

ЛЕКЦИЯ 1. ГЕОДЕЗИЯ: ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ, ПОНЯТИЕ О ФОРМАХ И РАЗМЕРАХ ЗЕМЛИ

Оглавление

1. Предмет геодезии.....	1
2. Форма Земли.....	7
3. Метод проекций в геодезии	15
4. Роль геодезии в развитии мировой науки.....	17
5. Электронные и цифровые карты	18

1. Предмет геодезии

Геодезия – одна из древнейших наук о Земле. Слово «геодезия» происходит от греческих: *Ge (geo)* – земля и *Daio (дайдо)* – делю, разделяю. Иначе слово «геодезия» (землеразделение) указывает, что геодезия как наука возникла из практических потребностей человечества, связанных с измерением и разделением земельных участков.

Сегодня геодезия – система наук. Разные учебники дают несколько различающиеся определения. Например.

Геодезия – система наук об определении формы и размеров Земли и об измерениях на Земной поверхности для отображения ее на картах и планах [1].

Геодезия – система наук об измерении Земли и других космических объектов, получении их изображений в графическом и электронном видах и измерениях этих изображений [5].

Геодезия – система наук о методах и технике производства измерений на земной поверхности, выполняемых с целью изучения фигуры Земли, изображения земной поверхности в виде планов, карт и профилей, а также решения различных прикладных задач [3].

Геодезия – наука об определении пространственного положения систем и объектов и об измерении их геометрических характеристик. [8].

Истоки всех наук находятся в глубине веков. И геодезия – одна из старейших наук.

Ученые выделяют 5 этапов развития геодезии, включая современный период. Мы выделим ещё один период, шестой, по порядку самый первый период, самый древний. На этом этапе геодезия ещё не была наукой, но без неё древние люди не могли обойтись в повседневной жизни (рис. 1).

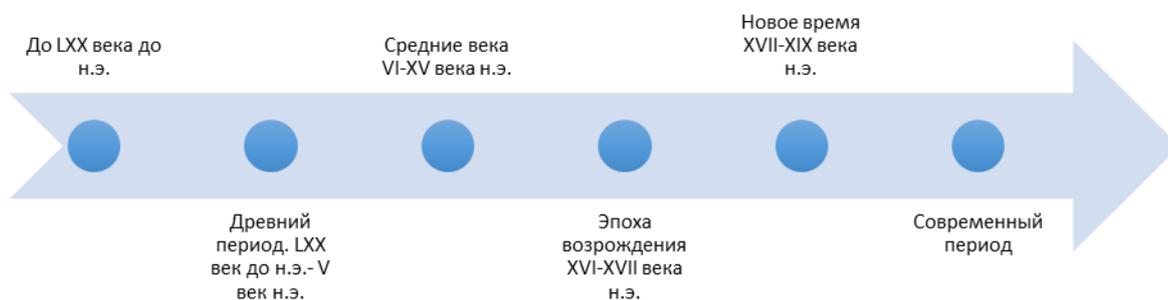


Рис. 1. Этапы развития геодезии

Примитивный чертеж взаиморасположения отдельных предметов местности на обломке бивня мамонта эпохи палеолита (25 тыс. лет назад) указывает на то, что уже древним людям в повседневной жизни было необходимо ориентироваться на местности

Наглядные изображения своих представлений о земной поверхности встречались у древних персов, индусов, китайцев 15 тыс. лет назад, т.е. задолго до появления любых форм письменности. [8]

12 тыс. лет назад зародилось земледелие, которое требовало ирригационных работ (древние племена перешли от кочевого к оседлому образу жизни). Строительство каналов, дамб невозможно без измерений на местности, которые теперь называют геодезическими работами.

Археологические исследования т сохранившиеся документы свидетельствуют о том, что ещё за 7 тысячелетий до нашей эры геодезия достигла высокого уровня (Китай, Вавилон, Ассирия, Египет). Уже в то время выполнялись геодезические работы при строительстве городов, водопроводных каналов, межевание земельных участков, маршрутные съёмки путей сообщения. [8].

В средние века произошел упадок геодезии. Период нового времени (пятый этап) это период бурного развития геодезии, а начало этого периода совпало с эпохой Великих географических открытий.

В России в допетровский период (10-17 века) на основании обмеров составлялись планы, которые называли «чертежами», выполнялись разбивочные работы при строительстве городов и монастырей.

Характерное историческое свидетельство натуральных измерений того времени надпись на тмутараканском камне., который можно увидеть в Государственном Эрмитаже. Плита массой 864 кг найдена в 1792

году среди развалин крепости близ города Тамань. Надпись на старославянском языке свидетельствует о том, что в 1068 г. князь Глеб измерил море по льду от Тмутаракана до Керчи в сажнях. В наших мерах это будет 21,199 км. Это первое письменное свидетельство того, что русские уже в те далёкие годы проводили геодезические измерения большой протяжённости (рис.2, 3).



Рис. 2. Тмутараканский камень и надпись на нем [интернет]



Рис.3. Расстояние, которое было измерено по льду Керченского пролива [интернет]

Многие приемы и методы древних геодезистов не нашли продолжения в наши дни. Например, «дощаный счёт» или абак для вычислений; применение для разных измерений разных эталонов длины (малая сажень 142,4 см, простая сажень – 150,8 см, лавочная сажень – 176,0 см...великая сажень 244,0 см). Ещё одно самобытное решение древнерусских геодезистов (мерщиков как их называли до начала 18 века) заключалось в том, что не стремились уменьшить ошибки измерений, а

стремились к равенству ошибок. В результате сохранялось расположение объектов относительно друг друга, менялся только масштаб [8].

