

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	6
ВВЕДЕНИЕ.....	7
Глава 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ	9
1.1. Понятие о фигуре и размерах Земли	9
1.2. Метод проекций. Системы координат и высот, применяемые в геодезии.....	10
1.3. План и карта. Понятие о проекции Гаусса – Крюгера	14
1.4. Ориентирование линий. Связь и взаимные преобразования ориентирных углов	15
1.5. Решение прямой и обратной геодезических задач	18
Глава 2. ТОПОГРАФИЧЕСКИЕ КАРТЫ И ПЛАНЫ	20
2.1. Масштабы	20
2.2. Разграфка и номенклатура топографических карт и планов	20
2.3. Условные знаки на планах и картах	23
2.4. Формы рельефа местности и его изображение.....	23
2.5. Решение задач по топографическим планам и картам.....	25
Глава 3. ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ПОГРЕШНОСТЕЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ.....	28
3.1. Методы и виды измерений	28
3.2. Классификация погрешностей измерений. Свойства случайных погрешностей измерений	30
3.3. Критерии точности результатов измерений	35
3.4. Среднеквадратические погрешности функций измеренных величин	36
3.5. Математическая обработка результатов измерений одной величины.....	38
3.6. Понятие о неравноточных измерениях	42
3.7. Оценка точности по разностям двойных равноточных и неравноточных измерений	44
Глава 4. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ НА МЕСТНОСТИ	47
4.1. Линейные измерения.....	47
4.2. Угловые измерения	50
4.3. Высотные измерения	57
Глава 5. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ СЕТИ	65
5.1. Понятие плановой геодезической и нивелирной сетей	65
5.2. Способы построения плановых геодезических сетей	67
5.3. Государственные геодезические сети и сети сгущения	71
5.4. Специальные сети. Местные сети.....	73
5.5. Создание высотных геодезических сетей	74
5.6. Гравиметрические сети	75
Глава 6. ТОПОГРАФИЧЕСКИЕ СЪЕМКИ.....	77
6.1. Общие сведения о топографических съемках.....	77
6.2. Обоснование топографических съемок	77
6.3. Теодолитно-высотная съемка.....	79
6.4. Тахеометрическая съемка. Съемка ситуации и рельефа.....	80
6.5. Приборы, применяемые при тахеометрической съемке.....	81
6.6. Способы нивелирования поверхности как метода съемки.....	87
6.7. Фототопографические съемки	88
Глава 7. ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА	105
7.1. Виды и задачи инженерных изысканий.....	105
7.2. Изыскания площадных сооружений.....	106
7.3. Изыскания линейных сооружений	108
7.4. Современные методы инженерных изысканий.....	110
7.5. Охрана труда.....	110

Глава 8. Инженерные опорные геодезические сети.....	112
8.1. Особенности опорных сетей	112
8.2. Плановые опорные сети	113
8.3. Высотные опорные сети	117
Глава 9. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАЗБИВОЧНЫЕ РАБОТЫ.....	120
9.1. Элементы геодезических разбивочных работ	120
9.2. Способы разбивочных работ	124
9.3. Геодезическая разбивочная основа на строительных площадках	130
9.4. Общая технология разбивочных работ	131
Глава 10. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ ПЛАНИРОВКЕ И ЗАСТРОЙКЕ ТЕРРИТОРИЙ.....	133
10.1. Планировка и проектирование городской территории.....	133
10.2. Вынесение в натуру и закрепление красных линий, осей проездов, зданий и сооружений	134
10.3. Вертикальная планировка городских территорий.....	135
Глава 11. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ.....	140
11.1. Проект производства геодезических работ	141
11.2. Создание внешней разбивочной основы здания	142
11.3. Разбивка котлована. Контроль раскопки котлована по высоте и в плане	145
11.4. Внутренняя разбивочная основа	157
Глава 12. СТРОИТЕЛЬСТВО ПРОМЫШЛЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ	160
12.1. Разбивка промышленных сооружений	160
12.2. Разбивка и выверка подкрановых путей	162
Глава 13. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ УНИКАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ.....	167
13.1. Геодезические работы при строительстве атомных и тепловых электростанций	167
13.2. Геодезические работы при строительстве высотных и большепролетных зданий	169
Глава 14. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ СООРУЖЕНИЙ	172
14.1. Виды деформаций сооружений и причины их возникновения	172
14.2. Наблюдения за деформациями сооружений.....	173
14.3. Расположение деформационных знаков и опорных геодезических сетей для измерения деформаций зданий и сооружений	174
14.4. Методы определения деформаций сооружений	174
Глава 15. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ	182
15.1. Геодезическое обеспечение гидрометеорологических изысканий	182
15.2. Перенесение контуров водохранилища. Разбивка осей гидротехнических сооружений	182
15.3. Гидротехнические сооружения и состав геодезических работ при их возведении	184
15.4. Геодезическое обоснование для строительства гидротехнических сооружений	185
Библиографический список	187

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящий учебник «Инженерная геодезия» написан в соответствии с учебными программами подготовки инженеров по направлениям «Строительство», «Строительство уникальных зданий и сооружений» и предназначен для обучающихся строительных специальностей; также он будет полезен обучающимся по направлению подготовки «Архитектура».

При создании учебника учитывались требования действующих сводов правил, инструкций и методических указаний, а также современное состояние инженерной геодезии.

