

Лекция 1

Основные сведения о геодезии.

Определение положения точек на земной поверхности. Топографические карты и планы

1 Предмет геодезии и её связь с другими науками

«Геодезия» – слово греческого происхождения:

- "gê " – "гео" – "земля"
- "daizo" – "дайдзо" – "разделяю"

«Землеразделение»

2 История развития геодезии

2 тысячелетия до н.э. - Египте производились землемерные работы по межеванию земель, расположенных по берегам реки Нил.

Грандиозные сооружения древнего мира – египетские пирамиды, храмы, дворцы и тому подобные объекты – также строились при помощи ряда геодезических измерений. Приборы измерений были примитивные: мерная бечева, треугольник и другие простейшие средства для замера углов, превышений и расстояний на плоскости.

В Древней Руси уже в XI в. в Несторовой летописи подробно описываются славянские земли.

Первые геодезические работы в России, зафиксированные документально, выполнялись в XI веке при измерении князем Глебом ширины Керченского пролива между Керчью и Таманью. Интенсивное развитие геодезии в России связано с именем Петра I.

В 1745 г. был издан "Первый атлас России", созданный по материалам планомерной инструментальной топографической съемки всего государства, начатой по указу Петра I в 1720 г. Первые в России астрономо-геодезические и картографические работы возглавил И.К. Кирилов.

Первым русским ученым, представил геодезию как науку был М. В. Ломоносов. В 1757 году он вступил на должность начальника Географического департамента, М. В. Ломоносов приступил к исправлению имеющихся в то время неточных карт и изготовлению возможно правильных карт. М. В. Ломоносов деятельно работал тогда над дальнейшим усовершенствованием морских и геодезических инструментов. Им был разработан проект постройки телескопа новейшей конструкции. М. В. Ломоносов первый предложил фотометрию, получившую практическое применение лишь в XIX в.

В 1779 г. по указу Екатерины II была открыта землемерная школа, которая в 1819 г. была преобразована в Константиновское землемерное училище, а в 1835 г. - в Константиновский межевой институт, ныне - высшее учебное заведение по подготовке геодезистов и картографов МИИГАиК - Московский институт инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии.

В 1816 г. под руководством русского военного геодезиста К. И. Теннера и астронома В. Я. Струве в западных пограничных губерниях России были начаты большие астрономо-геодезические работы, которые в 1855 г. завершились градусным измерением огромной (более 25° по широте) дуги меридиана, простирающейся по меридиану 30° от устья Дуная до берегов Северного Ледовитого океана.

А. Болотов написал и издал в 1837-1845 г.г. учебник по геодезии под названием "Геодезия, или руководство к исследованию общего вида земли, построению карт и производству тригонометрических и топографических съемок и нивелировок". Этот учебник долгое время являлся основным практическим руководством к землемерным и геодезическим работам.

3 Понятие и состав науки “геодезия”

Геодезия – наука об измерениях на земной поверхности и в околоземном пространстве, а также о вычислениях и графических построениях, проводимых для:

- определения фигуры и размеров Земли как планеты в целом;
- исследования движения земной коры;
- изображения земной поверхности и отдельных её частей в виде планов, карт и профилей (вертикальных разрезов);
- решения разнообразных научных и практических задач по созданию и эксплуатации искусственных сооружений на земной поверхности и в околоземном пространстве;
- создания геодезических опорных сетей как основы для выполнения вышеперечисленных задач.

В процессе своего развития геодезия разделилась на ряд научных дисциплин:

- высшая геодезия;
- топография;
- инженерная геодезия;
- картография;
- фотограмметрия;
- космическая геодезия;
- геодезическое инструментоведение.

Высшая геодезия изучает форму и размеры Земли, движение её коры и определяет:

- вид и размеры Земли (как планеты);
- внешнее гравитационное поле Земли (значение и направление силы тяжести в земном пространстве и на поверхности);
- взаимное расположение значительно удалённых друг от друга геодезических пунктов;
- точность изображения пунктов на плоскости в проекции с учётом искажений из-за кривизны земной поверхности.

