

ПРЕДИСЛОВИЕ

Любые строительные работы начинаются с геодезической съемки – первого этапа строительных работ. При постройке зданий, инженерных конструкций, таких как мосты и тоннели, других сооружений сначала необходимо точно определить площадь, форму строительного участка и разницу высот на нем. На основании полученных данных создается план сооружения или конструкции, а затем начинается строительство. Если в этих данных содержатся ошибки, то они могут оказать негативное влияние на весь процесс строительства. Поэтому необходимо постоянно проводить проверки, идет ли все в соответствии с планом. Для этого и необходима геодезия. А следовательно, знание ее совершенно необходимо при строительстве объектов общественной инфраструктуры.

Мы, авторы, расположили материал так, чтобы эта книга смогла стать введением в геодезию для тех, кто изучает ее в университетах и технических училищах. Из всех способов геодезической съемки в книге отображены только основные методы, о которых говорится в курсах «Измерение расстояний», «Теодолитная съемка», «Мензольная съемка», «Нивелирование». Объяснения даются доступно, в формате манги. Вдобавок, чтобы объяснить базовые принципы геодезической съемки, герои книги проводят ее с помощью традиционных приборов и устройств, а не новейшего оборудования. Цель книги – дать общее понятие о геодезической съемке и помочь разобраться в процессе с помощью манги. Мы надеемся, что после знакомства с этой книгой, читатель, который пожелает приобрести более прочные знания, обратится к специализированным изданиям.

Чтобы стать специалистом по геодезии, крайне важно понимать, почему случаются ошибки измерения. Задумывались ли вы когда-нибудь о том, что измерения, проводимые такими привычными средствами, как линейки, содержат ошибки? Действительно, измерения с помощью линеек не совсем точны. На точность измерения влияет даже температура материала. И это не единственный пример ошибок измерения: как говорят, в мире нет ничего совершенного, так и в измерении нельзя обойтись без ошибок. Поэтому геодезист должен обращать внимание на то, чтобы вовремя принимать меры, с целью свести вероятность ошибки к нулю.

Напоследок, мы тепло благодарим Ёсино Харука, которая помогла перевести трудные словесные объяснения в более доступные, в формате манги; продакшн-компанию Pulse Creative House, и издательство Ohmsha за возможность написать эту книгу.

*Сентябрь 2008
Курихара Норихико,
Сато Ясуо*

СОДЕРЖАНИЕ

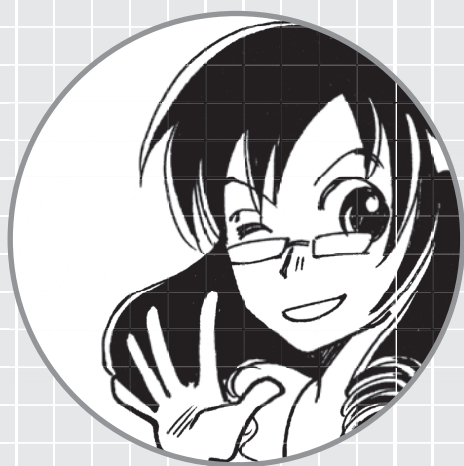
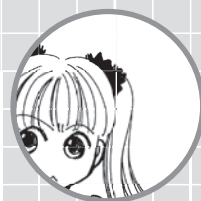
Предисловие	V
Пролог	1
Глава 1. ОСНОВНЫЕ ЗНАНИЯ О СЪЕМКЕ.....	11
1.1. Что такое съемка?.....	12
Находим местоположение на координатной плоскости.....	19
Выражаем положение в пространственной системе отсчета.....	23
Три основных элемента съемки	24
1.2. Как выразить положение с помощью геодезических пунктов	28
Государственный стандарт: пункты триангуляции.....	28
Земной стандарт - широта и долгота	30
Стандарт высоты - реперные точки	32
1.3. Ошибки в измерении	36
Подведем итоги	
Форма и вид Земли.....	39
Меры длины.....	41
Геодезическая съемка в Японии	43
Стандарты измерения в Японии: пункты триангуляции и реперные точки	50
Глава 2. ИЗМЕРЕНИЕ РАССТОЯНИЙ.....	53
2.1. Как измерять расстояние	54
Подумаем о расстоянии.....	55
2.2. Как измерить расстояние на склоне	58
Непосредственное измерение горизонтального расстояния с помощью рулетки	58
Непосредственное измерение наклонного расстояния при помощи рулетки.....	60

2.3. Как найти горизонтальное расстояние, зная наклонное	74
В кабинете у Ольги: исправляем ошибки	
Рулетки: ошибки и стандарты измерения	76
Поправки при измерении рулеткой	77
Подведем итоги	
Измерение расстояния при помощи света	81
Глава 3. ТЕОДОЛИТНАЯ СЪЕМКА	85
3.1. Что такое теодолитная съемка?	86
Порядок теодолитной съемки	88
Виды теодолитных ходов	90
3.2. Начинаем теодолитную съемку!	92
Виды углов и единицы измерения	110
Устанавливаем теодолит	113
Метод съемки	117
В кабинете у Ольги: исправляем ошибки	
Исправление ошибок в приведенном угле	126
Измеряем и вычисляем азимуты (дирекционные углы)	128
Приращение абсцисс (широта) и ординат (отстояние; долгота)	134
Вычисляем плановые координаты точек	137
В кабинете у Ольги: исправляем ошибки	
Исправляем невязки при проложении замкнутого хода	142
Ошибки при прокладке теодолитного хода	146
Подведем итоги	
Устройство теодолита	150
Теодолиты и тахеометры	152
Разомкнутый ход	154
Привязка координат к пунктам триангуляции	160
Глава 4. МЕНЗУЛЬНАЯ СЪЕМКА	163
4.1. Что такое мензуральная съемка	164
Цель мензуральной съемки	165
Принципы мензуральной съемки	166

4.2. Инструменты мензульной съемки.....	169
Устройства для мензульной съемки.....	169
4.3. Поверка мензульного столика.....	172
Расчет поправки за центрирование.....	176
4.4. Съемка подробностей на практике.....	179
Полярный способ.....	179
Практика съемки подробностей.....	181
В кабинете у Ольги: исправляем ошибки	
Что делать с ошибками при мензульной съемке?.....	188
Подведем итоги	
Виды мензульной (плановой) съемки:	
контурная съемка и съемка подробностей.....	192
Электронные приборы и мензульная съемка.....	196
Глава 5. НИВЕЛИРОВАНИЕ.....	199
5.1. Что такое нивелирование.....	200
Разность высот.....	200
5.2. Принципы нивелирования.....	206
Оборудование для нивелирования.....	206
Принципы нивелирования.....	207
Основные понятия нивелирования.....	209
5.3. Практика геометрического нивелирования.....	210
План и измерения на практике.....	210
Как производить отсчет на рейках.....	215
Записываем результаты измерений.....	218
В кабинете у Ольги: исправляем ошибки	
Поправки при нивелировании.....	225
Невязки в измерении.....	229
Подведем итоги	
Что если расстояние от земли на участке неизвестно?.....	231
Нивелирование через горизонт инструмента.....	232
Эпилог.....	237
Предметный указатель.....	244


ГЛАВА 1

ОСНОВНЫЕ ЗНАНИЯ О СЪЕМКЕ



1.1. ЧТО ТАКОЕ СЪЕМКА?






МЕНЯ ЗОВУТ КЛАРА!
Я ДОЧЬ АРХИТЕКТОРА.




А...
ГРАФА?



ПАПА МНЕ РАССКАЗЫВАЛ
ПРО ТЕБЯ! ОН ПОСТОЯННО
ГОВОРИТ, ЧТО ПРИНЦ
"НЕ ХОЧЕТ БЫТЬ КОРОЛЕМ!"

Клара,
дочь графа




ТЫ НЕ ПОЙМЕШЬ,
ЧТО Я ЧУВСТВУЮ...

пфф!

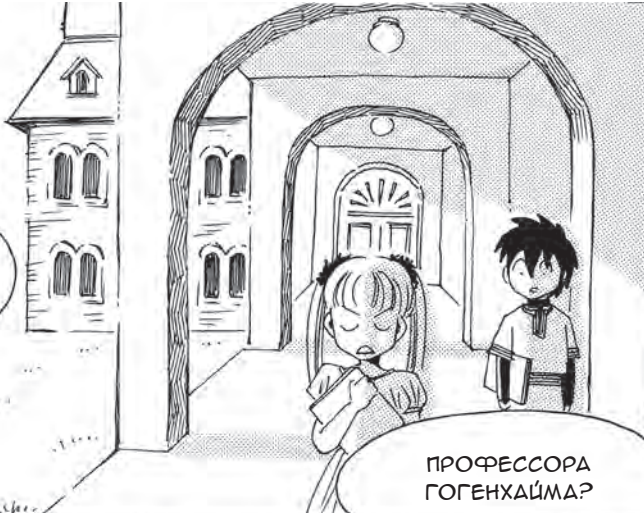


КОНЕЧНО
НЕ ПОЙМУ!

БОЛЬНО ХОЧЕТСЯ ПОНИМАТЬ
ТАКОГО ТРУСИШКУ, КОТОРЫЙ
СОВСЕМ НЕ СТАРАЕТСЯ, А СРАЗУ ЖЕ
УБЕГАЕТ ОТ ПРОБЛЕМ!




ВЕДЬ ТЕБЕ ПРИДЕТСЯ
ЦЕЛОЙ СТРАНОЙ УПРАВЛЯТЬ!




КАК БЫ ТО НИ БЫЛО,
ПАПА НАКАЗАЛ МНЕ
НАВЕСТИТЬ
ПРОФЕССОРА
ГОГЕНХАЙМА.

ПРОФЕССОРА
ГОГЕНХАЙМА?




ВО ВРЕМЕНА
КОГДА ЕЩЕ НЕ БЫЛО
СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ
ПРИБОРОВ, ОН В ОДИНОЧКУ
НАРИСОВАЛ ПОДРОБНУЮ КАРТУ
СФЕРИКИ И ПОМОГАЛ СТРОИТЬ
ЗАМКИ И ДРУГИЕ ЗДАНИЯ.

В МИРЕ СТРОИТЕЛЬСТВА
ЕГО НАЗЫВАЮТ
ЛЕГЕНДАРНЫМ
МАСТЕРОМ!



И Я БУДУ ХОДИТЬ
НА ЕГО ЛЕКЦИИ!

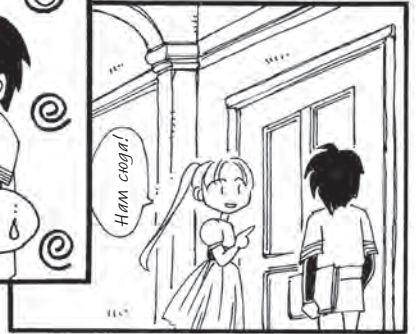


Я ВЫУЧУСЬ У ЛЕГЕНДАРНОГО
МАСТЕРА И СМОГУ ПРИНЕСТИ
ПОЛЬЗУ ВСЕМУ КОРОЛЕВСТВУ!

ЛЕГЕНДАРНЫМ
МАСТЕРОМ...

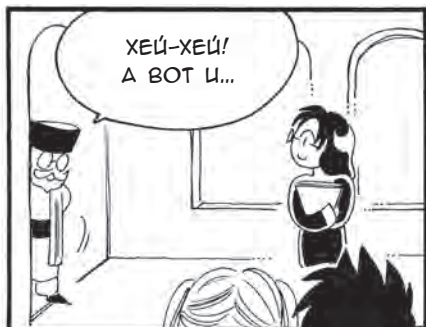
Клара...

ПОЭТОМУ...



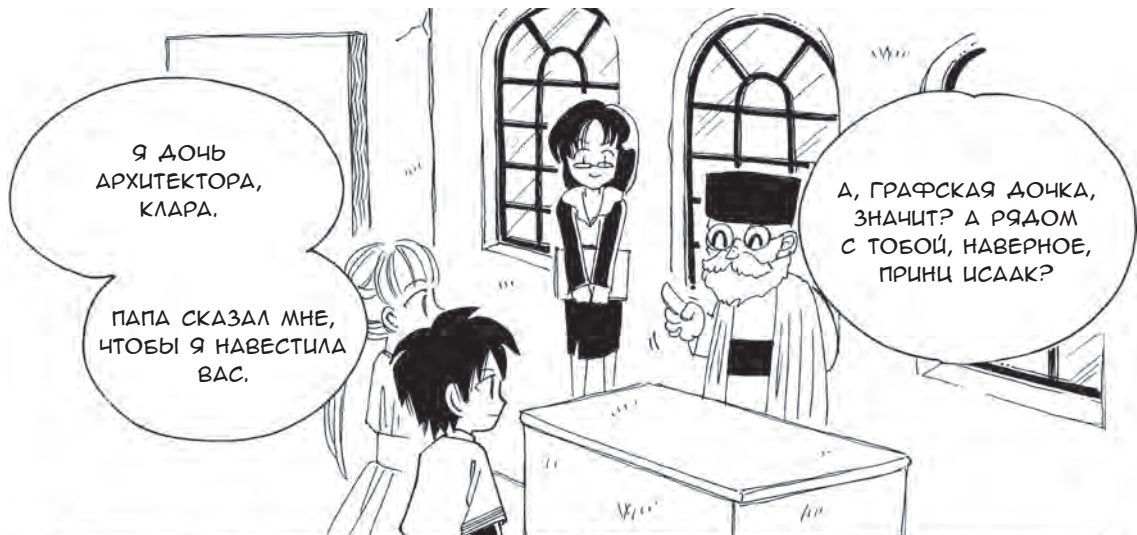
Кабинет Гогенхайма





ПОРАЖЕНЫ





Я ДОЧЬ
АРХИТЕКТОРА,
КЛАРА.

ПАПА СКАЗАЛ МНЕ,
ЧТОБЫ Я НАВЕСТИЛА
ВАС.

А, ГРАФСКАЯ ДОЧКА,
ЗНАЧИТ? А РЯДОМ
С ТОБОЙ, НАВЕРНОЕ,
ПРИНЦ ИСААК?



СЛЫШАЛ Я
О ТЕБЕ
ВСЯКОЕ!

ГОВОРЯТ,
КОРОЛЬ ХОЧЕТ,
ЧТОБЫ ТЫ ПОСТРОИЛ
ЗАМОК В ГОСЛЯНДИИ!



В ГОСЛЯНДИИ?
ЗАЧЕМ?

*НЕВОСА
СМОТРИТ*

НЕ МОГУ СКАЗАТЬ,
ЗАЧЕМ.



КОНЕЧНО!

Я ДОЛЖЕН
ЕГО ПОСТРОИТЬ!



ПРОФЕССОР!
С ЧЕГО МНЕ НАЧАТЬ,
ЧТОБЫ ПОСТРОИТЬ
ЗАМОК?

Построй-ка!

ЧТОБЫ ПОСТРОИТЬ
ЗАМОК, ОДНИМ
СТРОИТЕЛЬСТВОМ
НЕ ОБОЙТЬСЯ!

ТАМ ЖЕ СТЕНЫ, ВОРОТА,
СМОТРОВЫЕ БАШНИ,
ПРУДЫ... НАДО СНАЧАЛА
ПОНЯТЬ, ГДЕ ТЫ БУДЕШЬ
ИХ СТРОИТЬ!

ПОЭТОМУ СНАЧАЛА
НУЖНО СДЕЛАТЬ ПЛАН!

Успокойся,
пожалуйста

А КАК ТОГДА
СДЕЛАТЬ ЭТОТ
ПЛАН?

С ПОМОЩЬЮ
ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ
СЪЕМКИ!

ПРИСТАЛЬНЫЙ
ВЗГЛЯД

СЪЕМКИ?

КХМ!

ТАК ТОЧНО!

ВАМ
ПОНАДОБИТСЯ
ПОМОЩЬ
МАСТЕРА-
ГЕОДЕЗИСТА!

И Я, ЛЕГЕНДАРНЫЙ МАСТЕР,
ПОМОГУ ВАМ СТАТЬ
ЗАПРАВСКИМИ ГЕОДЕЗИСТАМИ!

ПОРАЖЕНЫ

ТАК-С, РАЗ ВСЕ РЕШЕНО,
НАЧНЕМ-КА ЛЕКЦИЮ!

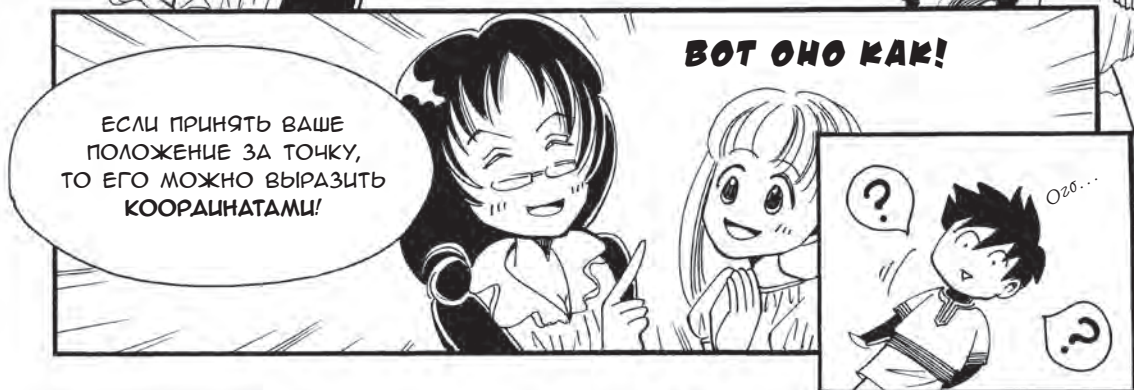
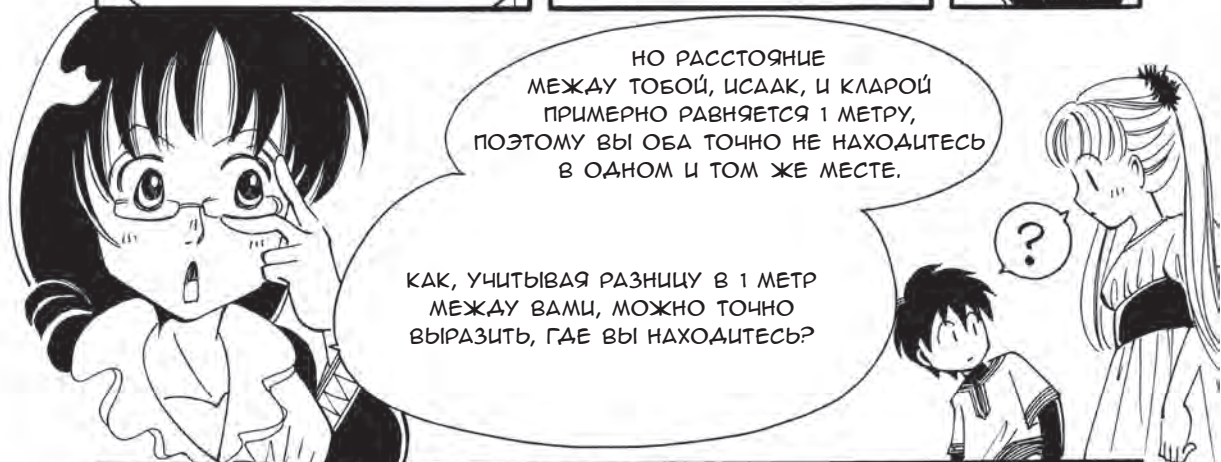
ОЛЬГА, ДОРОГАЯ,
ДО ВСТРЕЧИ!

Хе-хе

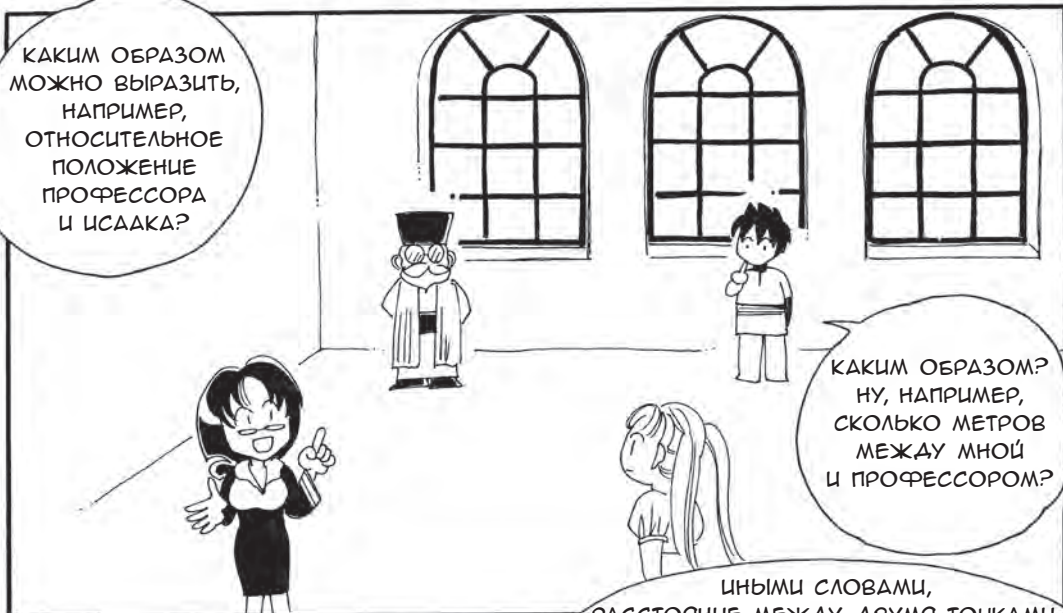
ПО-ВЦАЦИМОМУ,
ПРИДЕТСЯ МНЕ...



Находим местоположение на координатной плоскости



КАКИМ ОБРАЗОМ
МОЖНО ВЫРАЗИТЬ,
НАПРИМЕР,
ОТНОСИТЕЛЬНОЕ
ПОЛОЖЕНИЕ
ПРОФЕССОРА
И ИСААКА?



КАКИМ ОБРАЗОМ?
НУ, НАПРИМЕР,
СКОЛЬКО МЕТРОВ
МЕЖДУ МНОЙ
И ПРОФЕССОРОМ?

ДРУГИМИ СЛОВАМИ,
РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ ДВУМЯ ТОЧКАМИ,
В КОТОРЫХ ВЫ ОБА СТОИТЕ. ПУСТЬ
ПРОФЕССОР СТОИТ В ТОЧКЕ НАЧАЛА
КООРДИНАТ 0 , А ИСААК В ТОЧКЕ P .



ТОГДА МОЖНО СКАЗАТЬ
ЧТО ОТНОСИТЕЛЬНОЕ
ПОЛОЖЕНИЕ МЕЖДУ
ДВУМЯ ТОЧКАМИ
ВЫРАЖЕНО
РАССТОЯНИЕМ
В 3 МЕТРА.

ОДНАКО,
ОТ НАЧАЛА КООРДИНАТ 0
МОЖНО НАЙТИ МНОГО ТОЧЕК
НА РАССТОЯНИИ В 3 МЕТРА!



ИМЕННО,
ПОЭТОМУ ТАКИМ
ОБРАЗОМ НЕЛЬЗЯ ОПИСАТЬ
ОТНОСИТЕЛЬНОЕ
ПОЛОЖЕНИЕ МЕЖДУ
ДВУМЯ ТОЧКАМИ.



ЕЩЕ ВАЖНАЯ ВЕЩЬ -
ЭТО НАПРАВЛЕНИЕ, ИЛИ ЖЕ УГОЛ.

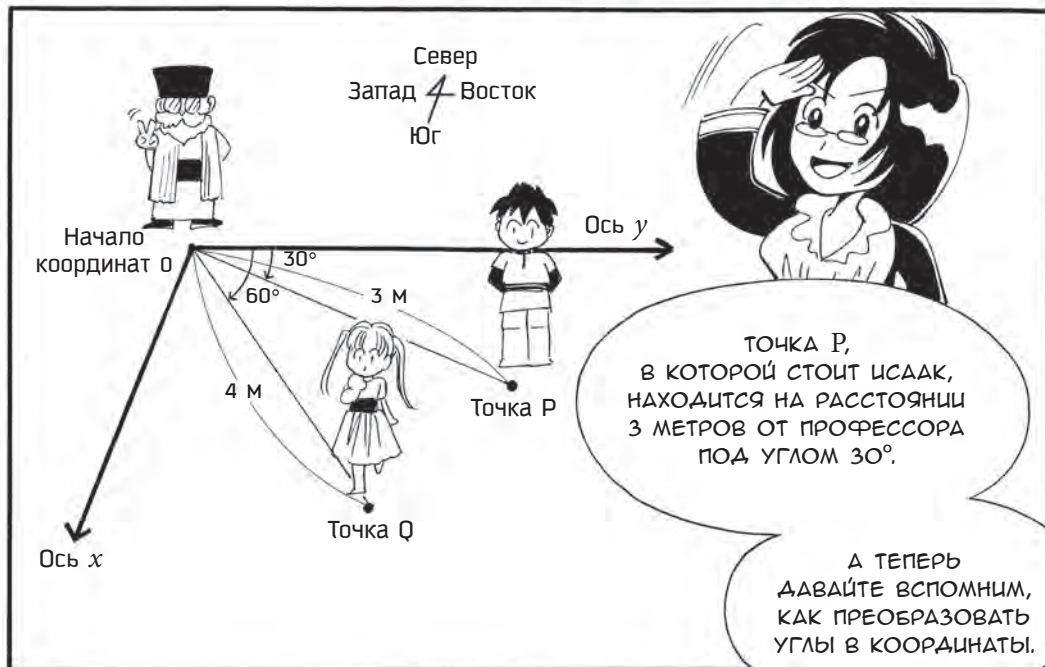
РАССЧИТАВ УГОЛ,
МОЖНО ВЫРАЗИТЬ ПОЛОЖЕНИЕ
ПРИ ПОМОЩИ КООРДИНАТ.

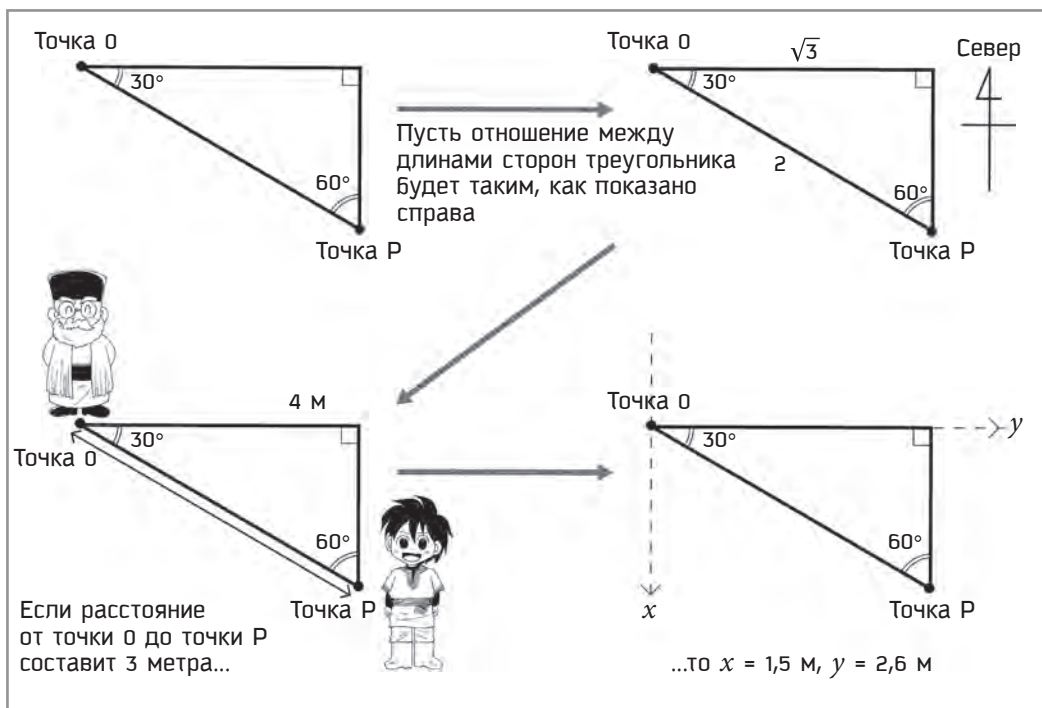


ДОПУСТИМ, ПРОФЕССОР
СТОИТ В ТОЧКЕ НАЧАЛА
КООРДИНАТ O .



А ТЕПЕРЬ ПОПРОБУЕМ
ОПРЕДЕЛИТЬ ПОЛОЖЕНИЕ
ИСААКА И КЛАРЫ В СИСТЕМЕ
КООРДИНАТ С ОСЯМИ x И y .





Соотношение длин сторон прямоугольного треугольника – $1:2:\sqrt{3}$. Если гипотенуза равна 3 м, то остальные стороны – 1,5 и 2,6 м.



Просто подставили в формулу.



Именно. Это и будут координаты на плоскости $(x, y) = (1,5, 2,6)$.



Но разве оси x и y не должны быть расположены наоборот?



В геодезии ось, которая ведет с севера на юг – это ось x , а с востока на запад – ось y . В математике оси x и y расположены наоборот. Важно обращать на это внимание.




Понятно!

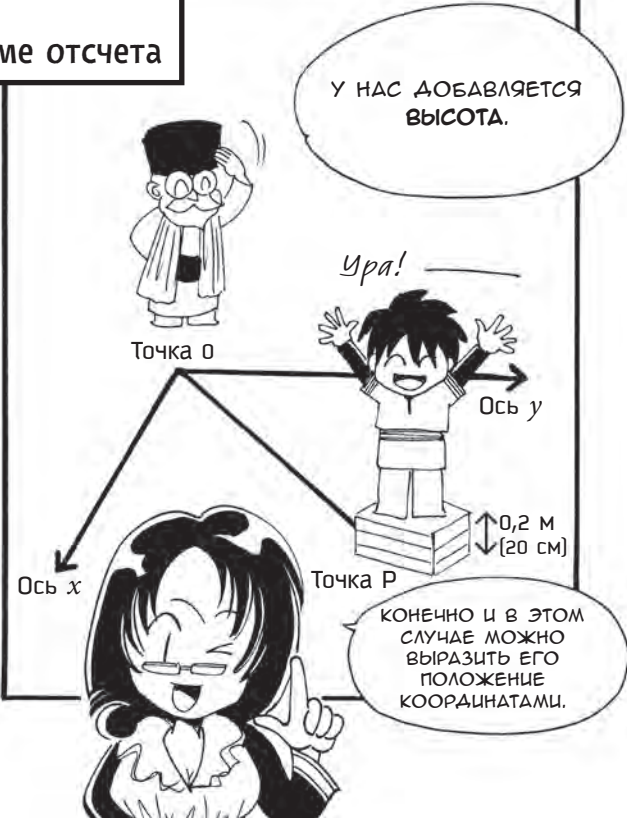


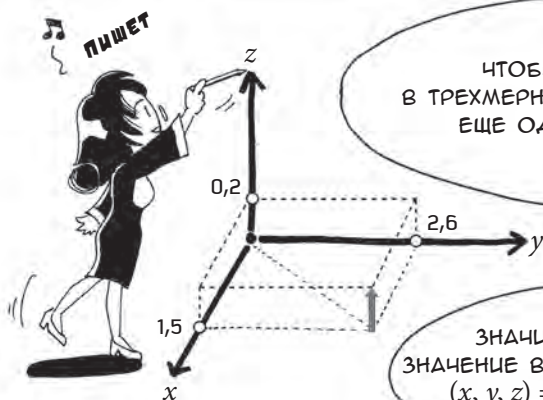
ИМЕННО!



ПРИ ПОМОЩИ ЗНАЧЕНИЙ КООРДИНАТ МЫ МОЖЕМ УКАЗАТЬ УНИКАЛЬНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ТОЧКИ В ПРОСТРАНСТВЕ.

 **Выражаем положение в пространственной системе отсчета**





ЧТОБЫ ВЫРАЗИТЬ ПОЛОЖЕНИЕ В ТРЕХМЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ, НАМ НУЖНА ЕЩЕ ОДНА ОСЬ - ОСЬ ВЫСОТЫ z !

ВЫСОТА ПОДСТАВКИ, НА КОТОРОЙ СТОИТ ИСААК, - 0,2 МЕТРА.

ЗНАЧИТ ДОБАВИМ ЗНАЧЕНИЕ ВЫСОТЫ ПО ОСИ z :
 $(x, y, z) = (1,5, 2,6, 0,2)$.

Три основных элемента съемки

БУ-У-М!

ДЛИНА, УГОЛ И ВЫСОТА - ТРИ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТА, С ПОМОЩЬЮ КОТОРЫХ МОЖНО ТОЧНО ВЫРАЗИТЬ ПОЛОЖЕНИЕ ОБЪЕКТА В ПРОСТРАНСТВЕ.

КРЕПКО ЗАПОМНИТЕ, ЧТО ЭТИ ТРИ ЭЛЕМЕНТА ВЫРАЖАЮТ ПОЛОЖЕНИЕ ОБЪЕКТА В ПРОСТРАНСТВЕ, ПОТОМУ ЧТО ЭТО - ОСНОВА ГЕОДЕЗИИ!

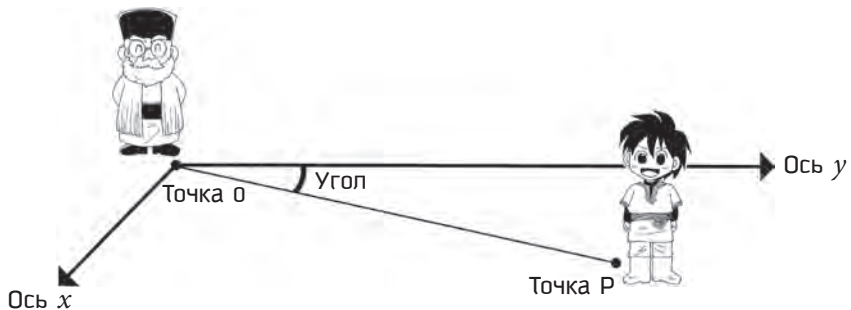


● Три основных элемента геодезии

1. **Измерение длины** – измерение расстояния от точки начала координат

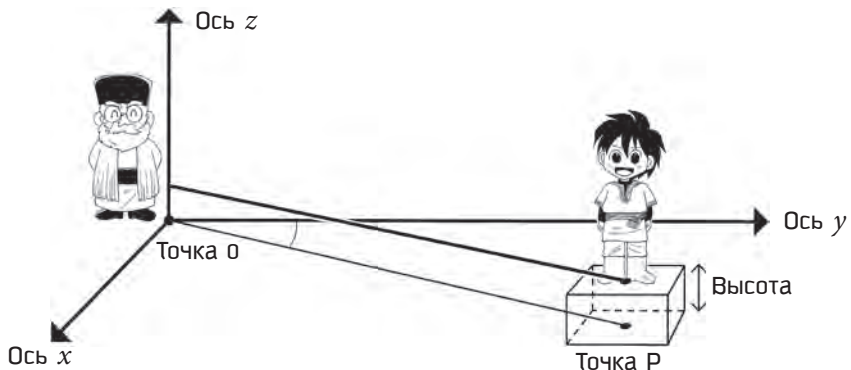


2. **Измерение угла** – измерение угла между координатной осью и отрезком, соединяющим точку отсчета с другой точкой.



Найдя угол, можно узнать направление отрезка OP по отношению к северу. Если вам известно расстояние и направление отрезка от точки O до точки P , вы можете узнать координаты точки P

3. **Измерение высоты** – измерение высоты объекта по отношению к точке отсчета.



ПОЛЬЗУЯСЬ
КООРДИНАТАМИ,
МОЖНО ТОЧНО
ПОКАЗАТЬ, ГДЕ ТЫ
НАХОДИШЬСЯ.



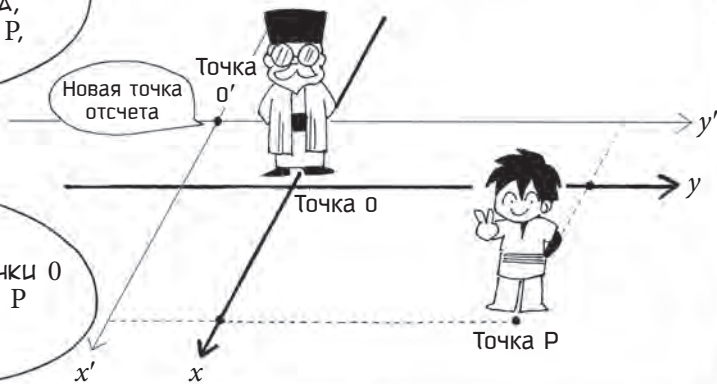
ОДНАКО У НАС ТУТ В КАЧЕСТВЕ
ТОЧКИ ОТСЧЕТА - ПРОФЕССОР.
ОЛЬГА, ЭТО ВЕДЬ ВЫ САМИ
РЕШИЛИ?

А ЕСЛИ МЫ ВЫБЕРЕМ
ДРУГУЮ ТОЧКУ ОТСЧЕТА,
ТО НАШЕ ПОЛОЖЕНИЕ
С ИСААКОМ ТОЖЕ
ИЗМЕНИТСЯ?

ХОРОШИЙ
ВОПРОС!



НАПРИМЕР, ЕСЛИ МЫ
ВЫБЕРЕМ В КАЧЕСТВЕ ТОЧКИ
ОТСЧЕТА ТОЧКУ O' ,
ТО ПОЛОЖЕНИЕ ИСААКА,
ВЫРАЖАЕМОЕ ТОЧКОЙ P ,
ТОЖЕ ИЗМЕНИТСЯ.



ОДНАКО ПОЛОЖЕНИЕ ТОЧКИ O
ОТНОСИТЕЛЬНО ТОЧКИ P
НЕ ИЗМЕНИТСЯ.



ОТНОСИТЕЛЬНОЕ
ПОЛОЖЕНИЕ
НЕ ИЗМЕНИТСЯ...

ПРИ ВЫРАЖЕНИИ ПОЛОЖЕНИЯ
С ПОМОЩЬЮ КООРДИНАТ
НЕОБХОДИМО ТОЧНО
УСТАНОВИТЬ ТОЧКУ ОТСЧЕТА.

КАК ПО-ВАШЕМУ ЛУЧШЕ
ВЫРАЗИТЬ ПОЛОЖЕНИЕ
ДВУХ ЧЕЛОВЕК ОТНОСИТЕЛЬНО
ВСЕЙ СИБЕРИИ?



ЕСЛИ СИБЕРИЯ БУДЕТ ТОЧКОЙ
ОТСЧЕТА, ТО ЕГО НЕЛЬЗЯ БУДЕТ
ВЫРАЗИТЬ!

ИМЕННО!

В СИБЕРИИ ЕСТЬ ТОЧКА
ОТСЧЕТА, КОТОРАЯ
ИСПОЛЗУЕТСЯ
ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЙ ВНУТРИ
КОРОЛЕВСТВА.

♡ Ура!

♡ Молодец!

ОДНАКО ОЧЕНЬ ТРУДНО НАЙТИ
КООРДИНАТНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ
НА ОГРОМНОЙ ТЕРРИТОРИИ,
ИСПОЛЗУЯ ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО
ОДНУ ТОЧКУ ОТСЧЕТА!

ПОЭТОМУ НА ПРАКТИКЕ
ИСПОЛЗУЮТСЯ ТОЧКИ,
ПОЛОЖЕНИЕ КОТОРЫХ
ОТНОСИТЕЛЬНО НАЧАЛА
КООРДИНАТ УЖЕ ИЗВЕСТНО -
ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ПУНКТЫ!

ИЛИ ПУНКТЫ ТРИАНГУЛЯЦИИ.

1.2. КАК ВЫРАЗИТЬ ПОЛОЖЕНИЕ С ПОМОЩЬЮ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПУНКТОВ



Государственный стандарт:
пункты триангуляции

НЕОБХОДИМЫЕ КООРДИНАТЫ ТОЧКИ
МОЖНО НАЙТИ ПУТЕМ ИЗМЕРЕНИЯ
РАССТОЯНИЯ И УГЛА ОТ ПУНКТА
ТРИАНГУЛЯЦИИ, КОТОРЫЙ НАХОДИТСЯ
БЛИЖЕ ВСЕГО К ДАННОЙ ТОЧКЕ.

А, ВОТ
ОНО!



Мое положение –
кабинет профессора
Гогенхайма

ПУНКТЫ ТРИАНГУЛЯЦИИ
ОПРЕДЕЛЕННЫ ЗАРАНЕЕ
КАК ЗАКРЕПЛЕННЫЕ ТОЧКИ
С ОПРЕДЕЛЕННЫМИ
КООРДИНАТАМИ.

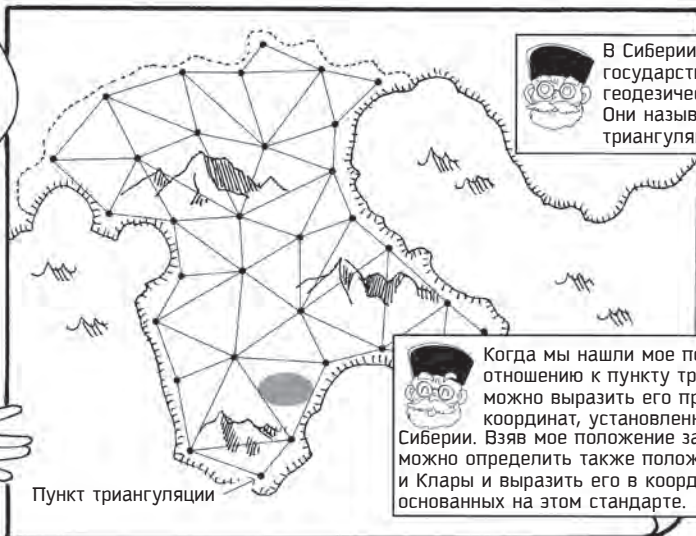
СЛЕДОВАТЕЛЬНО,
ТОЧКИ, ГДЕ СТОЯТ
ИСААК И КЛАРА...



...МОЖНО НАЙТИ,
ЕСЛИ ВЫЧИСЛИТЬ РАССТОЯНИЕ
И УГЛА ОТ БЛИЖАЙШЕГО ПУНКТА
ТРИАНГУЛЯЦИИ, И ВЫРАЗИТЬ
ДААННЫЕ О МЕСТОПОЛОЖЕНИИ
В СООТВЕТСТВИИ
С ГОСУДАРСТВЕННЫМ
СТАНДАРТОМ СИБЕРИИ.



ПУНКТЫ
ТРИАНГУЛЯЦИИ
В КОРОЛЕВСТВЕ
СИБЕРИЯ
РАСПОЛОЖЕНЫ
ТАКИМ ОБРАЗОМ.



В Сибири есть
государственный стандарт
геодезических пунктов.
Они называются пунктами
триангуляции.



Когда мы нашли мое положение по
отношению к пункту триангуляции,
можно выразить его при помощи
координат, установленных стандартами
Сибири. Взяв мое положение за точку отсчета,
можно определить также положение Исаака
и Клары и выразить его в координатах,
основанных на этом стандарте.

Пункт триангуляции

А ТЕПЕРЬ КОГДА МЫ ПОЗНАКОМИЛИСЬ
С ВНУТРЕННИМ СТАНДАРТОМ,
ПОПРОБУЕМ ПОСМОТРЕТЬ ЧУТЬ-ЧУТЬ
ПОШИРЕ!

КАК УЗНАТЬ МЕСТОПОЛОЖЕНИЕ
СИБЕРИИ ОТНОСИТЕЛЬНО
ЗЕМНОГО ШАРА?



Положение
Гогенхайма

Королевство
Сибيريا

ОТНОСИТЕЛЬНО
ЗЕМЛИ...

А!

НУ, ЗАЕСЬ
НУЖНА ДРУГАЯ
ТОЧКА ОТСЧЕТА.

ЕСЛИ НАМ НАДО
НАЙТИ ПОЛОЖЕНИЕ
НА ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ,
ТО СТАНДАРТ БУДЕТ УСТАНОВЛЕН
ОТНОСИТЕЛЬНО САМОЙ ЗЕМЛИ!
ВЫ СЛЫШАЛИ О ТАКОМ?

ОК!

ШИРОТА
И ДОЛГОТА!

Земной стандарт – широта и долгота



Широта и долгота выражаются относительно центра Земли как точки отсчета. Значение широты составляет от 0° на экваторе до 90° на Северном и Южном полюсах. Долгота отсчитывается от нулевого **меридиана** 0° , который проходит через Гринвичскую обсерваторию (на самом деле через Лондон); к востоку от него – восточная долгота, к западу – западная.

Если мы мысленно разделим Землю, как арбуз, то линии, параллельные экватору, будут **широтами**, а линии, перпендикулярные экватору – **долготами**.



Рис. 1.1. Широта и долгота



Широта и долгота входят в мировую систему мер, которая помогает определить положение на поверхности Земли.



На поверхности Земли мы выражаем положение при помощи координат.



А на уровне Земли эти координаты называются широтой и долготой!



Поскольку обычно съемка ведется на очень небольшом участке, поверхность Земли обычно считается плоской, без учета кривизны.



Однако бывают случаи, когда ради точности съемки на большом участке следует учитывать то, что Земля – круглая.



Положение Сибири относительно широты и долготы выглядит так. Если выразить широту и долготу пунктов триангуляции в Сибири, можно выразить положение на поверхности Земли с помощью координат.



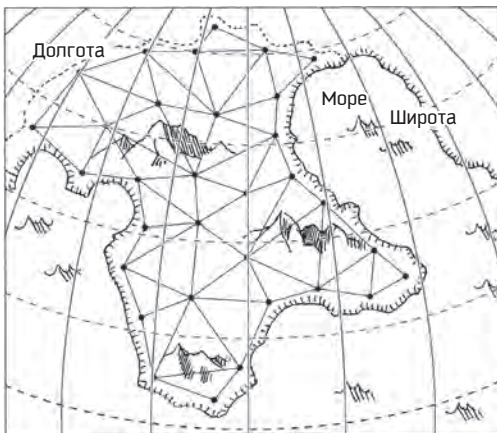
Рис. 1.2. Широта и долгота Сибири



Когда я думал, зачем нужны широта и долгота, я понял, что они необходимы для определения местоположения!



Именно!



Если узнать широту и долготу пункта триангуляции, то можно рассчитать положение на поверхности Земли

Рис. 1.3. Пункты триангуляции Сибири, широта и долгота



На поверхности Земли... Круто!



Угу!



Стандарт высоты – реперные точки



Но... Пункты триангуляции – это стандарт на поверхности земли. А есть ли такой стандарт относительно высоты?



Конечно, существует такой стандарт. Высоту, относительно которой определяют, «высоко» или «низко» находится точка, называют стандартным уровнем моря. В качестве стандартного уровня моря часто используют средний уровень моря, измеряемый на протяжении длительного времени. Абсолютная высота над уровнем моря (м) – это высота, отсчитываемая от этого уровня вверх или вниз.

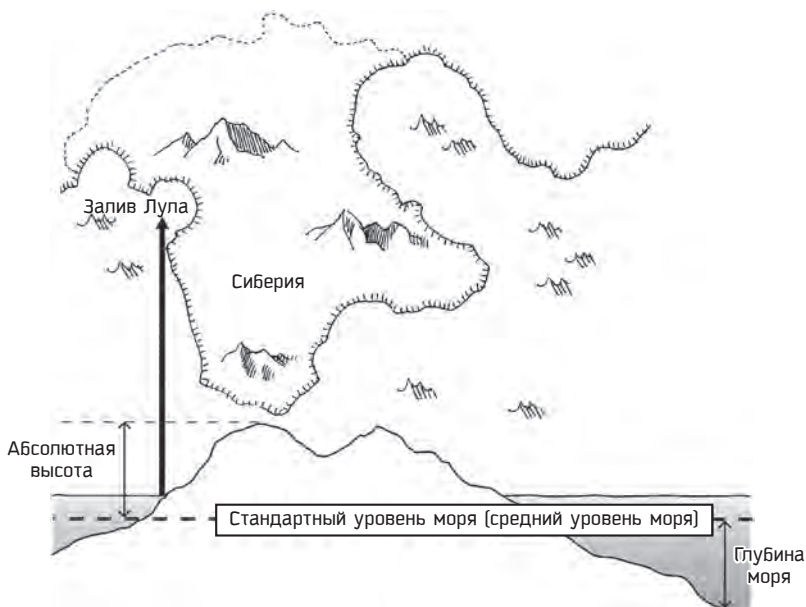


Рис. 1.4. Стандартный уровень моря



Однако среднее значение уровня моря меняется! Хотелось бы иметь какой-то неподвижный стандарт.



Именно. Вдобавок, даже если отсчитывать высоту от среднего уровня моря, на морской поверхности нельзя установить никакой отметки. И это неудобно, когда начинаются измерения. Поэтому устанавливают **неподвижную точку**, и, когда вычисляют ее абсолютную высоту от уровня моря, то ведут отсчеты от этой неподвижной точки.

В Сибири стандартный уровень моря (средний уровень моря) залива Лула принят за ± 0 , и на высоте 24,414 метра от него на материке установлена исходная реперная точка.



Рис. 1.5. Точки отсчета реперных точек



Точки отсчета триангуляционных пунктов и реперных точек находятся в саду королевского замка.



Правда?



Да. А разве ты не знал? Посмотри, что там находится рядом со статуей Сиберия Тринадцатого? Это точки отсчета пунктов триангуляции и реперных точек...



Совсем не знал...



Рис. 1.6. Точки отсчета реперных точек и пунктов триангуляции



Хо-хо-хо, ну ты даешь! Ты не обращал на них внимания, потому что они не казались важными.



А теперь я на них обязательно посмотрю!