Основной целью данного учебника является систематическое изложение теоретических и практических вопросов инженерной геодезии, которое позволяет обучающимся строительных специальностей углубленно изучать и при необходимости самостоятельно осваивать основы геодезии, устройство и порядок работы с геодезическими приборами, строительные нормы и правила; при осуществлении обучающимися профессиональных обязанностей квалифицированно ставить задачи перед геодезическими службами и оценивать результаты их работы.

Учебник подготовлен коллективом авторов кафедры инженерных изысканий и геоэкологии НИУ МГСУ. Главы 1, 2, 7 (п. 7.5) написаны С.В. Шендяпиной; главы 3, 6 (п. 6.1–6.6), 7 (п. 7.1–7.4), 12, 13, 15 — В.В. Симоняном; главы 4, 9, 11 — И.Ю. Яковлевой; главы 6 (п. 6.7), 10, 14 — Н.С. Роговой; главы 5, 8 — А.В. Лабузновым.

ВВЕДЕНИЕ

В современном строительстве геодезия занимает весьма значимое место, работа геодезиста начинается задолго до принятия решения о строительстве и не заканчивается после сдачи объекта в эксплуатацию. Инженер-строитель как специалист широкого профиля при сотрудничестве с инженером-геодезистом должен иметь представление обо всех этапах геодезического сопровождения строительства, знать основные виды геодезических работ и порядок их выполнения, должен уметь сформулировать требования и принять результаты работы геодезиста.

Геодезические знания начали формироваться еще в Древнем мире, их следы находятся в египетских папирусах и месопотамских глиняных табличках. Первые египетские землемеры, гарпедонапты, как их называет Геродот, умели восстановить границы земельного участка, определить его площадь. Эти знания почти без изменений использовались вплоть до заката Римской империи, когда используемые римлянами формулы стали грубо приближенными (так, площадь четырехугольника определяли как произведение полусумм противоположных сторон, что удовлетворительно только для фигур, близких к прямоугольникам).

Геодезия как наука начала формироваться в Древней Греции и даже на протяжении определенного периода наравне с арифметикой, геометрией, астрономией и музыкой входила в свободные искусства. Происхождение термина «геодезия» туманно: одни исследователи связывают его с Аристотелем, другие — относят появление термина к более ранним эпохам. Свидетельством высочайшего мастерства древних геодезистов являются водопровод и относящийся к нему Эвпалинов туннель на о. Самос.

Прекрасным достижением античной геодезии было определение Эратосфеном (III в. до н.э.) длины экватора с ошибкой всего в сотню километров. К сожалению, его сочинения до нас не дошли и известны только по пересказу Страбона (I в. до н.э. — I в. н.э.).

Древнейшим сохранившимся геодезическим сочинением следует признать трактат «О диоптре», написанный Героном Александрийским (предп. I в. до н.э.). В этом сочинении описывается дальний предшественник современного теодолита и приводятся решения геодезических задач с помощью выполненных диоптрой геометрических построений.

В Новое время развитие геодезии ознаменовалось двумя крупными достижениями. В 1615–1617 гг. В. Снеллиус разработал и применил к измерению длины дуги меридиана метод триангуляции. И. Ньютон теоретически определил величину полярного сжатия Земли. Для подтверждения (или опровержения) данного факта были организованы экспедиции П. Бугера и Ш.М. де ла Кондамина на территорию современного Эквадора и П.-Л. де Мопертюи и А.К. Клеро в Лапландию. Результаты выполненных измерений окончательно подтвердили правоту Ньютона.

Венцом измерений дуг меридианов и определений истинных размеров земного шара стало создание дуги Струве, состоящей из 265 триангуляционных пунктов (образующих 258 треугольников). С 1816 по 1855 год под руководством В.Я. Струве и К.И. Теннера проводились геодезические измерения, сначала имевшие целью создать основу для картографирования западных земель Российской империи, а в дальнейшем ставшие основой государственной геодезической сети.

Одним из крупнейших достижений советской геодезии является решение М.С. Молоденским в 50-е гг. XX в. проблемы регуляризации Земли — определения формы уровенной поверхности; основной проблемой является необходимость «переноса» всех гравитирующих масс под уровенную поверхность без изменения ее формы. Достигнуто это было путем введения понятия квазигеоида — фигуры, весьма близкой к геоиду, но практически определимой.

Дальнейшее развитие геодезии было тесно связано с развитием приборной базы. Усовершенствование как угломерной техники, так и фотограмметрического оборудования повысило скорость и точность геодезических измерений. Создание тахеометра и чуть позднее лазерного сканера привело к революционному перевороту в измерительной практике. В настоящее время существенные преобразования происходят в связи с развитием информационной техники; бурно развиваются геоинформационные системы, а также методы обработки и репрезентации больших массивов геоданных.

Согласно Градостроительному кодексу Российской Федерации (статья 1, пункт 15) инженерные изыскания — это «изучение природных условий и факторов техногенного воздействия в целях рационального и безопасного использования территорий и земельных участков»¹, а также подготовка необходимых материалов для территориального планирования и планировки территории, а также архитектурно-строительного проектирования.

Инженерно-геодезические изыскания выполняются для построения планов и карт, профилей, получения данных о существующих и строящихся зданиях и сооружениях, для выявления опасных природных процессов, необходимых при градостроительной деятельности.