Записанный в конце 10 века «Закон градский» устанавливал типовые правила разбивочных работ, которые проводились при застройке городов [8].

Строительством новых городов руководил Разрядный приказ. Состоящие при этом приказе служащие, профессионально владеющие методами и средствами землемерия, и были древнерусскими геодезистами. Они выбирали место под город, выполняли обмеры, составляли чертежи. Подлинник изображения (рис. 4) закладки нового города хранится в отделе эстампов Российской национальной библиотеки (Санкт-Петербург). На местности определяли положение будущей крепости, посада и слобод. Устанавливали подходы дорог, измеряли пахотные и выгонные земли, которые прирезались к городу. При этом подсчитывали, какое количество жителей могла прокормить земля, прилегающая к будущему городу [8].

Производилась разбивка под жилищное строительство, церкви, государственную и общественную застройку. Выполнялась трассировка стен вокруг главного города, посада, иногда и вокруг слобод. Особое внимание обращали на городские ворота. До закладки города на земле кольшками размечали контуры будущих построек, крепостных укреплений, главной площади с храмом и др. Задавали ширину улиц и переулков, размер площадей, габариты зданий и расстояния между ними [8].

Совершенно очевидно, что без геодезических проектных и разбивочных работ градостроители не могли создать пространственную систему русских городов, связанную пропорциональными закономерностями в единое целое [8].

В конце XVI века в России началось массовое строительство городов. Если во второй половине XVI века было известно около 50 новых городов, то к середине XVII века их насчитывалось уже 254. Города имели свободную ландшафтную планировку, о которой упоминалось выше [8].

Поражают необычайно короткие сроки строительства древнерусских городов. Обратимся к строительству Белгородской засечной черты. Засечная черта – линия обороны из пограничных сторожевых городов на дорогах в комплексе с системой лесных завалов в местах проникновения крымских татар на Русь. Строительство шло в условиях постоянных набегов татар. В короткие сроки русские геодезисты должны

были выполнить большой объем измерительных и расчетных работ. Применение методики приближенных промеров расстояний и высот с сохранением единого масштаба погрешностей позволяло быстро и надежно возводить города. Так, город Яблонев (примерно 40 км западнее современного города Лубны Полтавской области) был заложен 16 апреля 1637 года. На строительство города было поставлено

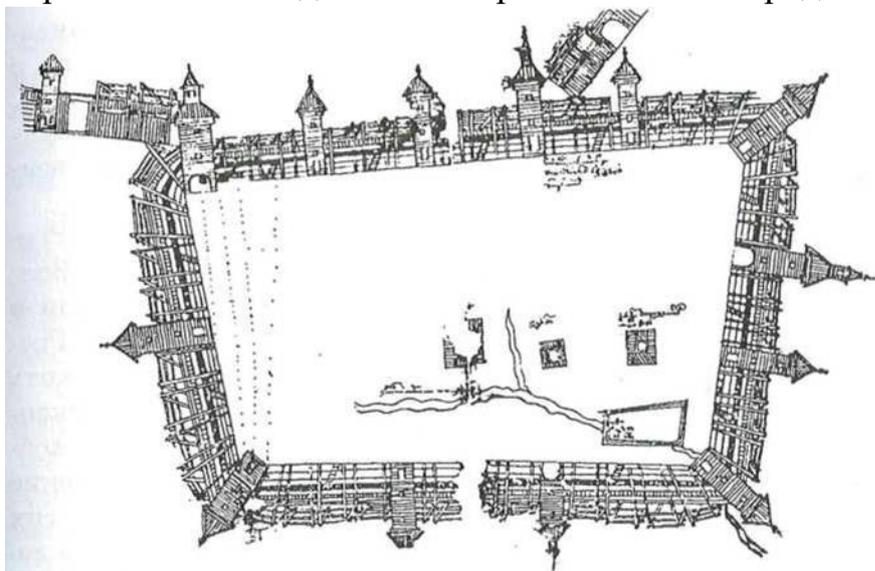


Рис. 4. Чертеж города Яблонев. 1637 год [8]

2 тыс. человек; через 14 дней крепостные стены были готовы к обороне от татар. Сохранился чертеж города (рис. 4), по которому велось строительство. Только при наличии геодезистов можно было разметить крепость в плане и по высоте, точно определить места ворот и башен, распланировать территорию города и наметить местоположение церквей [8].

В процессе своего развития геодезия разделилась на ряд самостоятельных научных и научно-технических дисциплин.

1. *Геодезическая астрономия* – определение исходных данных для опорных геодезических сетей на основе наблюдения небесных светил.

2. *Геодезическая гравиметрия* – изучение фигуры Земли путём измерения с помощью специальных приборов силы тяжести в отдельных точках земной поверхности.

3. *Космическая (спутниковая) геодезия* – изучает геометрические соотношения между точками земной поверхности с помощью искусственных спутников Земли (ИСЗ).

4. *Радиогеодезия* – изучает электронные методы точного определения расстояний между пунктами на Земле и в пространстве.

Вышеперечисленные науки относятся к высшей геодезии.

5. *Геодезия или топография* изучает небольшие участки земной поверхности, принимаемые за плоские; разрабатывает методы проведения топографических съёмок, создания планов и карт, методы конструирования необходимых при этом приборов.

6. *Гидрография* – предмет изучения – океаны, моря, их берега и дно.

7. *Картография* – разрабатывает способы изображения поверхности Земли в виде планов и карт;

8. *Фототопография* – разрабатывает методы создания планов и карт по фотоснимкам и аэрофотоснимкам местности.

9. *Фотограмметрия* – определяет форму, размеры и положение объектов по их фотографическим изображениям.

10. *Маркшейдерия* – изучает пространственные измерения в недрах Земли специальными приборами.

