системы координат).

Горизонтальный угол, образованный направлениями географического и магнитного меридианов, называют **склонением магнитной стрелки δ** .

Склонение может быть восточным (+), когда северное направление магнитного меридиана отклоняется от направления географического меридиана к востоку, и западным (-) - в случае отклонения северного направления магнитного меридиана к западу.



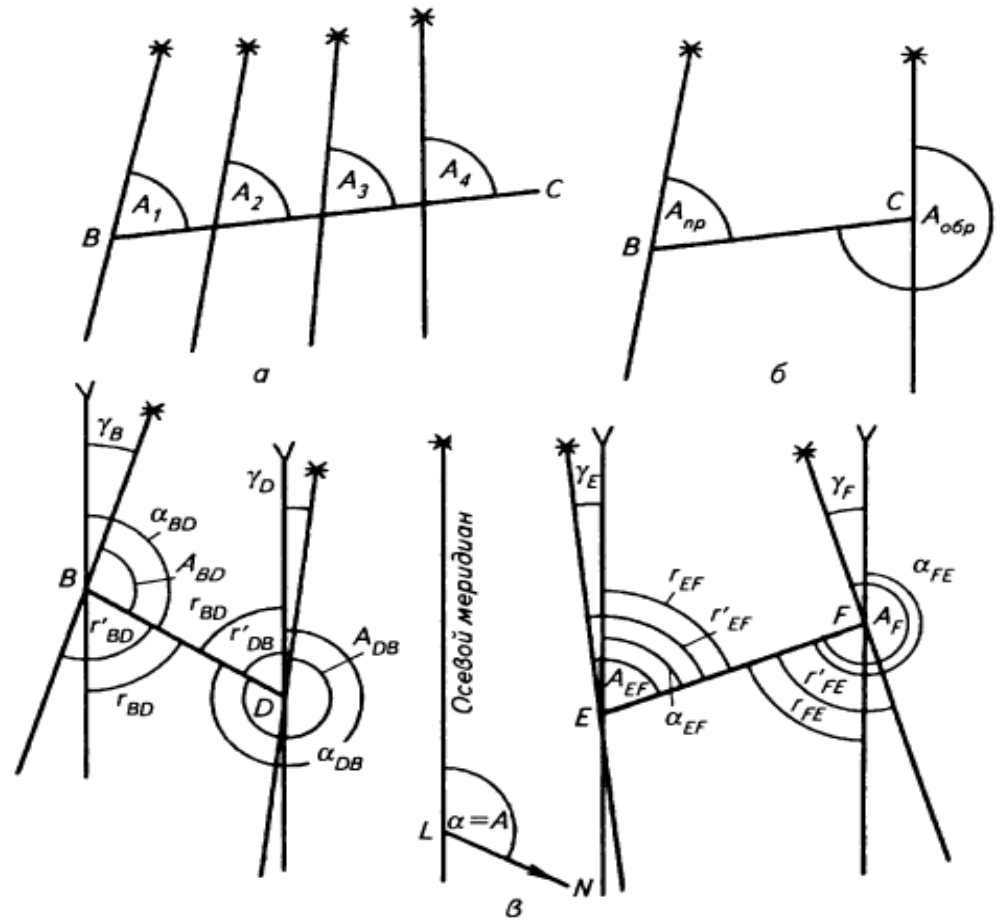
ОРИЕНТИРОВАНИЕ ЛИНИЙ

Азимут - горизонтальный угол, который отсчитывают от северного направления меридиана по ходу часовой стрелки до направления данной линии → если линию ориентируют относительно географического меридиана, то азимут называют *географическим* $A_{Г}$, если относительно магнитного меридиана, то *магнитным* $A_{М}$.

Разность между географическим и магнитным азимутами равна **склонению магнитной стрелки**, т. е. $\delta = A_{Г} - A_{М}$ (от 0 до 360°).

Горизонтальный угол β - разность азимуты правой и левой сторон: $\beta = A_{\text{прав.}} - A_{\text{лев.}}$

Для прямой линии на земной поверхности в разных ее точках азимут изменяется из-за непараллельности меридианов → прямой и обратный азимуты одной и той же линии различаются между собой не ровно на 180° .