Инженерно-геодезическим изысканиям, геодезическим работам, выполняемым при изысканиях, основным понятиям, методам и приборам посвящен настоящий учебник.

¹ Градостроительный кодекс Российской Федерации : Федеральный закон № 190-ФЗ : [принят Государственной Думой 22 декабря 2004 г. : одобрен Советом Федерации 24 декабря 2004 г.]. — Москва : ЦЕНТРАГ, 2022. — 502 с. — ISBN 978-5-203080-16-5.

Глава 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1. Понятие о фигуре и размерах Земли

При решении различных задач требуется знать форму и размеры Земли.

Земля имеет сложную фигуру. Сложность этой фигуры обусловлена наличием материков (29 % поверхности Земли) и Мирового океана (71 %), а также неравномерным распределением масс в теле Земли. В связи с этим ее невозможно выразить какой-либо математической формулой. Поэтому в геодезии введено понятие *уровенной поверхности*.

Уровенная поверхность в каждой точке пересекает направление отвесной линии (направление силы тяжести) под прямым углом, которое зависит от распределения масс в теле Земли. Следовательно, уровенную поверхность мысленно можно провести через любую точку на физической поверхности земли, под землей и над землей.

Поскольку большую часть поверхности Земли занимают моря и океаны, то за форму Земли можно принять уровенную поверхность, совпадающую с поверхностью воды Мирового океана, мысленно продолженную под материками. Фигура Земли, образованная уровенной поверхностью, получила название *геоид* (рис. 1.1).

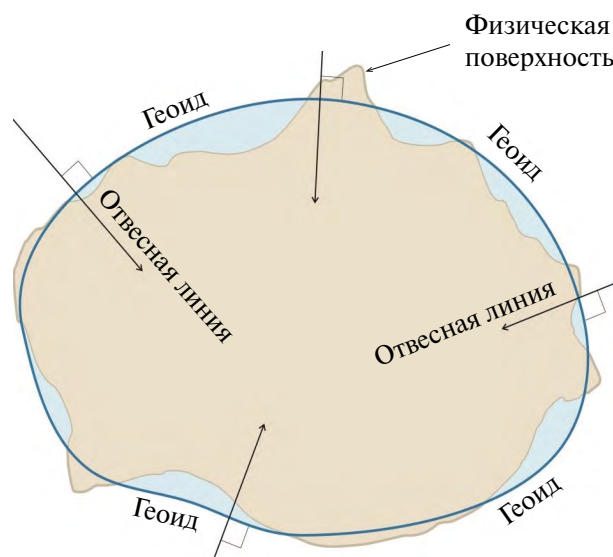


Рис. 1.1. Геоид

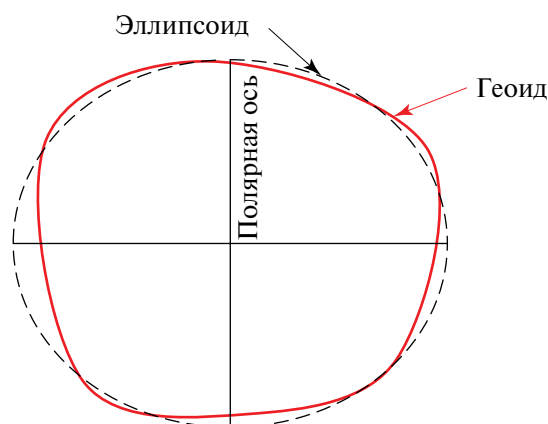


Рис. 1.2. Эллипсоид вращения

Но и поверхность геоида вследствие неравномерного размещения масс в теле Земли сложная и не может быть выражена какой-либо математической формулой. Поэтому ее заменяют другой, более простой поверхностью.

Исследованиями установлено, что фигура геоида наиболее близка к поверхности эллипсоида вращения, т.е. тела, получающегося от вращения эллипса вокруг его малой (полярной) оси (рис. 1.2).

Размеры эллипсоида характеризуются длинами большой a и малой b полуосей и сжатием α .

Чтобы земной эллипсоид ближе подходил к геоиду, его необходимо соответственно расположить в теле Земли, т.е. сориентировать. Такой эллипсоид называется *референц-эллипсоидом*.

В нашей стране приняты размеры референц-эллипсоида Красовского: $a = 6\,378\,245$ м, $b = 6\,356\,863$ м, $\alpha = 1:298,3$ (рис. 1.3).

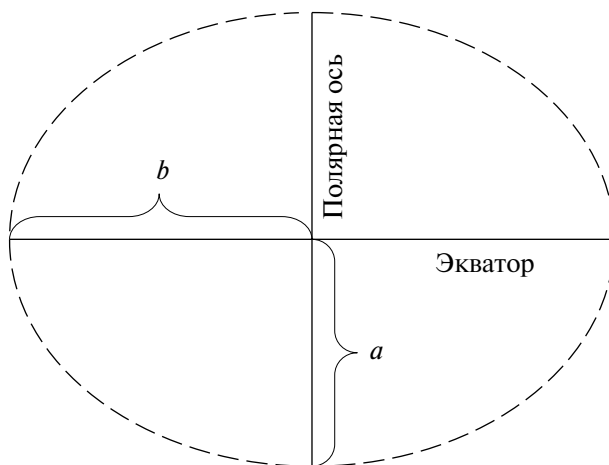


Рис. 1.3. Элементы земного эллипсоида

1.2. Метод проекций. Системы координат и высот, применяемые в геодезии

На местности точки, линии, углы и контуры располагаются на неровностях земной поверхности. При изучении физической земной поверхности все ее точки предварительно проектируют на принятую уровенную поверхность по линиям, перпендикулярным к этой поверхности. Такое проектирование называют *ортогональным*. Каждой точке на физической поверхности соответствует точка на уровенной поверхности.