11. *Инженерная или прикладная геодезия* решает задачи различных отраслей народного хозяйства (с/х, геологии, речного судоходства, городского строительства..).

В землеустройстве на основе геодезических измерений проводят межевание земельных участков, выносят на местность их проектные границы, составляют документацию объектов недвижимости и т.д.

При строительстве дорог, прокладке трубопроводов геодезия обеспечивает выбор трассы дороги или трубопровода, съёмку полосы местности вдоль трассы, нужное направление при прокладке туннелей, строительстве мостов и путепроводов.

В городском строительстве – планировку улиц, кварталов, домов осуществляют на подробном топографическом плане, на который нанесены все наземные, подземные и надземные сооружения.

Геодезия тесно связана с другими науками, поставляя для них графический и цифровой материал (рис. 5). (Н.И. Лобачевский говорил, что всё, что существует в природе, подчинено необходимому условию быть измеряемым. Без геодезии невозможно развитие строительства, горно-рудной и нефтегазовой промышленности, юриспруденции – без кадастровых съёмок невозможно юридически обосновать права владения землёй [8])



Рис. 5. Связь геодезии с другими областями деятельности человека

2. Форма Земли

Для правильного изображения земной поверхности в виде планов и карт необходимо знать форму и размеры Земли. Кроме того, эти знания необходимы при запуске искусственных спутников и космических ракет, в авиации, мореплавании, радиосвязи и т.д.

Общие сведения о Земле: Общая площадь – 510 млн. км², мировой океан – 362 млн. км² (71 %), материки 148 млн. км² (29) %. Средняя глубина мирового океана 3800 м, средняя высота суши над средним уровнем воды в океанах – около 875 м.

Историческая справка об эволюции представлений о форме Земли (рис. 6). Современные представления о форме и размерах Земли появились не сразу. Так, древние индийцы представляли Землю в виде плоскости, лежащей на спинах слонов. Вавилоняне изображали Землю в виде круглой горы, окруженной морем, на которое, как опрокинутая чаша, опирается твердое небо. Древние греки, судя по поэмам Гомера «Одиссея» и «Илиада», представляли Землю в виде слегка выпуклого диска, обтекаемого со всех сторон рекой — Океаном. А над Землей, по их представлениям, находится медный небосвод, по которому движется Солнце, поднимаясь ежедневно из вод Океана на востоке и погружаясь в них на западе.

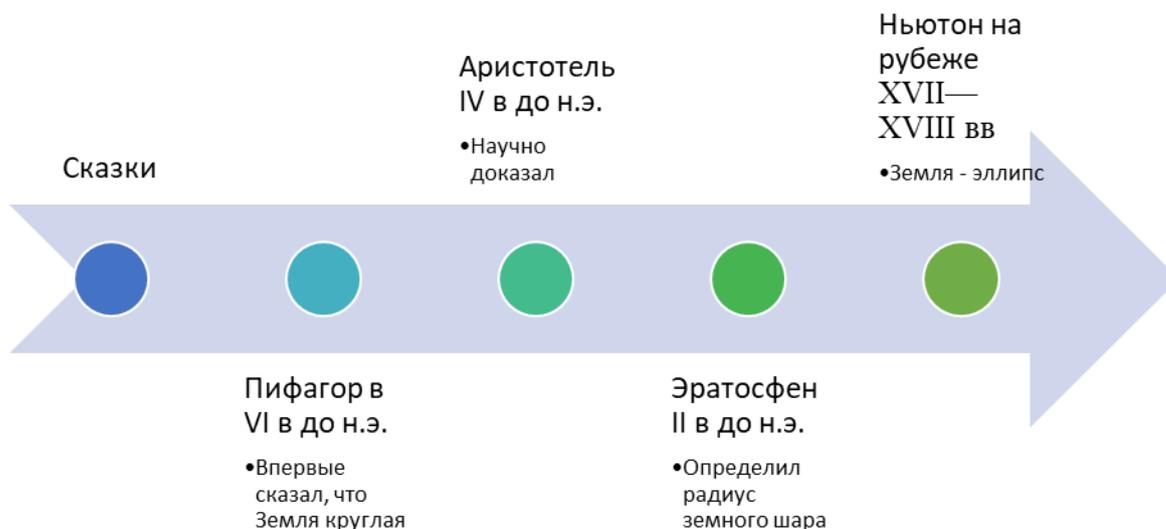


Рис.6. Эволюция представлений о форме Земли

Впервые к выводу о шарообразности Земли пришел древнегреческий ученый Пифагор (ок. 580–500 до н. э.) в 530 г. до н. э. А научно доказал это Аристотель (384–322 до н. э.) в IV в. до н. э. Он говорил, что если бы Земля не имела форму шара, то тень, которую она отбрасывает на Луну при ее затмении, не была бы ограничена дугой окружности. Во II в. до н. э. древнегреческий ученый Эратосфен Киренский (ок. 276–194 до н. э.) впервые сравнительно точно определил средний радиус земного шара.

На рубеже XVII—XVIII вв. английский ученый И. Ньютон (1643–1727) доказал, что Земля не может иметь форму точного шара. По расчетам Ньютона Земля вследствие вращения вокруг своей оси и преобладания в связи с этим у экватора действия центробежной силы над силой тяжести должна принять форму эллипсоида вращения, сжатого у полюсов. Это подтвердилось впоследствии.

Но в действительности, поверхность Земли (земная кора) существенно отличается от поверхности идеального эллипсоида вращения. Она имеет крупные неровности, амплитуда которых достигает 20 км. Например, вершина Гималаев – гора Джомолунгма – имеет высоту 8848 м над уровнем моря, а глубина Марианской впадины в Тихом океане равна 11034 м. Однако, по сравнению с размером всей Земли эти неров-

ности являются очень незначительными. Поэтому обычно ими пренебрегают.