Топография изучает методы изображения участков земной поверхности по материалам съёмочных работ и создания на их основе топографических карт и планов.

Инженерная геодезия изучает методы и способы геодезического обеспечения при разработке проектов, строительстве и эксплуатации разнообразных сооружений, а также при освоении и охране природных ресурсов.

Космическая геодезия рассматривает теорию и методы решения научных и практических задач на земной поверхности по наблюдениям небесных тел (Луна, Солнце, ИСЗ) и по наблюдениям Земли из космоса. Космическая геодезия включает в себя глобальные навигационные системы, являющиеся основой применяемых в настоящее время координатных систем, и системы космического дистанционного зондирования многоцелевого назначения, используемые для мониторинга поверхности Земли.

Картографии изучает методы и способы отображения поверхности Земли и протекающих на ней процессов в виде различных образно-знаковых моделей, в том числе цифровых и электронных карт.

Фотограмметрия решает задачи измерений по аэрофото- и космическим снимкам для различных целей: создания карт и планов, проектирования и строительства сооружений, обмеров и определения площадей застроек, лесных массивов и т. п.

Инженерная геодезия — наука о методах и принципах, используемых при изысканиях, проектировании, строительстве и эксплуатации различных сооружений являются:

- получение геодезических данных (геодезические измерения) при разработке проектов строительства сооружений (инженерно-геодезические изыскания);
- определение на местности основных осей и границ сооружений в соответствии с проектом строительства (разбивочные работы);
- обеспечение в процессе строительства геометрических форм и размеров элементов сооружения в соответствии с его проектом, геометрических условий установки и наладки технологического оборудования;
- определение отклонений геометрической формы и размеров возведенного сооружения от проектных (исполнительные съемки);
- изучение деформаций (смещений) земной поверхности под сооружением, самого сооружения или его частей под воздействием природных факторов и в результате действий человека.

4 Фигура Земли

В геодезии для обозначения формы земной поверхности используют термин **«фигура Земли»**.

Физическая поверхность Земли состоит из подводной (70,8 %) и надводной (29,2 %) частей.

Подводная поверхность: система срединно-океанических хребтов, подводные вулканы, океанические желоба, подводные каньоны, океанические плато и абиссальные равнины.

Надводная часть: горы, горные хребты, низменности, равнины и т.д.

Представление о фигуре Земли в целом можно получить, вообразив, что вся планета ограничена мысленно продолженной поверхностью океанов в спокойном состоянии.