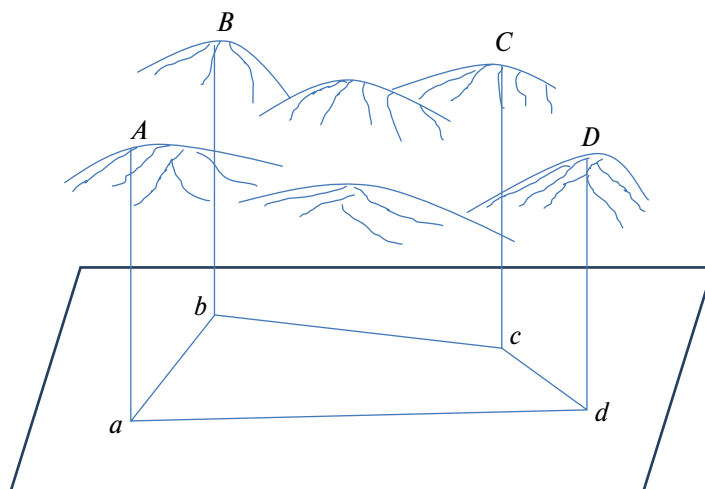


Рис. 1.4. Горизонтальная проекция местности

Пусть требуется узнать форму и размер многоугольника $ABCD$, расположенного на местности (рис. 1.4). Взаимное положение точек A, B, C, D на местности определяют измерением расстояний AB, BC, CD, DA , которые затем проектируют по отвесным линиям

на горизонтальную плоскость. Точки a, b, c, d являются ортогональными проекциями соответствующих точек A, B, C, D местности. Многоугольник $abcd$ является ортогональной проекцией многоугольника $ABCD$ местности.

Системы координат и высот, применяемые в геодезии

Координатами называют линейные и угловые величины, определяющие положение точек на какой-либо поверхности или в пространстве. Линии и плоскости, относительно которых определяется положение точек, называются соответственно *осями координат* и *координатными плоскостями*.

В геодезии применяются географические, плоские прямоугольные и полярные координаты.

Географическая система координат

Для определения положения точек на сферической поверхности Земли используются географические координаты: широта и долгота.

Географической широтой φ точки A называют угол, заключенный между отвесной линией, проходящей эту точку и плоскостью экватора (Θ) (рис. 1.5).

Географической долготой λ точки A называют двугранный угол, заключенный между плоскостью меридиана, проходящего через эту точку, и плоскостью начального меридиана (M_0).

Широты бывают северные и южные, изменяются от 0° на экваторе до 90° на земных полюсах (P и P'). Счет долгот идет от Гринвичского меридиана в направлении с запада на восток (восточная долгота) и с востока на запад (западная долгота); долготы изменяются от 0° до 180° . Линия, проходящая через точки с одинаковыми широтами, называется *параллелью* (Π), а с одинаковыми долготами — *меридианами* (M).

Прямоугольная система координат

Положение точки на плоскости определяется относительно осей прямоугольных координат: оси абсцисс x и оси ординат y (рис. 1.6). При этом, в отличие от математики, наименование координатных осей в геодезии изменено. Нумерация четвертей и счет углов ведутся по часовой стрелке от северного направления оси x . Знаки координат зависят от четверти, в которой находится точка.

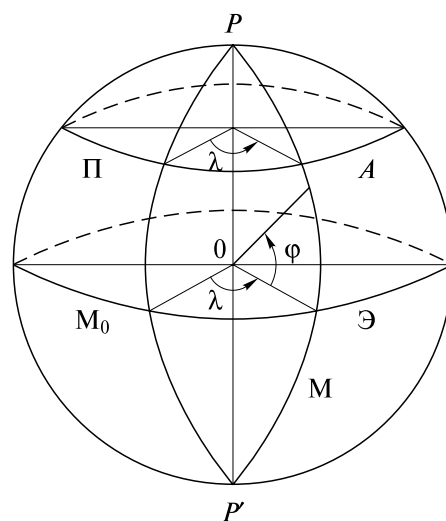


Рис. 1.5. Географические координаты

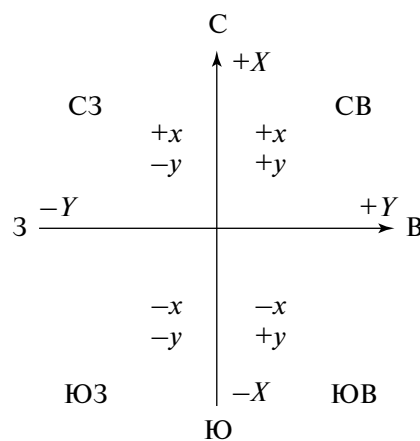


Рис. 1.6. Прямоугольная система координат

Система плоских прямоугольных координат Гаусса – Крюгера

Данную систему используют при крупномасштабном изображении значительных частей земной поверхности на плоскости. Система координат обладает особенностями, зависящими от выбранной проекции, т.е. метода отображения земной поверхности на плоскость. Для крупномасштабного картографирования необходима проекция, обеспечивающая сохранение подобного изображения фигур при переходе с поверхности шара на плоскость; возникающие при этом искажения размеров фигур должны быть малы и легко