Для изучения формы Земли применяют *способ моделирования*, или приближения. В различных исследованиях в качестве модели Земли выступают *плоскость, шар, эллипсоид вращения, геоид*.

Если участок поверхности Земли небольшой, то иногда оказывается возможным применить для этого участка модель *плоской поверхности*.

В шарообразной модели поверхность Земли имеет *сферическую форму*, которая определяется лишь радиусом сферы и положением ее центра в теле Земли. Такую форму Земля могла бы иметь, если бы была неподвижным однородным телом и подвержена действию только внутренних сил тяготения. Радиус равен 6371,11 км.

Многие картографируемые тела могут быть аппроксимированы шаром. В табл. 1 приведены значения радиусов шара для планет Солнечной системы [9].

Таблица 1

Радиусы и полуоси планет Солнечной системы

Планета	Радиус шара R , км	Экваториальный радиус a , км	Полярный радиус b , км
Меркурий	2439,7	2439,7	2439,7
Венера	6051,8	6051,8	6051,8
Земля	6371,00	6378,14	6356,75
Марс	3390	3397	3375
Юпитер	69911	71492	66854
Сатурн	58232	60268	54364
Уран	25362	25559	24973
Нептун	24622	24764	24341
Плутон	1195	1195	1195

Более близко отражает фигуру Земли эллипсоид, т.е. геометрическая фигура, полученная от вращения эллипса вокруг его малой оси.

Модель *эллипсоида вращения* имеет больше характеристик: размеры большой и малой полуосей, а также положение центра и ориентация осей эллипсоида относительно оси вращения Земли. Если изготовить глобус с экваториальным диаметром 1 м, то его полярный диаметр будет короче всего на 3,4 мм [9].

Более точно отражает фигуру Земли геоид. Поверхность геоида ограничена урениной поверхностью.

Урениной поверхностью называется поверхность, всюду перпендикулярная направлениям силы тяжести, а основной урениной поверхностью называется урениная поверхность, совпадающая с невозмущенной поверхностью Мирового океана и мысленно продолженная под материи.

Нулевая урениная поверхность имеет сложную форму, так как в земной коре (толщиной около 40 км в среднем) нет закономерностей в распределении плотности (рис. 7). Нулевая урениная поверхность образует фигуру Земли – геоид. (рис. 8).

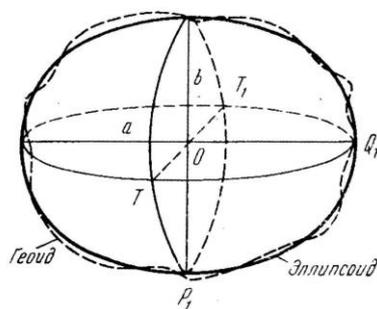


Рис. 7. Схема геоида и земного эллипсоида [3]



Рис. 8. Нулевая урениная поверхность [1]

Поскольку поверхность геоида сложная, её нельзя представить конечным математическим уравнением. Поэтому геоид заменяют другой поверхностью, математически правильной.

В первом приближении урениную поверхность Земли можно заменить сферой определенного радиуса (6371,11 км.).

Более близко отражает фигуру Земли *эллипсоид*, т.е. геометрическая фигура, полученная от вращения эллипса вокруг его малой оси (рис. 9). Эллипсоид – это идеальная форма Земли. Отступления геоида от эллипсоида сравнительно малы и не превышают 100-150 м.

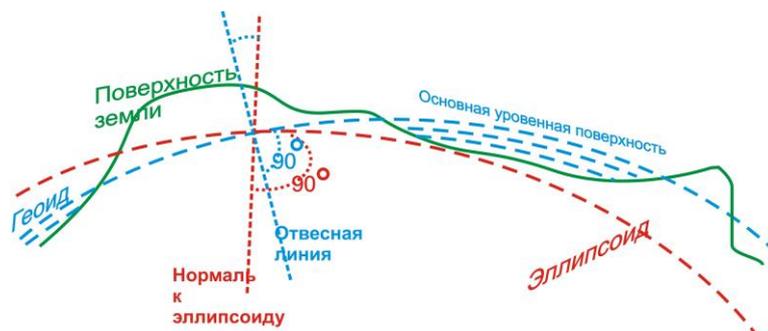


Рис. 9. Уклонение отвесных линий

Угол между отвесной линией и нормалью к поверхности референц-эллипсоида в данной точке есть отклонение отвеса. Он характеризует наклон уровенной поверхностью земли относительно референц-эллипсоида в этой точке (рис. 9). Уклонение отвеса в среднем составляет 3-4 секунды.

Поскольку поверхности геоида и эллипсоида не совпадают, то нельзя задать такой эллипсоид, который правильно описывал бы всю земную поверхность. Эллипсоид, который по своим размерам и положению в теле Земли наиболее правильно представляет фигуру геоида в целом, называют *общим земным эллипсоидом*¹.

При решении геодезических, картографических, землеустроительных и других задач по обеспечению топографо-геодезическими данными различных отраслей народного хозяйства каждое государство обычно принимает вместо общего земного эллипсоида так называемый референц-эллипсоид. Для этого ориентируют эллипсоид наилучшим образом в необходимом районе.

Т.о., эллипсоид, который принят для обработки геодезических измерений, называют *референц-эллипсоидом*. В разных странах приняты референц-эллипсоиды с разными параметрами.

Таблица 2. [9]

¹ Для решения космических задач и навигации используют общеземные эллипсоиды, центр которых находится в центре масс Земли, а оси максимально совпадают с осями геоида.