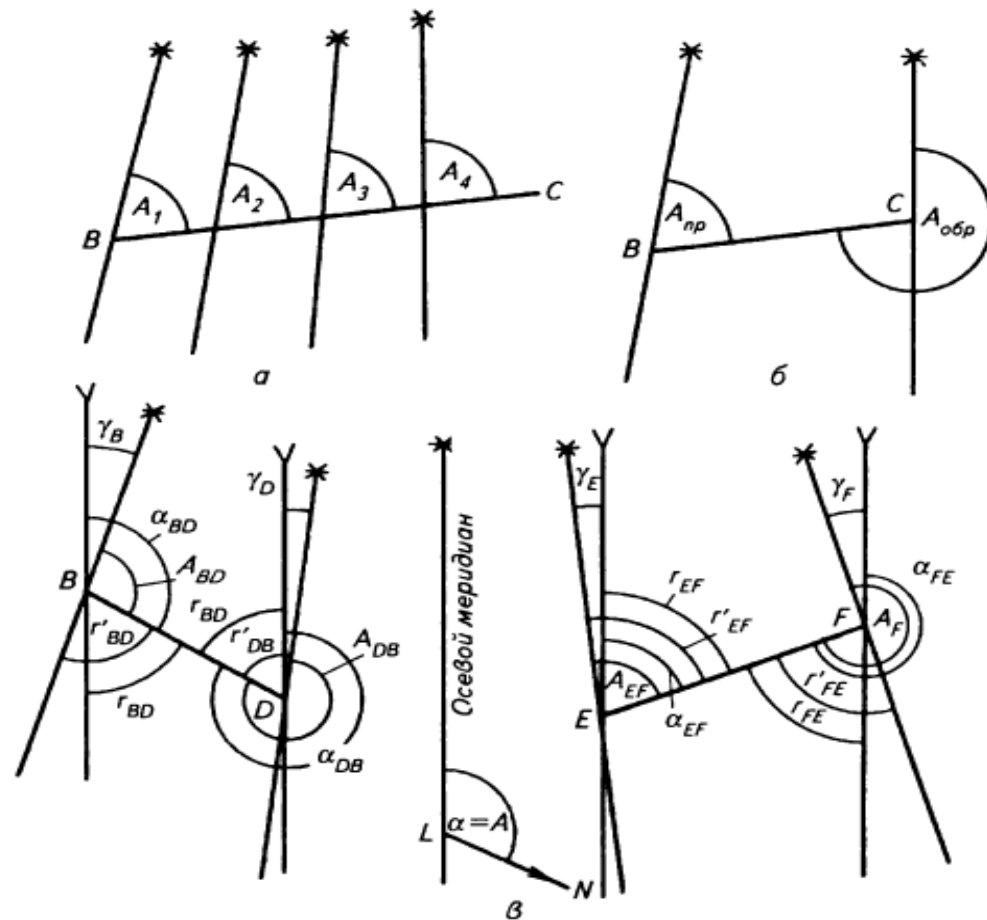


ОРИЕНТИРОВАНИЕ ЛИНИЙ

Дирекционный угол - угол, отсчитываемый от северного направления линии, параллельной осевому меридиану, по часовой стрелке до направления данной линии.

Дирекционные углы, как и азимуты, могут иметь значения от 0 до 360° , но они **не изменяются для прямой линии во всех ее точках**. Разность между азимутом A и дирекционным углом α называют **сближением меридианов** $\gamma = A_{\Gamma} - \alpha$.

Сближение меридианов - горизонтальный угол между направлением меридиана в данной точке и линией, параллельной осевому меридиану - положительное для точек местное, находящихся к востоку от осевого меридиана, и отрицательным — к западу от осевого меридиана. Зная азимут линии и сближение меридианов в данной точке, можно вычислить дирекционный угол этой линии.



Абсолютное значение сближения меридианов увеличивается с удалением от осевого меридиана и с увеличением широты местности.

ПЕРЕДАЧА ДИРЕКЦИОННЫХ УГЛОВ

Зависимость между дирекционным углом α_{AB} линии АВ и дирекционным углом α_{BC} линии ВС можно установить, если измерить горизонтальный угол между этими линиями в точке В. При геодезических измерениях угол β_{Π} в точке В называют *правым по ходу*, а угол $\beta_{\text{л}}$ — *левым по ходу*. $\alpha_{BA} = \alpha_{AB} + 180^\circ$

$$\alpha_{BC} = \alpha_{BA} - \beta_{\Pi}$$

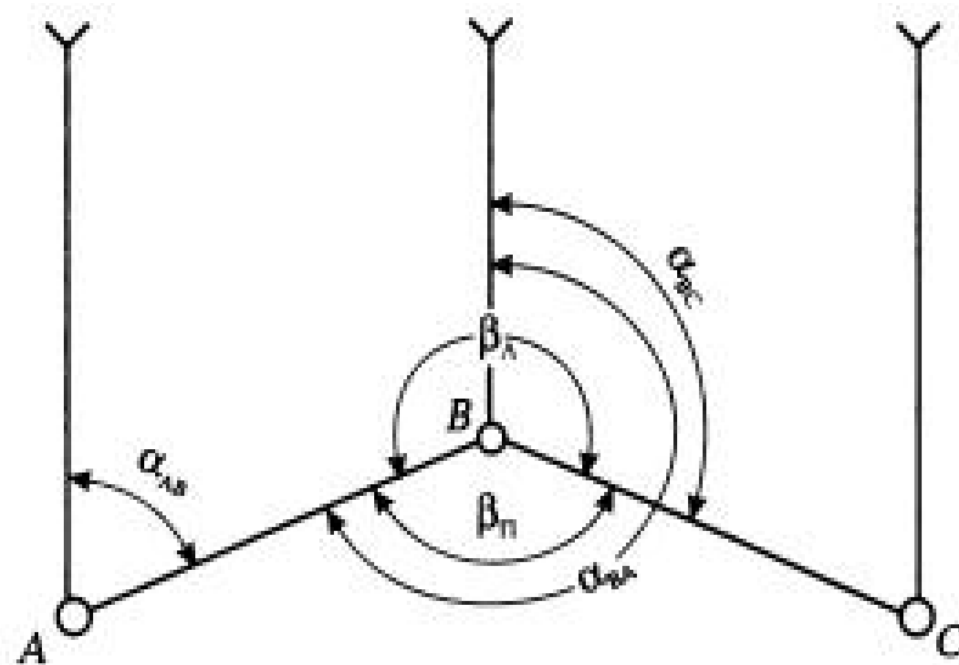
$\alpha_{BC} = \alpha_{AB} + 180^\circ - \beta_{\Pi}$ - формула передачи дирекционного угла по правым измеренным горизонтальным углам.

Если измерен левый по ходу угол $\beta_{\text{л}}$, то

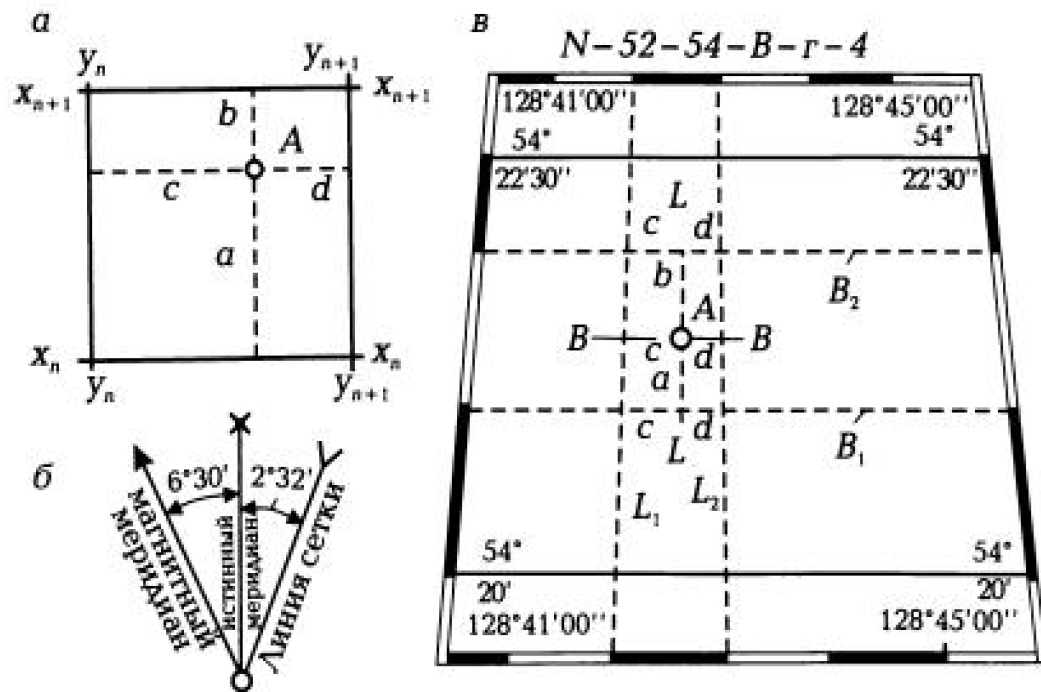
$$\beta_{\Pi} = 360^\circ - \beta_{\text{л}}$$

$$\alpha_{BC} = \alpha_{AB} + 180^\circ - 360^\circ + \beta_{\text{л}}$$

$\alpha_{BC} = \alpha_{AB} - 180^\circ + \beta_{\text{л}}$ - формула передачи дирекционного угла по левым измеренным горизонтальным углам.



ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ КООРДИНАТ ТОЧЕК НА ПЛАНЕ (КАРТЕ)



На планах масштабов 1:500 - 1:10 000 линии координатной сетки (линии, параллельные осям координат) проводят через 10 см на плане, на картах масштабов 1:25 000 и 1:50 000 - через 4 и 2 см (1 км на местности) → **километровая сетка**.

Все точки, лежащие на горизонтальной линии координатной сетки, имеют одинаковую **абсциссу**, все точки, лежащие на вертикальной линии, имеют одинаковую **ординату**.

Координаты точки А на плане определяют по формулам:

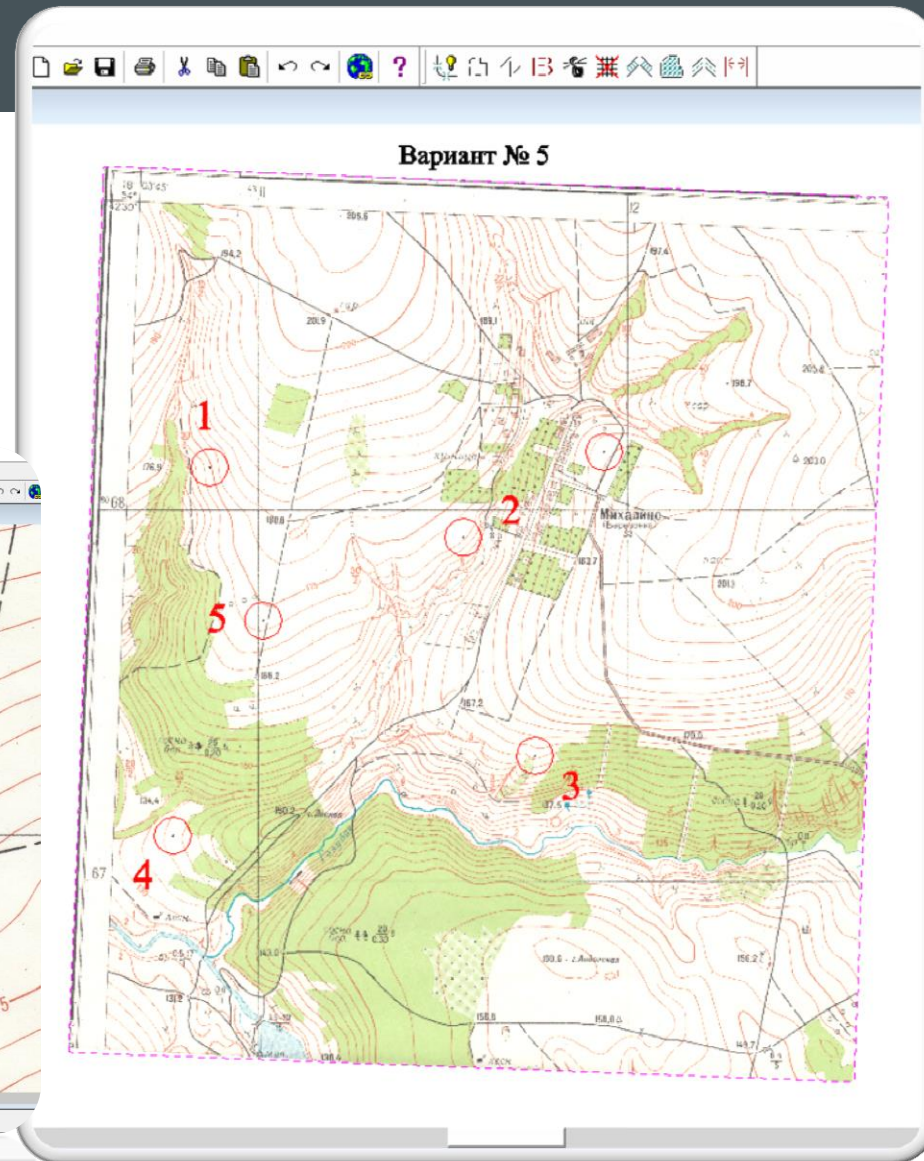
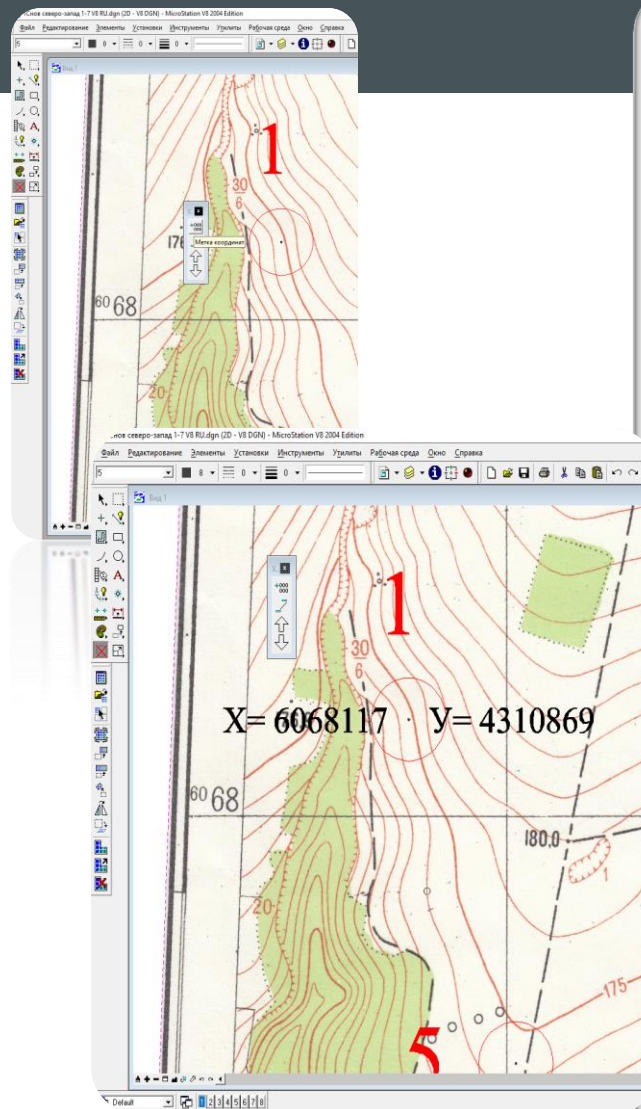
$$X_A = X_n + a; \quad Y_A = Y_n + c,$$

где X_n и Y_n - координаты юго-западного угла квадрата, внутри которого расположена точка А; a и c - расстояния от точки А до южной и западной сторон квадрата, измеренные циркулем при помощи поперечного масштаба по перпендикулярам, опущенным из этой точки на стороны квадрата.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ КООРДИНАТ ТОЧЕК НА ПЛАНЕ (КАРТЕ)

Определять координаты на планах и картах можно с использованием различных графических программ: **AutoCAD, MicroStation, КРЕДО ДАТ** и др. Для этого предварительно необходимо **растровое изображение** плана или карты отмасштабировать, сориентировать и совместить углы координатной сетки с исходными координатными метками.

Для определения прямоугольных координат любой точки на плане (карте) воспользуемся командой **«метка координат»**:



ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ КООРДИНАТ ТОЧЕК НА ПЛАНЕ (КАРТЕ)

Кроме координат точек можно определить горизонтальные проложения линий, горизонтальные и дирекционные углы → не измеряются, а вычисляются по прямоугольным координатам **из решения обратной геодезической задачи**.

Вследствие накопления неизбежных погрешностей в технологическом процессе изготовления плана (карты) практическая точность результата измерения координат по планам (картам) значительно **грубее предельной графической точности и зависит от масштаба**.

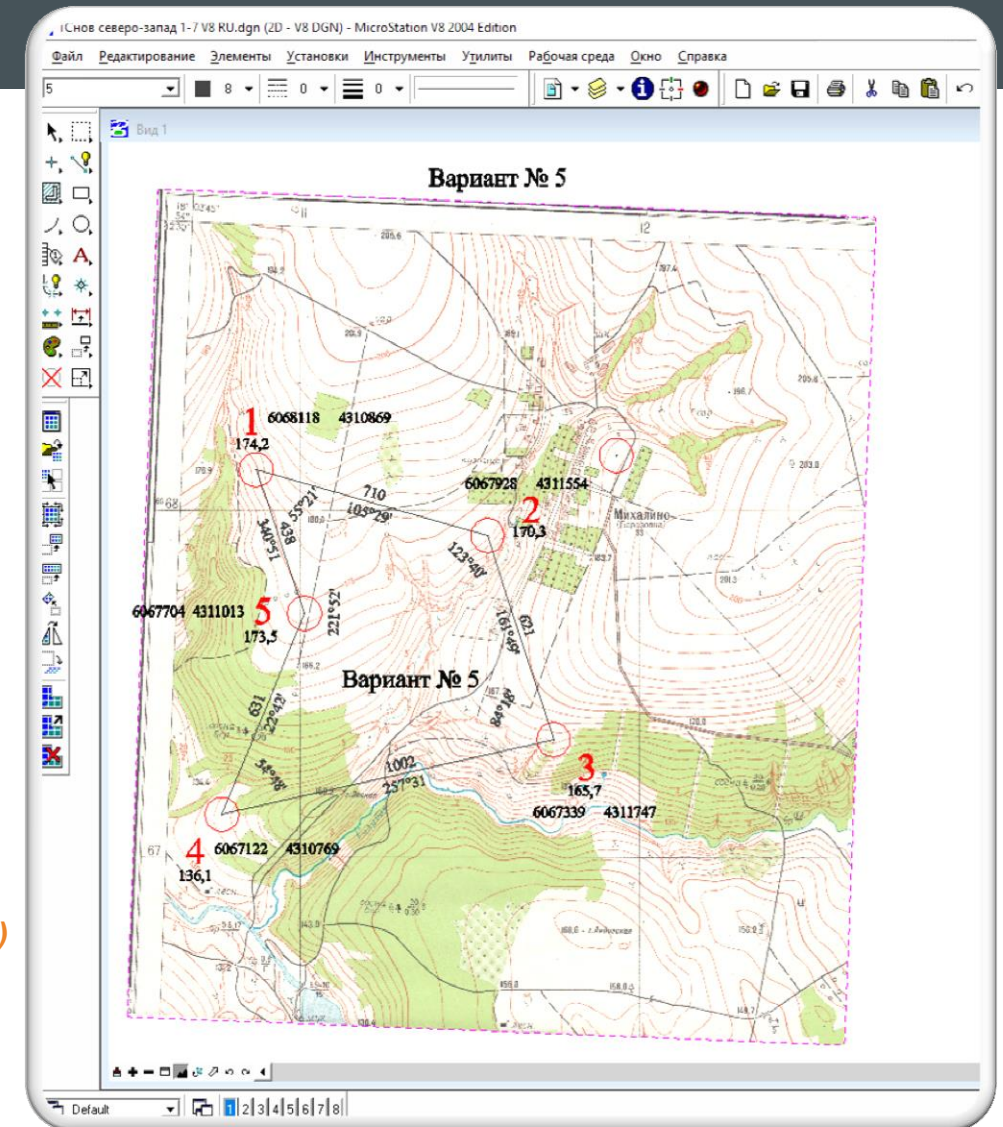
Данный метод определения координат называется **картометрическим** и при определении местоположения характерных точек, изображенных на карте (плане), величина средней квадратической погрешности (СКП) принимается равной **0,0005 м в масштабе карты (плана)**:

$$m_t = 0,0005 \text{ м} \times M \quad (\text{приказ Минэкономразвития России от 01.03.2016 № 90})$$

Пример:

для плана масштаба 1:10 000 $m_t = 5 \text{ м}$,

для плана масштаба 1:500 $m_t = 0,25 \text{ м}$



ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Что такое геодезия?
2. С какой целью производится топографическая съемка?
3. Поддается ли математическому описанию поверхность геоида?
4. На какую территорию применяется референц-эллипсоид?
5. Посредством чего устанавливается и распространяется геодезическая система координат 2011 года (ГСК-2011)?
6. Какие системы координат применяются в геодезии?
7. Почему система геодезических координат является правой?
8. В каких пределах изменяется геодезическая широта?
9. Как узнать долготу осевого меридиана конкретной шестиградусной зоны?
10. Как определить преобразованную ординату точки?
11. Какая система высот применяется на топографических планах и картах?
12. Уменьшенное, подобное изображение на плоскости горизонтального проложения участка земной поверхности – это?
13. Как на карте отличить изображение горы и котловины?
14. Какова предельная точность масштаба 1:500?
15. Какова связь между прямым и обратным дирекционными углами?
16. Какова СКП характерной точки, координаты которой определены картометрическим методом по плану масштаба 1:2000?