учитываться. Данным требованиям отвечает поперечно-цилиндрическая равноугольная проекция Гаусса – Крюгера. Изображение поверхности земного шара на плоскости в проекции Гаусса – Крюгера получают следующим образом. Поверхность разбивают меридианами на зоны шириной 3° или 6° по долготе. Земной шар вписывают в цилиндр так, чтобы плоскость экватора совместилась с осью цилиндра. После проектирования боковую поверхность цилиндра разворачивают в плоскость, разрезав ее по образующим, проходящим через полюса.

Выбор размера зоны зависит от масштаба выполняемых в данном районе съемок. Так, при составлении карт в масштабах 1:10 000 и мельче применяют шестиградусные зоны, для масштаба 1:5000 и крупнее — трехградусные. Нумерация зон начинается с запада на восток от меридиана с долготой 0° , т.е. от Гринвичского меридиана, и обозначается арабскими цифрами. Всего 60 зон (рис. 1.7).

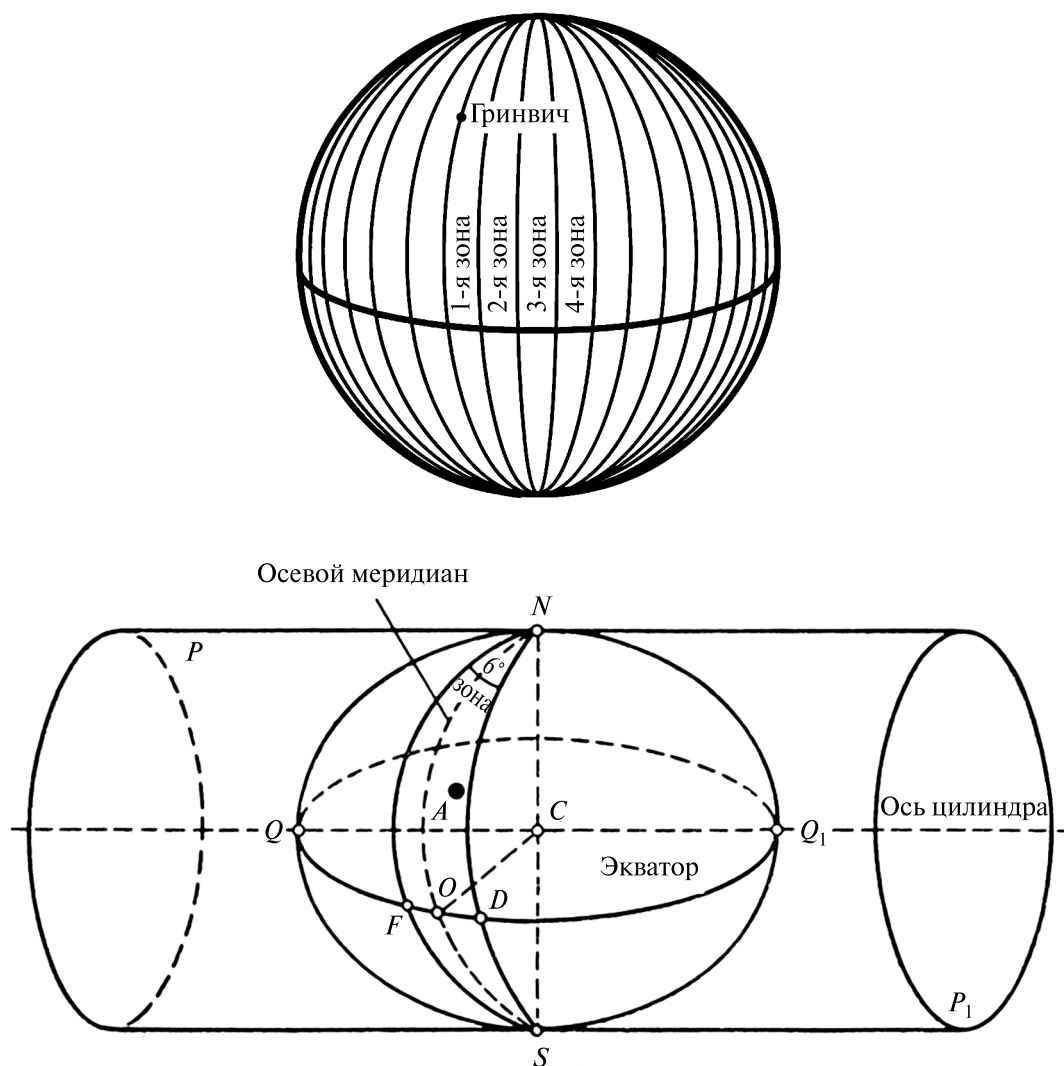


Рис. 1.7. Зональная система координат Гаусса – Крюгера

В каждой зоне проводится осевой меридиан, совпадающий с осью абсцисс; ось ординат совпадает с изображением экватора. За начало отсчета в каждой зоне принимают точку пересечения осевого меридиана и экватора. Для решения задач на плоскости на картах проводят прямоугольную координатную сетку, состоящую из прямых линий, параллельных осевому меридиану и экватору (рис. 1.8).