Характеристики некоторых референц-эллипсоидов

п/п	Название эллипсоида	Год	Большая полуось, м	Территория
1	Бесселя	1841	6 377 397	Евразия, Япония
2	Эйри	1849	6 377 563	Великобритания, Ирландия
4	Деламбра	1810	6 376 428	Бельгия
5	Вальбека	1819	6 376 896	—
6	Датский	—	6 377 104	Дания, Исландия
7	Плессиса	—	6 376 523	Франция
8	Струве	—	6 378 298	Испания
9	Хейфорда	1909	6 378 688	Евразия, Южная Америка, Антарктида
10	Эвереста	1830	6 377 276	Индия, Пакистан, Шри-Ланка, Непал
11	Кларка	1858	6 378 293	Австралия
12	Кларка	1866	6378206	Северная и Центральная Америка
п/п	эллипсоида	Год	Большая полуось, м	Территория
13	Кларка	1880	6378 249	Африка, Барбадос, Ямайка, Израиль, Иордания, Иран
14	Красовского	1940	6 378 245	Страны бывшего социалистического лагеря
15	Австралийский	1965	6 378 160	Австралия, Папуа-Новая Гвинея
16	GRS-67	1967	6 378 160	—
17	GRS-80	1979	6 378 137	—
18	WGS-76	1976	6 378 140	Мир
19	WGS-84	1984	6 378 137	Мир
20	ПЗ-90	1990	6 378 136	Россия (с 1 июля 2002 г.), навигация и применение в военных целях
21	СК-95	1995	6 378 245	Россия (1 июля 2002 г.)

В российской Федерации в качестве референц-эллипсоида используют эллипсоид Красовского. Параметры этого эллипсоида наиболее точно отражают форму Земли для территории бывшего СССР.

Размеры эллипсоида были получены в 1940 г под руководством выдающегося советского геодезиста Ф. Н. Красовского (1878-1946). В 1946 г. постановлением правительства СССР эти размеры утверждены для геодезических и картографических работ в нашей стране; эллипсоиду было присвоено имя Красовского, по инициативе и под руководством которого выполнялась эта работа. Параметры эллипсоида Красовского установлены в основном по наземным измерениям (рис. 10).

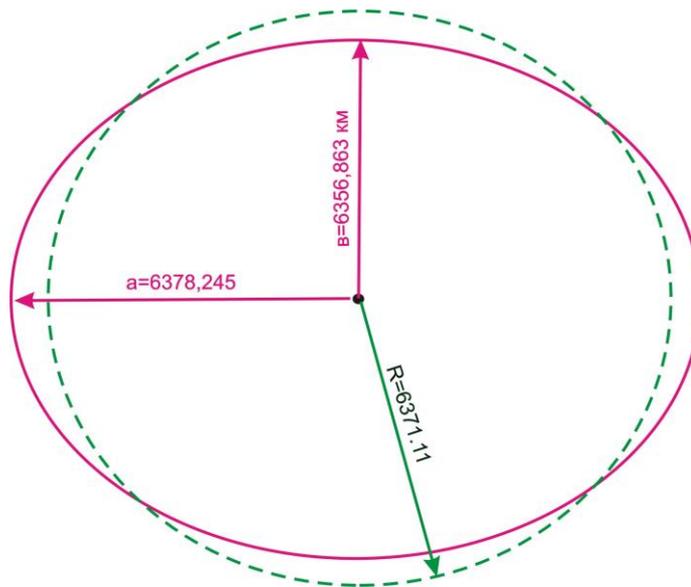


Рис. 10. Эллипсоид Красовского

Ориентировку референц-эллипсоида в теле Земли осуществляют по исходным геодезическим датам (рис. 11)

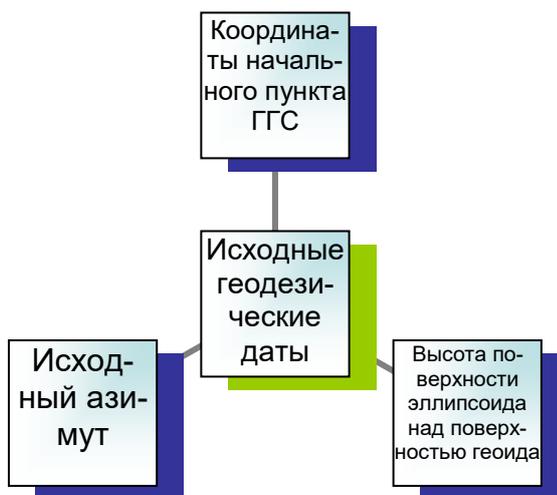


Рис. 11. Исходные геодезические даты

Размеры земного эллипсоида определялись по результатам геодезических измерений неоднократно.

Использование в последние десятилетия методов космической геодезии позволило уточнить размеры Земли. При математической обработке измерений, полученных с помощью искусственных спутников

Земли, были уточнены размеры земного эллипсоида, получившего название ПЗ-90 (Россия). В США также были проведены работы по уточнению параметров земного эллипсоида, названного WGS-84 (Мировая Геодезическая Система-84) (рис. 12, 13).

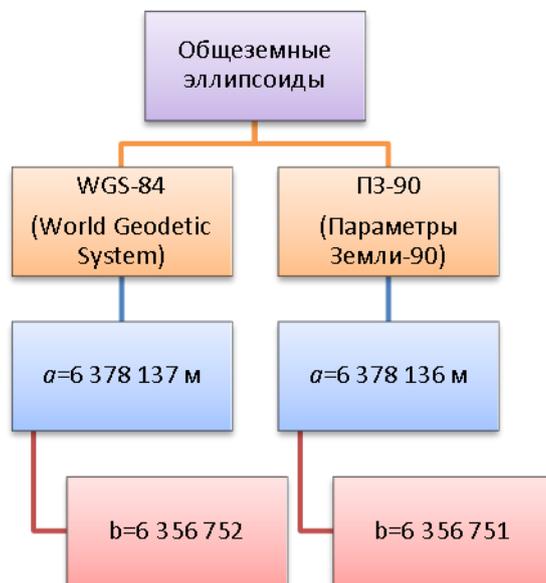


Рис. 12. Параметры общеземных эллипсоидов: a – большая полуось, b – малая полуось

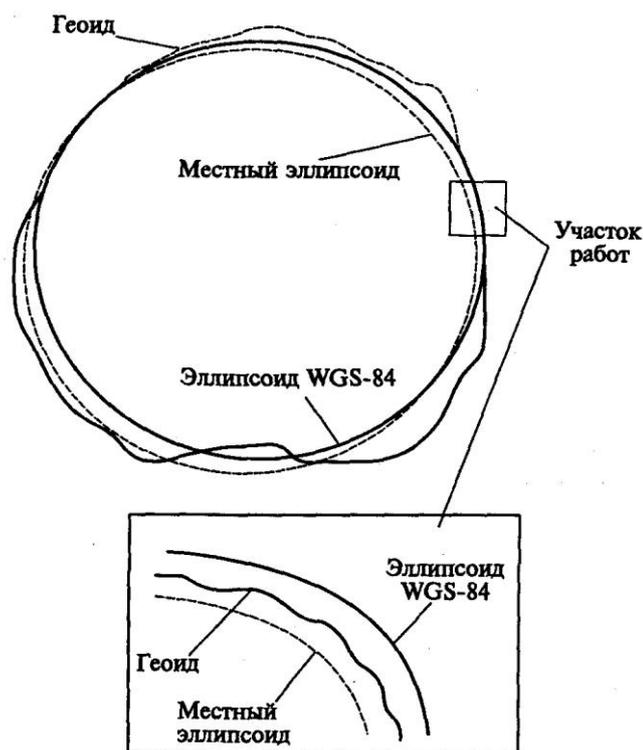


Рис. 13. Взаимное положение поверхности Земли и её моделей – общеземного и местного (референцного) эллипсоида [4]

Во многих случаях практики возможно принимать поверхность Земли за плоскость, в работах по топографии условно считают Землю шаром, равновеликим объёму земному эллипсоиду. В инженерно-геодезических работах поверхности земного эллипсоида и геоида можно считать совпадающими.

3. Метод проекций в геодезии

Для изображения физической поверхности Земли на плоскости применяют *метод проекций* – реальную физическую поверхность Земли проектируют на плоскость или уровенную поверхность. Способов проектирования несколько. При *ортогональном проектировании* линии проектирования перпендикулярны поверхности, на которую проектируют [5].

Пусть на плоскости нужно изобразить значительную территорию Земли. Тогда мы проектируем сначала на уровенную поверхность отвесными линиями (рис. 14).

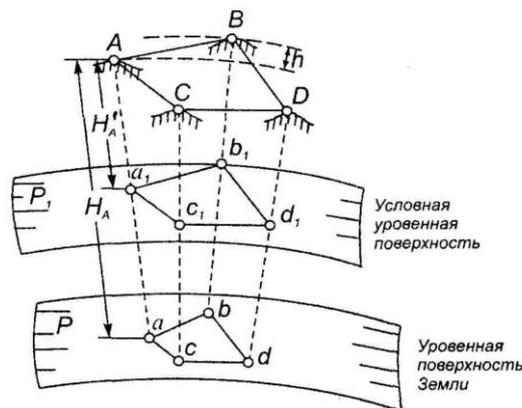


Рис. 14. Проекция большого участка Земли на урениную поверхность [3]

Расстояние по отвесной линии от урениной поверхности до точки физической поверхности Земли называется высотой. Обозначается H_A . Поскольку урениных поверхностей может быть много, то высоты бывают относительные и абсолютные. Если отсчитывают от нулевой урениной поверхности, то высота будет абсолютной. Если отсчёт ведут от произвольной урениной поверхности, то высоты будут относительными. Обычно за начало отсчёта принимают уровень океана или моря в спокойном состоянии.

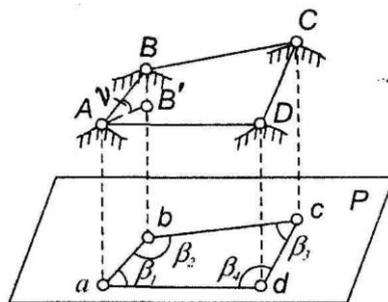


Рис. 15. Проекция небольшого участка Земли на плоскость [3]

В России за начало отсчёта абсолютных высот принят *нуль Крондштадского футштока* (медная доска с горизонтальной чертой, замурованная в гранитный устой моста Обводного канала), соответствующий среднему уровню Балтийского моря по данным многолетних наблюдений. Поэтому в РФ система высот получила название *Балтийской системы высот*.

Численное значение высоты называется *отметкой точки*. Разность двух отметок называется *превышением h* .

Пусть на плоскости необходимо изобразить небольшой участок местности (рис. 15, 16). В этом случае уровенную поверхность можно принять за плоскость. Точки физической поверхности Земли проектируются перпендикулярами, параллельными друг другу. Линии ав, вс... называются горизонтальными проложениями, а углы $\beta_1, \beta_2 \dots$ – горизонтальными углами.

$d = D \cos v$, где v – угол наклона линии местности.

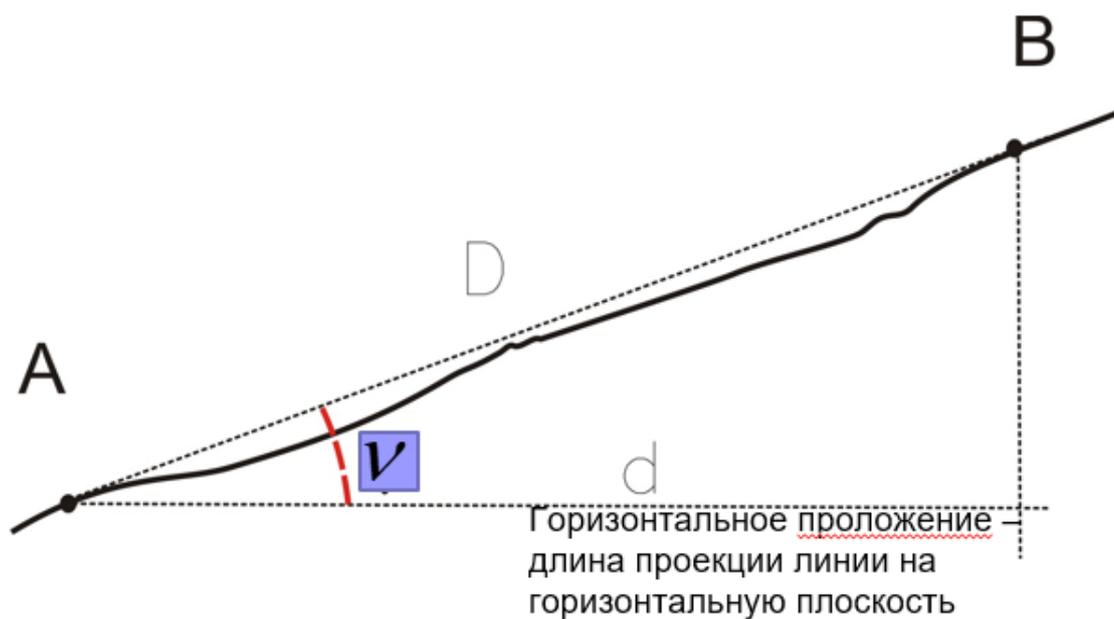


Рис. 16. Проекция небольшого участка Земли на плоскость

4. Роль геодезии в развитии мировой науки

- Геодезические измерения в совокупности с астрономическими наблюдениями дали возможность ученым *определить размеры и форму Земли*.

- Геодезические измерения позволили *определить основную астрономическую единицу, служащую для определения расстояний в окружающем нас космическом пространстве*. Они позволили также установить *единицу измерения длины в метрической системе мер – метр*. Длина метра была определена из результатов градусных измерений французскими учеными Мишеню и Деламбром и в 1799 г. принята условно как 1:40 000 000 Парижского меридиана.

- Только геодезические измерения *позволяют получать точные количественные величины деформации частей земной коры, происходя-*

щей как вследствие вековых тектонических вертикальных и горизонтальных движений материков, так и сдвигов отдельных участков земной поверхности вследствие сейсмической активности и деятельности человека.

▪ Геодезические измерения *лежат в основе картографирования страны*, т. е. в создании всевозможных карт и планов местности.

▪ Они лежат также в основе *изучения гравитационного поля Земли*, т. е. поля, образованного силой тяжести Земли.

▪ Наступление космической эры, появление искусственных спутников Земли и космических аппаратов, запускаемых к отдаленным планетам, было бы невозможно без знания размеров Земли и ее гравитационного поля.

▪ Велико значение геодезии *в военном деле*. Без нее невозможно действие артиллерии, ракетных войск, так как расположение орудий и ракет, расстояний до целей и их положение на местности определяется геодезическими методами. Ведение военных операций, первоначально разыгрываемых на топографических картах, являющихся глазами армии и создаваемых геодезистами, расположение противоборствующих войск и их расквартирование, также связаны с геодезией.

5. Электронные и цифровые карты

До недавнего времени основным носителем топографической информации была бумажная карта. Её недостатки:

- бумага как материал даёт усадку;
- при тиражировании карт на плоттере возникают искажения;
- точность метрических характеристик объектов зависит от масштаба карты.

В настоящее время вместо бумажных карт всё больше используются электронные (ЭК) или цифровые карты (ЦК), а также цифровые модели местности (ЦММ). Это вполне объяснимо, поскольку последние лишены вышеперечисленных недостатков. Кроме того, представление и хранение картографической информации в виде ЭК имеет ряд неоспоримых преимуществ².

ЦММ – модель земной поверхности или её элементов (объектов и явлений), их существенных признаков и взаимосвязей, подлежащих отображению на карте, представленная в цифровой форме в определённой системе координат. Примеры приведены на рис. 17, 18.

² Федотов Г.А. Инженерная геодезия: Учебник. – М.: Высш. Шк 463 с, с. 47

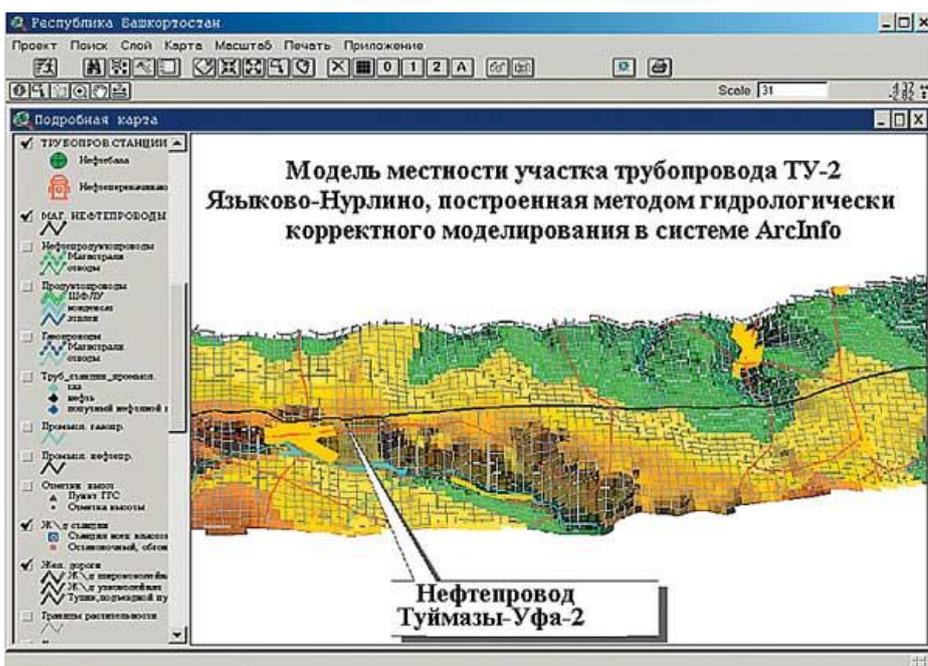


Рис. 17. Пример ЦММ

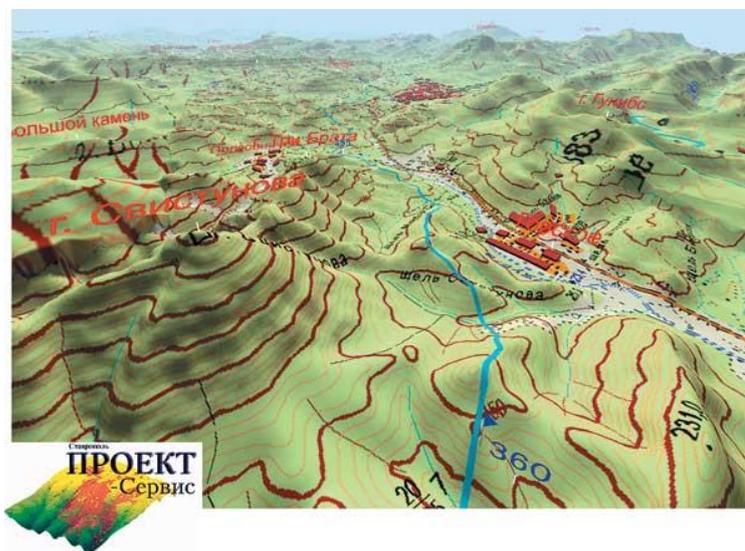


Рис. 18. Пример ЦММ

ЦК – это цифровая модель местности, записанная на машинном носителе в установленных структурах и кодах, сформированная с учётом законов картографической генерализации в принятых для карт проекции, разграфке, системе координат и высот по точности и содержанию, соответствующая карте определенного масштаба (ГОСТ 28441-90).

ЭК – это векторная или растровая карта, сформированная на машинном носителе (например, на оптическом диске) с использованием программных и технических средств в принятой проекции, системе координат и высот, условных знаках, предназначенная для отображения, анализа и моделирования, а также решения информационных и расчётных задач по данным о местности и обстановке³.

Электронные карты отличаются от цифровых тем, что наряду с параметрами цифровых карт (точечные, линейные и площадные объекты имеют пространственные координаты и кодовые обозначения) имеют ещё систему условных знаков и пространственно-логические связи между объектами и элементами изображения.

Для примера ниже приведена карта (рис. 19), составленная на основе карт нефтегазоности М 1:1 млн, на которой показаны конкурсные участки и действующие лицензионные участки



³ Шайтура С.В. Геоинформационные системы и методы их создания. Калуга: Из-во Н. Бочкарёвой, 1998.

Рис. 1.7. Электронная карта «Состояние недропользования в 2004-2005 гг.» (на примере Ямало-Ненецкого АО)⁴



Рис. 20. Учебная электронная карта с номенклатурой листа У-35-38-А-в-3

Пространственная информация на электронных картах реализуется в виде слоёв (рис. 21).



Рис. 21. Слои электронной карты

Литература к лекции 1

⁴ http://geobute.ru/img_emalo_region

1. Инженерная геодезия. Учеб. для вузов/ Е.Б. Ключин, М.И. Киселёв, Д.Ш.Михелёв, В.Д. Фельдман; Под ред. Д.Ш. Михелёва. – 2-е изд. Испр. – М.: Высш. Шк., 2001. – 464 с.
2. ГОСТ 22268-76 Геодезия. Термины и определения.
3. Геодезия :учебное пособие для вузов/ Г.Г. Поклад, С.П. Гриднев. — М .: Академический Проект, 2007. – 590 с.
4. Основы геоинформатики: В 2 кн. Кн. 1: Учеб. пособие для студ. вузов / Е.Г.Капралов, А.В.Кошкарёв, В.С.Тикунов и. др.; Под ред. В.С.Тикунова. — М.: Издательский центр «Академия», 2004. — 352 с.
5. Инженерная геодезия. Учебник / Г.А. Федотов. – 3-е изд. Испр. – М.: Высш. Шк., 2006. – 463 с.
6. ГОСТ 28441-90. Картография цифровая. Термины и определения
7. Шайтура С.В. Геоинформационные системы и методы их создания. Калуга: Изд-во Н. Бочкарёвой, 1998 г.
8. Пандул И.С. Зверевич В.В. Исторические и философские аспекты геодезии и маркшейдерии. – СПб.: Политехника, 2008. – 333 с.
9. Серапинас, Математическая картография, 2005