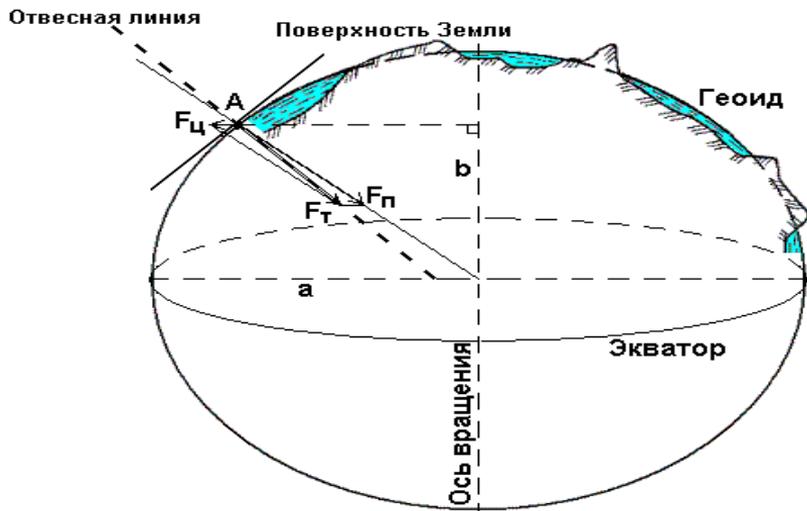


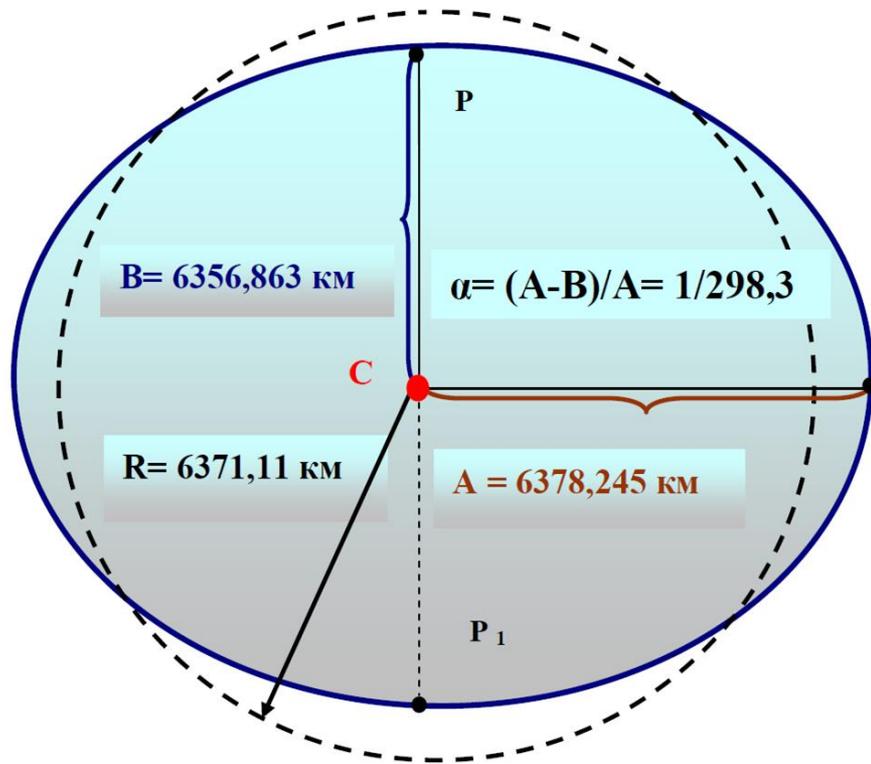
Рис. 2. Геоид

Основная уровенная поверхность совпадает со средним уровнем воды океанов в спокойном состоянии, т.е. в момент полного равновесия всей массы находящейся в ней воды под влиянием силы тяжести.

**Геоид – выпуклая замкнутая
поверхность, совпадающая с
поверхностью воды в морях и океанах
в спокойном состоянии и
перпендикулярная к направлению
силы тяжести в любой её точке.**

Из-за неравномерного распределения масс внутри Земли геоид не имеет правильной геометрической формы, и в математическом отношении его поверхность характеризуется слишком большой сложностью.

Поэтому там, где это допустимо, поверхность геоида заменяется приближенными математическими моделями, в качестве которых принимается в одних случаях **земной сфероид (эллипсоид вращения)**, в других – **земной шар**, а при топографическом изучении незначительных по размеру территорий – **горизонтальная плоскость**, т.е. плоскость, перпендикулярная к вертикальной линии в данной точке.



C- центр Земли

B- малая полуось эллипсоида

A – большая полуось эллипсоида

α - сжатие Земли.

ис. 2. Эллипсоид вращения

Земной сфероид – эллипсоид

вращения получается вращением эллипса вокруг его малой оси b (см. рис. 2), совпадающей с осью вращения Земли, причем центр эллипсоида совмещается с центром Земли.

Размеры эллипсоида подбирают при условии наилучшего совпадения поверхности эллипсоида и геоида в целом (общеземной эллипсоид) или отдельных его частей (референц-эллипсоид).

5 Изображение местности

Местность (территория) является предметом изучения **топографии**.

Местность разделяют на **ситуацию** и **рельеф**.

- **Ситуация** - совокупность постоянных предметов местности: рек, озер, растительного покрова, дорожной сети, населенных мест, сооружений и т.п. Границы между отдельными объектами ситуации называются **контурами местности**.
- **Рельефом** - совокупность неровностей суши, дна океанов и морей.

Рельеф: положительные (выпуклые) и отрицательные (вогнутые) формы и образуется главным образом в результате длительного одновременного воздействия на земную поверхность эндогенных (внутренних) и экзогенных (внешних) процессов.

Основными формами рельефа являются гора, котловина, хребет, лощина.

Для построения моделей местности в геодезии применяют метод проекций и различные системы координат.

Метод горизонтальной проекции заключается в том, что изучаемые точки (A, B, C, D, E) местности с помощью вертикальных (отвесных) линии проектируются на уровенную поверхность $У$ (рис. 5), в результате чего получают горизонтальные проекции этих точек (a, b, c, d, e). Отрезки Aa, Bb, Cc, Dd, Ee называются высотами точек, а численные их значения – отметками.

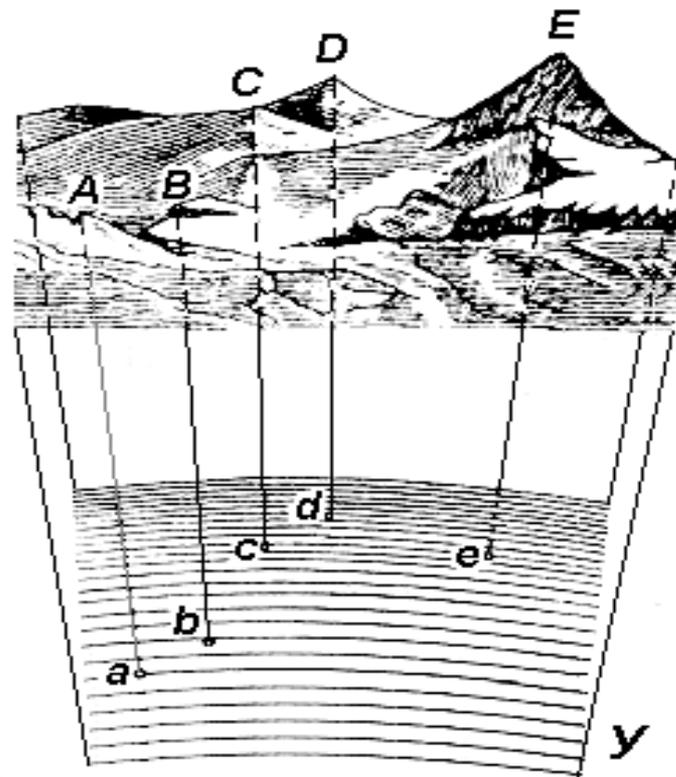


Рис. 5. Проектирование точек местности на уровенную поверхность Земли

Топографические карты и планы.
Масштаб. Условные обозначения.

1 Топографический план и топографическая карта

Топографическая карта –

уменьшенное обобщенное изображение в условных знаках на бумаге горизонтальных проекций контуров искусственных и естественных объектов и рельефа значительного по размеру участка Земли с учётом её сферичности.

Топографический план –

уменьшенное и подобное изображение на бумаге в условных знаках горизонтальных проекций контуров объектов и рельефа небольшого участка местности без учёта сферичности Земли.

По содержанию карты бывают следующих видов:

общегеографические – на них земная поверхность показана во всём её многообразии;

специальные разного назначения (карта почв, карта торфяных месторождений, карта растительности и т.д.), на которых с особой полнотой изображены отдельные элементы – почвы, торфяные месторождения, растительность и т. д.

По масштабам карты условно делят на три вида:

-мелкомасштабные (мельче 1:1 000 000);

-среднемасштабные (1:1 000 000 – 1:200 000);

-крупномасштабные (1:100 000 - 1:10 000);

Масштабы планов – крупнее 1:5000.

2 Условные знаки

Масштабные (площадные) условные знаки служат для изображения объектов, занимающих значительную площадь и выражающихся в масштабе карты или плана. Площадной условный знак состоит из знака границы объекта и заполняющих его значков или условной окраски. При этом предметы местности изображают с соблюдением масштаба, что дает возможность определить по плану или карте не только местоположение предмета, но и его размеры, форму.

Внемасштабными называются такие условные знаки, которыми предметы местности изображаются без соблюдения масштаба карты или плана, что указывает только на характер и положение объекта в пространстве по его центру (колодцы, геодезические знаки, родники, столбы и т.п.). Эти знаки не позволяют судить о размерах изображаемых местных предметов. Например, на крупномасштабной карте город Томск представлен в виде контура (масштабно); на карте России в виде точки (внемасштабно).

2 Условные знаки

По способу изображения на карте условные знаки делят на 3 подгруппы:

А. Графические условные знаки – линии различной конфигурации (сплошные, пунктирные, штрихпунктирные...), а также комбинации их в виде геометрических фигур. Графические условные знаки используют для изображения объектов линейного типа: дороги, реки, трубопроводы, линии электропередач и т.п., ширина которых меньше точности масштаба данной карты.

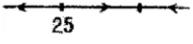
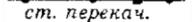
Б. Цветовые условные знаки:

- отмывка цветом по контуру объекта;
- линии и объекты различного цвета.

В. Пояснительные условные знаки – дополняют другие условные знаки цифровыми данными, пояснительными надписями; ставятся у различных объектов, чтобы охарактеризовать их свойство или качество, например: ширина моста, порода деревьев, средняя высота и толщина деревьев в лесу, ширина проезжей части и общая ширина дороги и т.п.

2. Условные знаки

Графические условные знаки

- 
 Линии связи (телефонные, телеграфные, радиотрансляции)
- 
 Линии электропередачи на деревянных, опорах
- 
 Линии электропередачи на металлических или железобетонных опорах (25—высота опоры в метрах)
- 
 Нефтепроводы наземные и станции перекачки
- 
 Нефтепроводы подземные

Цветовые условные

знаки

	Низкорослые (карликовые) леса
--	-------------------------------

Пояснительные условные знаки

сосна  $\frac{25}{0.30}$ 6	Хвойные леса (ель, пихта, сосна, кедр, лиственница и др.)
клен  $\frac{12}{0.25}$ 3	Лиственные леса (дуб, бук, клен, береза, осина и др.)
ель бер.  $\frac{20}{0.25}$ 5	Смешанные леса


 $\frac{5043.0}{(IV-X)}$



Перевалы, отметки их высот и время действия

3. Масштабы, точность масштаба

Горизонтальные проекции отрезков при составлении карт и планов изображают на бумаге в уменьшенном виде, т.е. в масштабе.

Масштаб карты (плана) – отношение длины линии на карте (плане) к длине горизонтальной проекции линии местности:

$$M = \frac{d_{\text{карты (плана)}}}{d_{\text{местности}}}$$

Масштабы бывают **численные и графические.**

Численные

1) *В виде простой дроби:*

$$M = \frac{1}{m}$$

где m – степень уменьшения или знаменатель численного масштаба.

2) *В виде именованного соотношения*, например: в 1 см 20 м,
в 1 см 10 м

3. Масштабы, точность масштаба

1. *Предельная точность масштаба* - возможность человеческого глаза.

0,1 мм на плане данного масштаба

2. *Графическая точность масштаба*

0,2 мм на плане данного масштаба.

3 Решение задач

1. Известна длина линии на карте (2,14 см) и на местности (4280,0 м). Определить численный масштаб карты.
2. Написать именованный масштаб, соответствующий численному 1:500, 1:25000, 1:2000, 1:10000.
3. На плане М 1:5000 отобразить объект, длина которого на местности - 30 м. Определить длину объекта на плане в мм.
4. Определить предельную и графическую точность масштаба 1:1 000; 1:5 000.
5. Горизонтальное проложение между двумя точками на плане М 1:1000 составляет 2 см. Определить расстояние между этими точками на местности.