Таким образом, координатами какой-либо точки зоны являются ее расстояние от экватора (X) и от осевого меридиана (Y).

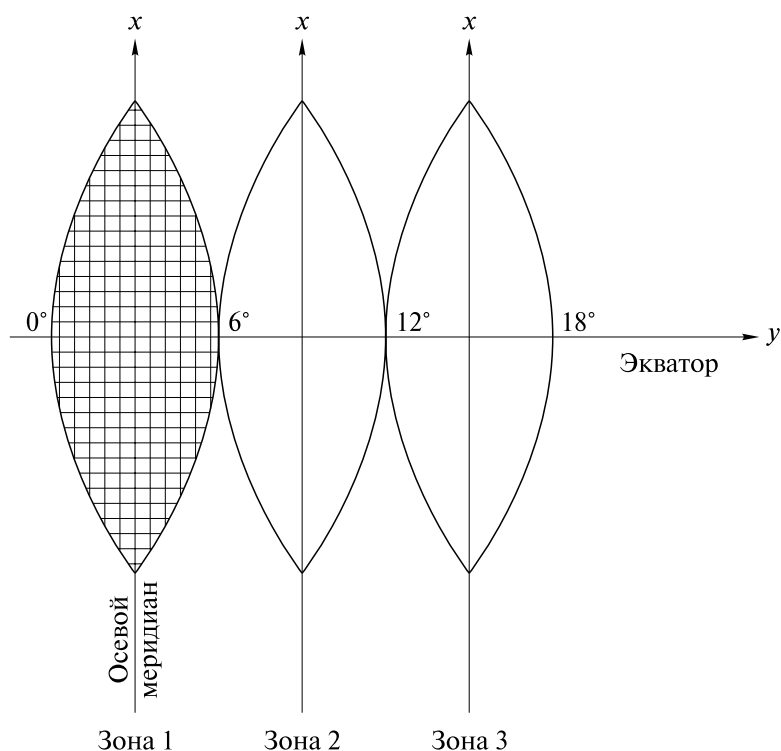


Рис. 1.8. Изображение зон на плоскости

Абсциссы, отсчитываемые от экватора к северному полюсу, считаются положительными, к южному — отрицательными; значения ординат от осевого меридиана на восток положительны, на запад — отрицательны. Точка A_1 будет иметь координаты: X_A ; Y_A .

Для территории России, расположенной к северу от экватора, абсциссы всегда положительны. Для того чтобы и ординаты были только положительными, ординату осевого меридиана принимают не за ноль, а за 500 км, т.е. начало координат в каждой зоне перемещают на запад на 500 км (рис. 1.9).

Впереди измененной ординаты пишут номер зоны, в которой находится данная точка. Такие ординаты называются *преобразованными*.

Например: точка расположена в 4-й зоне на 189 000 м западнее осевого меридиана. Тогда ее преобразованная ордината будет равна 4 311 000 м, т.е. 500 000 — 189 000. Если точка расположена восточнее осевого меридиана на 86 000 м, то преобразованная ордината этой точки будет равна $(500\,000 + 86\,000) = 4\,586\,000$ м.

Полярная система координат

В полярной системе координат (рис. 1.10) положение любой точки A на плоскости определяется радиус-вектором r , исходящим из точки O , называемой полюсом, и углом β , отсчитываемым по ходу часовой стрелки от линии OX (полярной оси) до радиус-вектора.

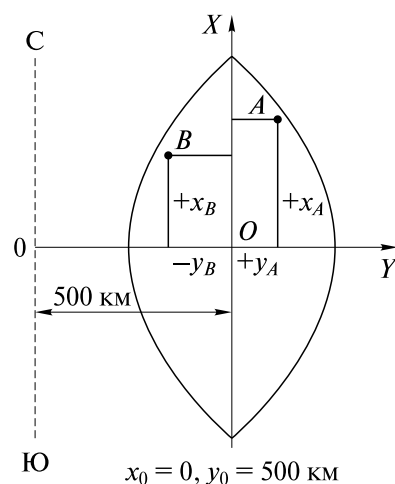


Рис. 1.9. Преобразование ординат

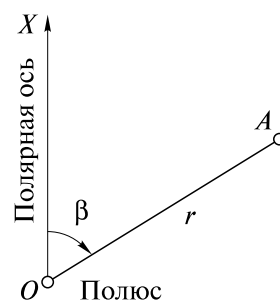


Рис. 1.10. Полярная система координат

Система высот

Для определения положения точек на физической поверхности Земли недостаточно знать только две их плановые координаты X и Y . Необходима третья координата, характеризующая отстояние точки земной поверхности от условной поверхности или уровенной.

Расстояние от точки на земной поверхности по отвесной линии до уровенной поверхности называется *высотой*.

Если в качестве отсчетной уровенной поверхности принимается поверхность геоида (т.е. основная уровенная поверхность, совпадающая с поверхностью Мирового океана), то такую высоту называют *абсолютной*.

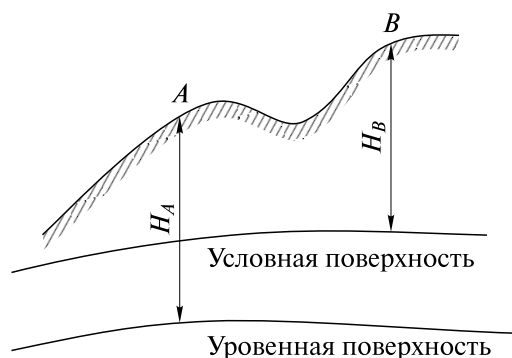


Рис. 1.11. Абсолютные и условные высоты:

H_A — абсолютная высота;

H_B — условная высота

Если же в качестве отсчетной для высот берется какая-то другая, отличная от геоида уровенная поверхность, то такую высоту принято называть *условной* (рис. 1.11).

Условные высоты могут использоваться при изучении небольших участков земной поверхности, а также при проектировании, строительстве и обустройстве отдельных объектов недвижимости, когда положение этих участков и объектов относительно уровня моря не играет никакой роли.

При изучении значительных участков земной поверхности пользуются абсолютными высотами.

В России за начало счета абсолютных высот принята уровенная поверхность, совпадающая со средним уровнем Балтийского моря. В связи с этим принятую систему высот называют *Балтийской*.

В гражданском и промышленном строительстве при проектировании и возведении зданий и сооружений применяют условную систему высот. При этом за отсчетную поверхность принимают поверхность, совпадающую с полом первого этажа жилого дома или полом цеха.

Числовое значение высот точек называют *отметкой*. Разность отметок двух точек называется *превышением*.

1.3. План и карта. Понятие о проекции Гаусса – Крюгера

План и карта — топографические материалы, являющиеся уменьшенным спроецированным изображением земной поверхности на плоскость. Чтобы получить план местности, точки и линии местности проецируют на горизонтальную плоскость перпендикулярами и полученное горизонтальное проложение уменьшают в определенное число раз. *Топографическим планом* называется уменьшенное и подобное изображение на плоскости участка земной поверхности, на котором изображаются ситуация и рельеф местности. *Ситуацией* называют совокупность предметов местности (дома, дороги, реки и т.д.). *Рельефом* называют совокупность неровностей земной поверхности (горы, овраги и т.д.). Составленный без изображения рельефа план местности называют *ситуационным (контурным)*. При ортогональном проецировании на горизонтальную плоскость участков земной поверхности размером, не превышающим 20×20 км², изображение считают *подобным* (считается, что данную площадь земной поверхности можно изобразить на плане практически без искажений, т.е. без учета кривизны Земли). Следует отметить, что если кривизна Земли практически не сказывается на длине линии, то для превышений между точками дело обстоит иначе. Так, на расстоянии 100 м при геометрическом нивелировании ошибка, вызванная пренебрежением кривизной Земли, составит 0,8 мм, а на расстоянии 500 м — уже почти 21 мм. Приблизительно подсчитать ошибку можно по формуле $k = d^2/2R$.

Изображение больших по размерам участков земной поверхности нельзя получить без учета кривизны Земли, т.е. с сохранением подобия. Такие участки ортогонально проецируют на поверхность эллипсоида и переносят на плоскость по определенным математическим законам, которые называются *картографическими проекциями*.

Картой называют уменьшенное, обобщенное, построенное по определенным математическим законам изображение на плоскости всей Земли либо значительных ее частей с учетом кривизны урванной поверхности.

Составленная в проекции Гаусса – Крюгера карта, содержащая изображение ситуации и рельефа, называется *топографической картой*.

Карты, в зависимости от масштаба, условно подразделяют на крупномасштабные — 1:100 000 и крупнее, среднемасштабные — от 1:200 000 до 1:1 000 000 и мелкомасштабные — мельче 1:1 000 000.

Для составления планов применяют масштабы 1:200, 1:500, 1:1000, 1:2000 и 1:5000.

Также к топографическим материалам относят *профили местности*, представляющие собой уменьшенное изображение вертикального разреза земной поверхности вдоль выбранного направления (рис. 1.12).

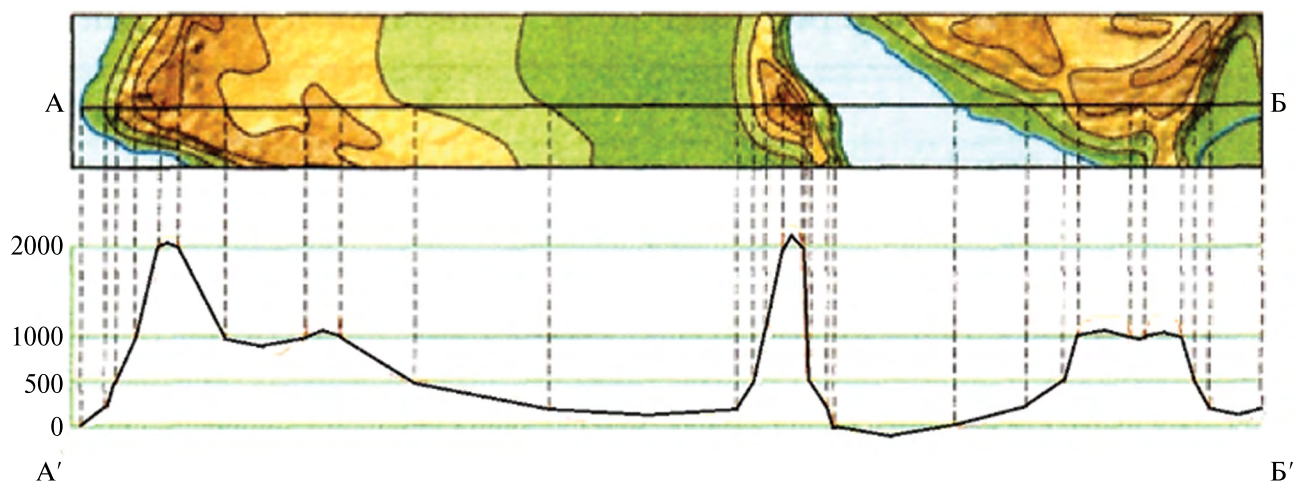


Рис. 1.12. Профиль местности

Разрез местности, как правило, представляет собой кривую линию, но на профиле ее изображают в виде ломаной, где поворотные точки ломаной — характерные точки местности. Для наглядности вертикальные отрезки изображают в более крупном масштабе, чем горизонтальные (как правило, вертикальный масштаб берут в десять раз крупнее горизонтального).

1.4. Ориентирование линий.

Связь и взаимные преобразования ориентирных углов

При выполнении геодезических работ на местности и проектировочных работ на картах и планах необходимо определить положение линий относительно сторон света или какого-нибудь направления, принимаемого за исходное, т.е. сориентировать.

В качестве исходных используют направление $N^И$ истинного (географического) меридиана, направление $N^М$ магнитного меридиана, направление $N^О$ осевого меридиана зоны или направления, параллельного ему.

Направление $N^И$ — это горизонтальная линия в плоскости географического меридиана. Оно указывает на северный географический полюс Земли. Направление $N^М$ — это горизонтальная линия в плоскости магнитного меридиана, т.е. отвесной плоскости, проходящей через ось свободно подвешенной магнитной стрелки. Из-за неравномерности распределения магнитных масс в теле Земли направление магнитного меридиана не со-

впадает с направлением на магнитный полюс. По этой причине, а также из-за несовпадения магнитного и географического полюсов между магнитным и истинным меридианом образуется угол δ , называемый *склонением магнитной стрелки*. Этот угол отсчитывают от истинного меридиана к магнитному. Восточному склонению приписывают знак плюс, западному — знак минус. Направление N^0 — это направление, как правило, параллельное осевому меридиану или оси абсцисс координатной сетки зоны. Если точка расположена на осевом меридиане, то направления N^0 и $N^И$ совпадают. Если точка лежит не на осевом меридиане, то между линией, параллельной осевому меридиану, и истинным меридианом образуется угол γ . Этот угол называют *сближением меридианов*. Он отсчитывается от истинного меридиана к осевому меридиану. Восточному сближению приписывают знак плюс, западному — минус.

Ориентирование линии местности относительно исходных направлений осуществляют с помощью *ориентирных углов* (рис. 1.13).

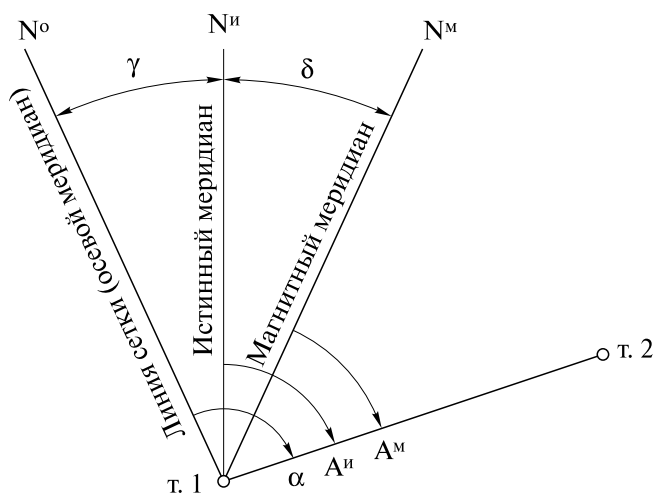


Рис. 1.13. Ориентирные углы

Угол между северным направлением $N^И$ истинного меридиана и направлением данной линии называют *истинным азимутом*. Истинный азимут $A^И$ отсчитывают от истинного меридиана по направлению часовой стрелки. Он изменяется от 0° до 360° . Угол между северным направлением магнитного меридиана и направлением данной линии называют *магнитным азимутом*. Магнитный азимут $A^М$ отсчитывается от магнитного меридиана по ходу часовой стрелки. Угол между северным направлением N^0 осевого меридиана и направлением данной линии называют *дирекционным углом*. Дирекционный угол α отсчитывается от осевого меридиана по ходу часовой стрелки и может принимать значения от 0° до 360° . На топографических картах и планах параллельные осевому меридиану линии нанесены в виде вертикальных линий координатной (как правило, километровой) сетки. *Румбом* называют острый горизонтальный угол между ближайшим (северным или южным) направлением осевого меридиана и данной линией.

Связь между истинными и магнитными азимутами

Для перехода от магнитного азимута к истинному азимуту необходимо знать величину и название склонения магнитной стрелки. Склонение бывает восточным δ_B или западным δ_3 .

Из рис. 1.14 следует, что связь азимутов истинного и магнитного описывается формулами:

$$A^И = A^М + \delta_B;$$

$$A^И = A^М - \delta_3.$$

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru