

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
РАЗДЕЛ 1. ТЕОДОЛИТНАЯ СЪЕМКА	7
Тема 1.1. Поверки и юстировка теодолитов	7
Тема 1.2. Рекогносцировка участка теодолитной съемки	9
Тема 1.3. Проведение теодолитной съемки	10
Тема 1.4. Камеральная обработка материалов теодолитной съемки	12
РАЗДЕЛ 2. НИВЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ	14
Тема 2.1. Поверка нивелиров	14
Тема 2.2. Рекогносцировка участка	15
Тема 2.3. Нивелирование поверхности	16
Тема 2.4. Камеральная обработка материалов нивелирования	18
РАЗДЕЛ 3. ТАХЕОМЕТРИЧЕСКАЯ СЪЕМКА	21
Тема 3.1. Рекогносцировка	21
Тема 3.2. Проведение тахеометрической съемки	22
Тема 3.3. Камеральные работы при тахеометрической съемке	23
РАЗДЕЛ 4. ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ: СОСТАВЛЕНИЕ ВЕДОМОСТИ ВЫЧИСЛЕНИЯ ДИРЕКЦИОННЫХ УГЛОВ И РУМБОВ	24
Тема 4.1 Составление ведомости вычисления дирекционных углов и румбов	24
Тема 4.2 Выполнение работы по картографо-геодезическому обеспечению территорий, создание графических материалов	28
Тема 4.3 Использование государственных геодезических сетей и иных сетей для производства для картографо-геодезических работ	31
Тема 4.4 Использование в практической деятельности геоинформационных систем	38
Тема 4.5 Определение координат границ земельных участков и вычисление их площади	35
Тема 4.6 Выполнение проверки и юстировки геодезических приборов и инструментов	41
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	50
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	51

					УП.21.02.05.0118.22.04.2023.ПЗ.		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Сохоян А.К.			Литера	Лист	Листов
Провер.		Герасимов А.В.			У	П	1
Рецензент					СОДЕРЖАНИЕ ТИУ, МПК, 30Т -21-(9)-2		
Н. контр.		Зябкина А.С.					
Утв.							

ВВЕДЕНИЕ

Слово «геодезия» происходит от греческих слов «ge» - земля и «dazomaj» - разделяй, что буквально означает «землеразделение».

Геодезия – это наука о производстве измерений на поверхности Земли с целью решения научных и научно-технических задач.

Зачатки геодезии возникли в глубокой древности, когда появилась необходимость установления границ земельных участков, строительства оросительных каналов, осушения земель. Название «геодезия» впервые употребил Аристотель. Первую попытку вычислить размеры Земли предпринял Эратосфен в III веке до нашей эры.

Развитие современной геодезии началось в XVII веке в Западной Европе, когда были изобретены зрительная труба, ставшая основой для создания нивелира и теодолита, и барометр, ставший первым инструментом для определения высот точек земной поверхности. Важнейшим этапом в развитии геодезии стала разработка В. Снеллиусом в 1615-17 годах метода триангуляции. Этот метод в дальнейшем позволил создать обширные сети геодезических пунктов, являющиеся основой всех видов геодезических измерений.

Для определения фигуры Земли с XVII века осуществлялись градусные измерения длины дуги меридиана. Кроме градусных измерений, для решения вопроса о виде Земли служили также и определения величины силы тяжести в различных местах земной поверхности из наблюдений над качанием маятника (гравиметрия).

Во второй половине XX века для решения геодезических задач стали использоваться геодезические спутники. С 1990-х годов большинство геодезических задач решаются с использованием спутников, образующих спутниковые системы позиционирования.

					УП.21.02.05.0118.22.04.2023.ПЗ.				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					
Разраб.		Сохойн А.К.			ВВЕДЕНИЕ	Литера	Лист	Листов	
Провер.		Герасимов А.В.				У	П	1	1
Рецензент									
Н. контр.		Зябкина А.С.							
Утв.									
						ТИУ, МПК, ЗОТ -21-(9)-2			

С эволюцией человеческой деятельности в разных областях, научно-технического и технологического прогресса геодезическая наука развивалась. В ней сформировались новые направления. В ее состав входят многие научные и практические области, которые решают свои задачи. К таким относятся: топография, высшая геодезия (теоретическая), прикладная (инженерная) геодезия, картография, фотограмметрия, геодезическая астрономия, космическая геодезия, военная топография, морская геодезия, маркшейдерское дело, гравиметрия, приборостроение геодезического оборудования, метрологическое обеспечение единства измерений.

Задачи геодезии:

- определение фигуры и размеров Земли;
- распространение единой системы координат на территорию отдельного государства, континента и всей Земли в целом;
- выполнение измерений на поверхности земли;
- изображение участков поверхности земли на топографических картах и планах;
- изучение как локальных, так и массовых смещений грунта под действием ряда экзогенных процессов и природных явлений;
- изучение движения ледников, живых организмов;
- изучение смещения зданий и других техногенных объектов в ходе их эксплуатации;
- изучение сейсмической активности, активности поверхностных и глубинных разломов и вулканов;
- изучение смещений литосферных плит.

Все эти задачи решаются на основе результатов специальных измерений, называемых геодезическими измерениями, при помощи специальных геодезических приборов и инструментов.

Геодезические измерения и обработка их результатов должны проводиться по специальной разработанной программе, которая определяет методы решения тех или иных задач геодезии.

РАЗДЕЛ 1 ТЕОДОЛИТНАЯ СЪЕМКА

Тема 1.1 Поверки и юстировка теодолитов

Теодолит — измерительный прибор для определения горизонтальных и вертикальных углов при топографических съёмках, геодезических и маркшейдерских работах, в строительстве (Рисунок №1).

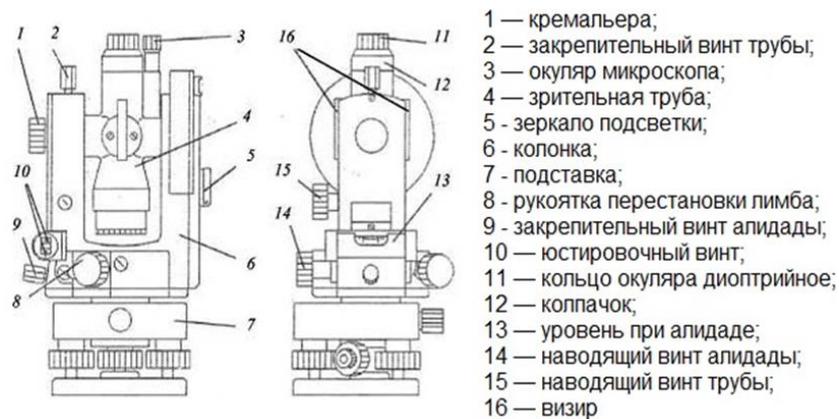


Рисунок №1 - Схема устройства теодолита

Юстировка — совокупность операций по выравниванию конструкций и конструктивных элементов (поверхностей, столбов, стоек) вдоль некоторого направления («осевого»), а также по приведению меры, измерительного или оптического прибора, механизмов (или их части) в рабочее состояние, обеспечивающее точность, правильность и надёжность их действия. При юстировке приборов осуществляется проверка и наладка измерительного и/или оптического прибора, подразумевающая достижение верного взаиморасположения элементов прибора и правильного их взаимодействия. Для обозначения подобных действий к различным приборам также применяют термин «регулировка» или калибровка.

					УП.21.02.05.0118.22.04.2023.ПЗ.		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Сохоян А.К.			Литера	Лист	Листов
Провер.		Герасимов А.В.			У	П	1
Рецензент					ТИУ, МПК, 30т -21-(9)-2		
Н. контр.		Зябкина А.С.					
УТВ.							

РАЗДЕЛ 1
ТЕОДОЛИТНАЯ
СЪЕМКА

1. Поверка уровня. Ось цилиндрического уровня на алидаде горизонтального круга должна быть перпендикулярна к оси вращения алидады. Перед выполнением поверки выполняют горизонтирование теодолита. Затем устанавливают уровень по направлению двух подъёмных винтов и с их помощью приводят пузырёк в нуль-пункт. Поворачивают алидаду на 180° . Если пузырёк уровня остался в нуль-пункте, то требуемое условие выполнено – ось уровня перпендикулярна к оси вращения алидады. Если пузырёк уровня ушел из нуль-пункта, исправительными винтами уровня изменяют его наклон, перемещая пузырёк в сторону нуль-пункта на половину отклонения. Поверку повторяют, добиваясь, чтобы смещение пузырька было меньше одного деления.

2. Поверка сетки нитей. Вертикальный штрих сетки нитей должен быть перпендикулярен к оси вращения зрительной трубы. Наводят вертикальный штрих сетки нитей на точку и наводящим винтом трубы изменяют ее наклон. Если изображение точки не скользит по штриху, сетку нитей надо повернуть. Для этого поворачивают корпус окуляра, ослабив четыре винта его крепления к зрительной трубе.

3. Поверка визирной оси. Визирная ось трубы должна быть перпендикулярна к оси вращения трубы. Если визирная ось перпендикулярна к оси вращения трубы, то отсчёты по горизонтальному кругу при разных положениях вертикального круга (круг слева и круг справа) и наведении на одну и ту же точку будут различаться ровно на 180° . Если разность отчетов отличается от 180° , то ось вращения трубы не перпендикулярна к визирной оси. При этом соответствующие отсчёты I и II отличаются от правильных значений на одинаковую величину c , получившую название коллимационной ошибки. При выполнении поверки визируют на удалённую точку при двух положениях круга и берут отсчёты I и II. Вычисляют коллимационную погрешность $c = (I - II \pm 180^\circ)/2$, которая не должна превышать двойной точности теодолита. Если коллимационная погрешность велика, то наводящим винтом алидады устанавливают на горизонтальном круге верный отсчёт, равный $(I - c)$ или $(II + c)$. При этом центр сетки нитей сместится с изображения точки. Отвинчивают

					УП.21.02.05.0118.22.04.2023.ПЗ.	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

колпачок, закрывающий винты сетки нитей, ослабляют один из вертикальных исправительных винтов, и, действуя горизонтальными исправительными винтами, совмещают центр сетки нитей с изображением точки. Закрепив ослабленные винты, поверку повторяют.

4. Поверка оси вращения трубы. Ось вращения трубы должна быть перпендикулярна к оси вращения алидады. Установив теодолит вблизи стены здания, визируют на высоко расположенную под углом наклона $25 - 30^\circ$ точку Р. Наклоняют трубу до горизонтального положения и отмечают на стене проекцию центра сетки нитей. Переводят трубу через зенит, вновь визируют на точку Р и отмечают её проекцию. Если изображения обеих проекций точки не выходят за пределы биссектора сетки нитей, требование считают выполненным. В противном случае необходимо исправить положение оси вращения трубы. Исправление выполняют в мастерской, изменяя наклон оси.

Тема 1.2 Рекогносцировка участка теодолитной съемки

Рекогносцировка — это комплекс работ, в процессе проведения которых непосредственно на участке обследования уточняется проект плановых и высотных геодезических сетей, размечаются места расположения центральных пунктов и реперов для будущих ходов съемки.

Полевые работы по теодолитной съемке начинают с рекогносцировки, во время которой преподаватель знакомит бригаду с участком съемки, пунктами опорной геодезической сети и условиями привязки к ним. На участке бригада самостоятельно назначает и закрепляет кольшками пункты (вершины) будущего теодолитного хода (полигона). При этом бригада руководствуется следующими положениями:

1. расстояние между пунктами должно быть в пределах 50 – 300 м;
2. с каждого пункта должна быть взаимная видимость на два соседних;
3. кольшки, обозначающие пункты полигона, должны забиваться в таком месте, чтобы можно было без затруднений не только поставить теодолит, но и работать с ним;

					УП.21.02.05.0118.22.04.2023.ПЗ.	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

4. полигоны стараются прокладывать по замкнутому контуру снимаемого участка, по местам, удобным для производства линейных измерений (обочины дорог, улиц, аллей, проездов, просек и так далее);

5. при необходимости обеспечить съемку внутри участка, когда подлежащие съемке объекты не доступны ни с одной точки сторон полигона, между пунктами полигона прокладывают диагональные ходы;

6. пункты теодолитного хода назначают и закрепляют таким образом, чтобы обеспечить им наибольшую сохранность;

7. колышки, обозначающие пункты полигона и диагональных ходов, окапывают кольцевой канавкой, а рядом с ним забивают другой колышек, повыше, несущий запись номера обозначенного пункта и бригады, - сторожок;

8. колышки забивают на уровне с землей, сторожки – по биссектрисе внутреннего угла, причем запись номера пункта и бригады на сторожках делают со стороны колышков;

9. на асфальтированных участках пункты полигонов и диагональных ходов можно закреплять засверливанием отверстий и очерчиванием масляной краской круглого контура;

10. для более точного обозначения центра пунктов в колышки иногда забивают гвозди шляпками до уровня с торцевой поверхностью колышка;

11. размеры колышков зависят от крепости грунта, их длина может быть в пределах 15 – 30 см.

Тема 1.3 Проведение теодолитной съемки

Теодолитная съемка является разновидностью топографической и производится посредством прибора, с высокой точностью измеряющего вертикальные и горизонтальные углы – теодолита, а также других вспомогательных инструментов. Результат производимых замеров – контурная карта местности без высотных характеристик данного рельефа. Ввиду таких особенностей наиболее часто теодолитная съемка в геодезии производится на равнинных рельефах, в черте населенной застройки, на железнодорожных и автомагистральных объектах, строительных площадках и так далее.

					УП.21.02.05.0118.22.04.2023.ПЗ.	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

Наиболее широкое применение она получила при создании и уточнении планов землепользования.

Помимо теодолита для данной работы могут быть использованы дальномеры, рулетки, эккеры, буссоли, эклиметры и мерные ленты.

При составлении плана местности действует основной геодезический принцип «от общего к частному»: от общей геодезической сети к деталям (ситуации).

Работы всегда производятся в три основных этапа:

1. Подготовка. Большею частью выполняется в полевых условиях и представляет собой предварительную разведку местности.

2. Составление рабочего обоснования. Измерения и выполнение теодолитной съемки местности (ситуации). Она может производиться одновременно с проложением геодезической сети либо после проведения угловых и линейных измерений.

3. Камеральная обработка полученных данных и результатов измерений. Построение контурного плана по результатам теодолитной съемки согласно составленному абрису.

На подготовительном этапе по результатам собранных данных о местности (ранее сделанных карт, если таковые имеются) составляется проект работы. Впоследствии он может быть изменен в соответствии с информацией, полученной при рекогносцировке местности. Места пунктов съемочной цепи закрепляются с использованием геодезических знаков.

До того, как делать теодолитную съемку, необходимо произвести измерения при помощи теодолитных ходов – разомкнутых или сомкнутых многоугольников, в которых измеряются длины сторон и углы между ними.

Результаты заносятся в предварительный чертеж – абрис, на основании которого составляется план местности.

Основные методы проведения теодолитной съемки (Рисунок №2):

а) перпендикуляров

б) полярных координат или направлений

					УП.21.02.05.0036.25.03.2023.ПЗ.	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- в) угловых засечек
- г) линейных засечек
- д) створов или промеров
- е) обхода.

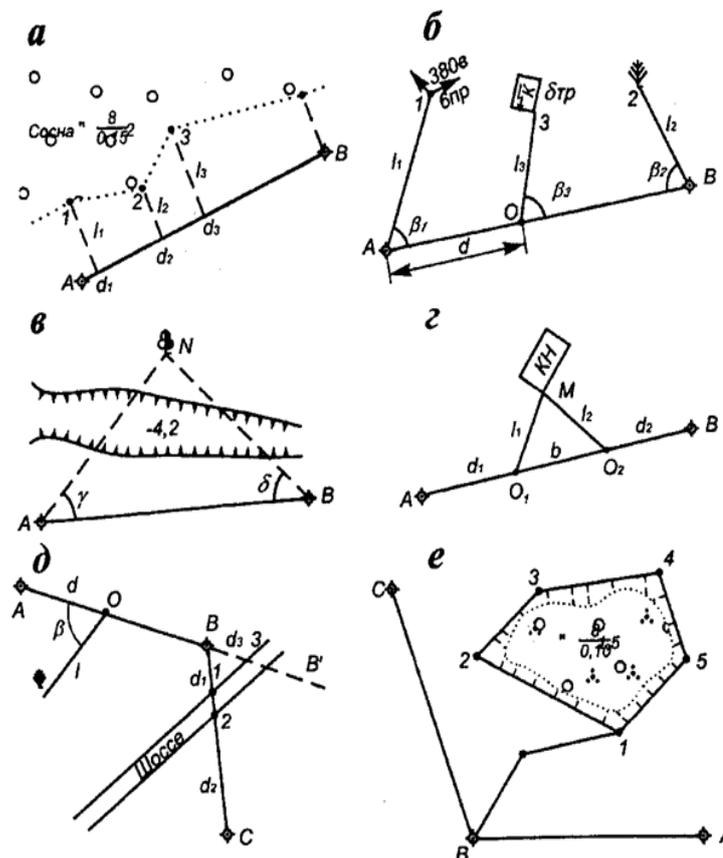


Рисунок №2 - Методы теодолитной съемки

Тема 1.4 Камеральная обработка материалов теодолитной съемки

Камеральные работы при теодолитной съемке состояются из вычислений и графических построений. В результате вычислений определяют плановые координаты вершин теодолитных ходов; конечной целью графических построений является получение ситуационного плана местности.

Измеренные углы и длины сторон теодолитных ходов содержат неизбежные случайные погрешности. В связи с накоплением этих погрешностей возникают несогласования измеренных либо вычисленных результатов с теоретическими, которые называются невязками. В зависимости от требуемой точности величины

фактических невязок не должны превышать определенных величин. При обработке результатов измерений возникшие невязки должны быть определенным образом распределены между измеренными или вычисленными величинами. Процесс распределения невязок и вычисления исправленных значений величин называется уравниванием результатов измерений.

Камеральную обработку результатов измерений, выполненных при прокладке теодолитных ходов, начинают с проверки и обработки полевых журналов. Повторно выполняют все вычисления, сделанные в поле, и выводят средние значения измеренных углов и длин сторон.

Обработка полевых материалов теодолитной съемки выполняется в следующей последовательности:

1. Проверяют все записи и вычисления в полевых журналах и абрисах, при этом повторно вычисляют средние значения всех измеренных углов.

2. По результатам двойных измерений линий теодолитных ходов вычисляют средние значения длин. Для тех линий, где углы наклона более 2° , определяют горизонтальные проложения. Затем вычисляют длины линий, которые определялись как неприступные расстояния.

3. Составляют схематические чертежи теодолитных ходов с указанием средних значений углов и горизонтальных проложений сторон.

4. Составляют схемы привязок теодолитных ходов к опорным пунктам геодезических сетей.

					УП.21.02.05.0118.22.04.2023.ПЗ.	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

РАЗДЕЛ 2 НИВЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ

Тема 2.1 Поверка нивелиров

Нивелир — геодезический инструмент для нивелирования, то есть определения разности высот между несколькими точками земной поверхности (Рисунок №3).

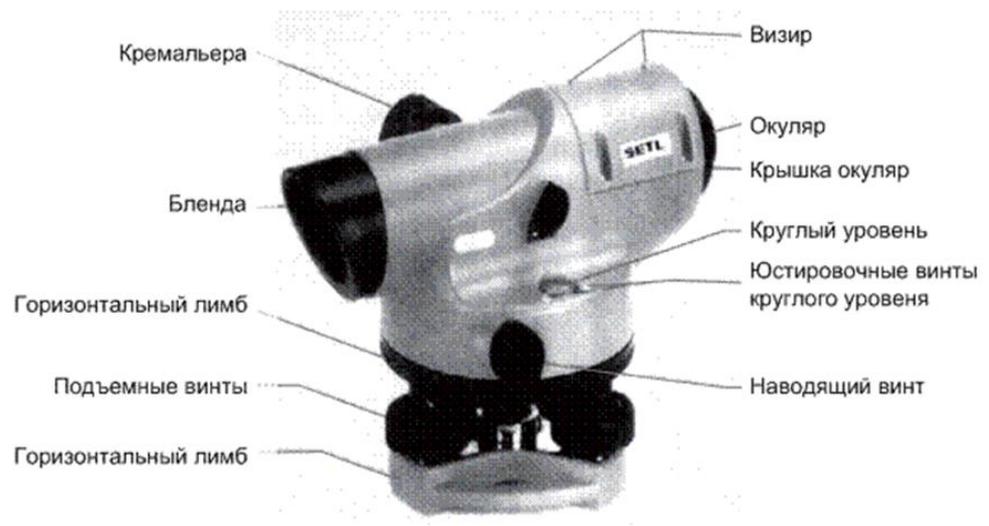


Рисунок №3 - Схема устройства нивелира

Поверки нивелира выполняются с целью проверки соблюдения геометрических условий, необходимых для штатной работы прибора.

1. Ось круглого уровня при подставке прибора должна быть параллельна оси вращения нивелира.

Поверку выполняют так: тремя подъёмными винтами приводят пузырек круглого уровня в нуль – пункт. Поворачивают прибор на 180°. Если пузырёк уровня отклоняется от середины, то исправительными винтами уровня перемещают пузырёк в сторону середины на половину дуги отклонения, а подъёмным винтом приводят его в нуль-пункт. Для контроля поверку повторяют.

УП.21.02.05.0118.22.04.2023.ПЗ.				
Изм.	Лист		Подпись	Дата
Разраб.	Сохоян А.К.			
Провер.	Герасимов А.В.			
Рецензент				
Н. контр.	Зябкина А.С.			
УТВ.				
РАЗДЕЛ 2 НИВЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ				
		Литера	Лист	Листов
		У П	1	1
ТИУ, МПК, 30т -21-(9)-2				

2. Горизонтальная нить сетки должна быть перпендикулярна оси вращения нивелира.

Зрительную трубу нивелира наводят на рейку и берут отсчёт по левому краю нити. Затем наводящим винтом перемещают трубу по азимуту и снимают отсчёт по правому концу нити. Если эти отсчёты отличаются друг от друга не более чем на 1 мм, то нивелир считается исправным. В противном случае сетку нужно, развернуть для этого ослабляют крепежные винты обоймы сетки и поворачиваются.

3. Ось цилиндрического уровня должна быть параллельна визирной оси трубы

Эта проверка называется главным условием для работы нивелира, так как без выполнения параллельности названных осей выполнение нивелирования невозможно.

Тема 2.2 Рекогносцировка участка

Рекогносцировку линий нивелирования проводят по заранее составленному на карте проекту. В бригаду по рекогносцировке линий нивелирования I класса включают инженера-геолога. Возглавляет бригаду инженер-геодезист; геолог исследует грунт, а также обследует условия залегания скальных пород. Исследование грунта ведут с помощью бурения (с применением БКГМ, автотомбура) или шурфования.

Рекогносцировка линий нивелирования III класса выполняется только в необходимых случаях - в особо сложных физико-географических условиях.

I категория. Нивелирные линии прокладывают:

1. Вдоль железных дорог, автострад, шоссейных и грунтовых дорог. Использование автотранспорта возможно на всем протяжении нивелирной линии.

2. В степных, лесостепных районах с густой сетью проселочных и полевых дорог (грунт сухой). Использование автотранспорта возможно всюду.

					УП.21.02.05.0118.22.04.2023.ПЗ.	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

II категория. Нивелирные линии прокладывают в лесостепных или лесных, частично заболоченных районах, или вдоль открытых берегов рек, или в песчаных районах. Переезды возможны вездеходным транспортом.

III категория. Нивелирные линии прокладывают в таежной, горной, заболоченной, а также в пустынной местности, не имеющей дорог, или вдоль заросших берегов рек. Переезды возможны гужевым или вьючным транспортом.

Тема 2.3 Нивелирование поверхности

Производится с целью получения более точного плана с изображением рельефа местности в равнинных районах. Плановое положение точек определяется относительно магистралей, поперечников или теодолитных ходов, высотное – геометрическим нивелированием. Нивелирование поверхности делится на такие способы нивелирования:

- по квадратам;
- магистралям;
- полигонам.

Нивелирование по квадратам. Выполняется путем разбивки сетки квадратов со сторонами 10, 20, 40 м (для 1:500, 1:1000, 1:2000) с помощью теодолита и мерной ленты, рулетки и тросика. Первоначально разбиваются квадраты со сторонами 100 – 400 м, а затем заполняющие, точность закрепления вершин квадратов ± 5 см.

При размерах площадки более 1га, по периметру прокладывается замкнутый высотный ход, с привязкой к реперу государственной нивелирной сети. Нивелирование вершин квадратов осуществляется верным способом, с предельной длиной плеч 100, 150 метров. На каждой точке берутся отсчеты по красной стороне рейки, колебание пяточных разностей на станции не должно превышать 10 мм. При переходе от одной станции к другой нивелируются два связывающих пикета. Расхождение превышений между связывающими пикетами не должно превышать (с двух станций) 5 мм. Результаты измерений записывают на схеме нивелирования или в нивелирный журнал. Составление плана по

					УП.21.02.05.0118.22.04.2023.ПЗ.	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

материалам нивелирования поверхности начинают с построения сетки квадратов в заданном масштабе, на которую выписывают вычисленные высоты. Проведение горизонталей осуществляется графическим интерполированием по сторонам квадратов. Сечение рельефа принимается 0,25 или 0,5 м, подписываются горизонтали кратные 1 м (Рисунок №4).

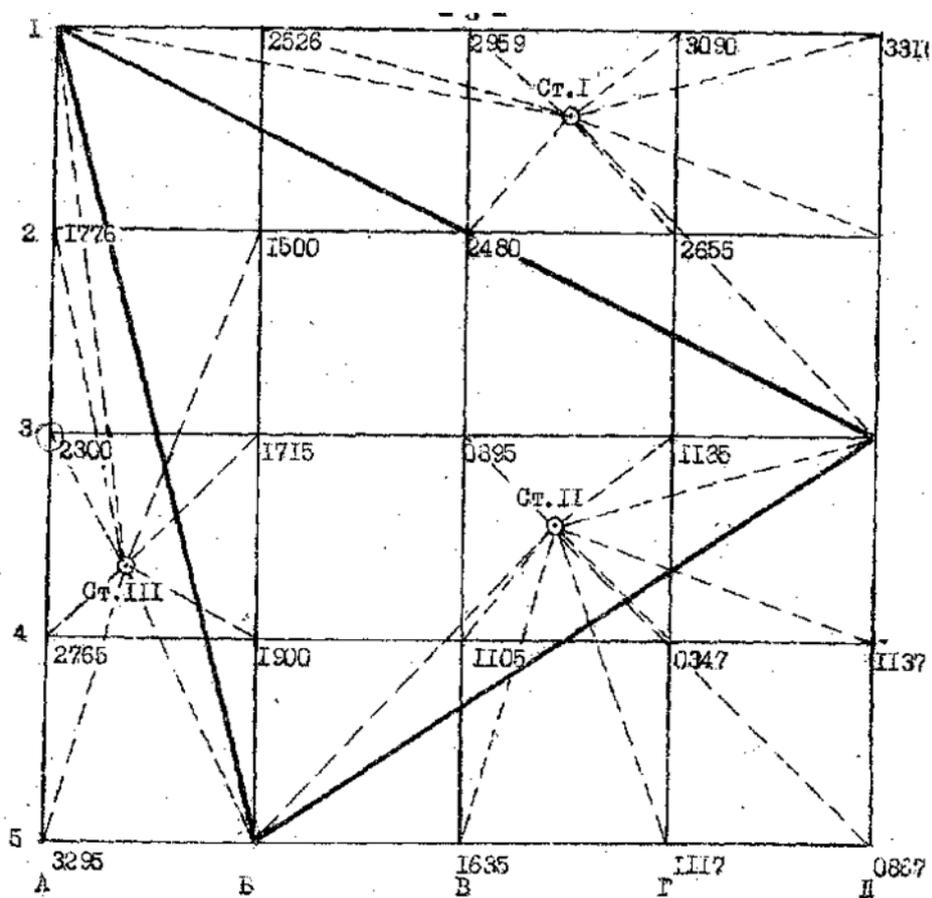


Рисунок №4 - Нивелирование по квадратам

Нивелирование поверхности по магистралям или параллельным линиям. Опорой съемки является магистраль АВ, закрепленная по середине участка или на его границе. Перпендикулярно магистрали в зависимости от масштаба плана (1:500, 1:1000, 1:2000) через 10, 20, 40 м разбиваются поперечники (параллельные линии). Если длина поперечников более 300 м их связывают ходом. Одновременно с разбивкой пикетажа ведут съемку ситуации. По магистрали прокладывают теодолитный ход, а по закрепленным пикетам выполняют геометрическое нивелирование. Результаты съемки ситуации заносят в абрис, а результаты нивелирования заносятся в журнал.

Обработка результатов нивелирования и построение плана осуществляется так же, как и при нивелировании по квадратам (Рисунок №5).

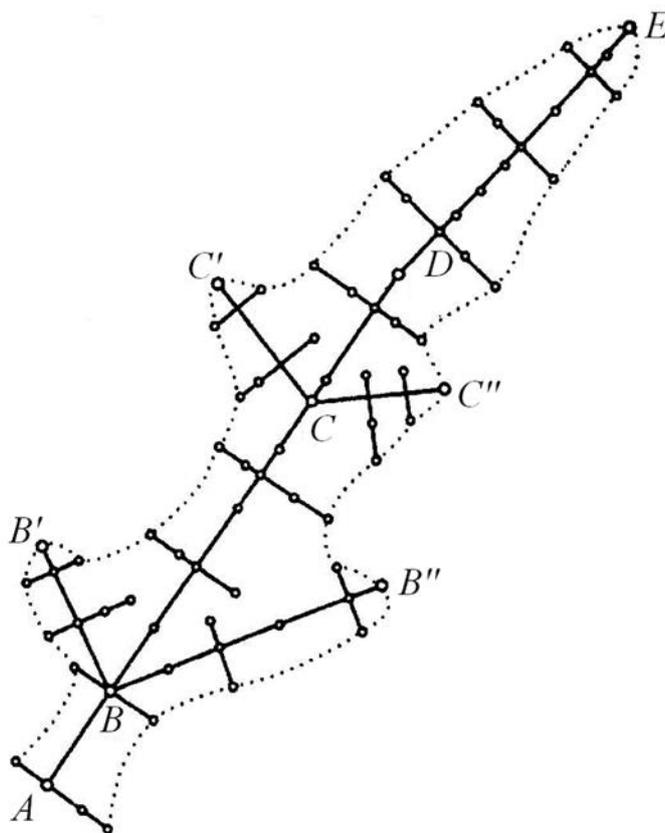


Рисунок №5 - Нивелирование по магистралям или параллельным линиям

Нивелирование поверхности способом полигонов. Применяют на местности с хорошо выраженным рельефом или при досъемке рельефа на участке ранее выполненной горизонтальной (теодолитной) съемки. Опорой съемки является магистрали, в качестве которых принимаются стороны теодолитных ходов. Поперечники разбиваются так же, как в предыдущем способе. Графические работы и камеральная обработка производится аналогично способу магистралей.

Тема 2.4 Камеральная обработка материалов нивелирования

Камеральная обработка шахтных измерений при геометрическом нивелировании заключается в проверке полевых журналов, вычислении превышений на станциях, постраничном контроле, уравнивании вычисленных

превышений, вычислении высот пунктов как опорной сети, так и пикетов при нивелировке путей.

Если нивелирование ведется с помощью глухих нивелиров и нивелиров с самоустанавливающимися визирными осями, то на каждой станции вычисляют два превышения и по черной и красной сторонам реек. Затем вычисляют средние значения превышений как среднеарифметическое из двух превышений h_1 и h_2 . Правильность вычислений проверяется с помощью постраничного контроля, который в случае геометрического нивелирования выполняется по формуле (1):

$$\Sigma Z - \Sigma П = \Sigma h_1 + \Sigma h_2 = 2 \Sigma h_{\text{ср}} \quad (1)$$

где ΣZ — сумма отсчетов, сделанных по рейкам, установленным на задних точках; $\Sigma П$ — сумма отсчетов, сделанных по передним рейкам; Σh_1 — сумма превышений, полученных по черной стороне рейки; Σh_2 — сумма превышений, полученных по красной стороне рейки; $\Sigma h_{\text{ср}}$ — сумма средних значений превышений.

Далее производится вычисление невязки и ее сравнение с допустимой. Невязка в замкнутом ходе равна $f = \Sigma h_i$, невязка в ходе, проложенном между реперами, определяется по формуле(2):

$$f = \Sigma h_i - (z_N - z_M) \quad (2)$$

где z_N, z_M — высоты исходных реперов.

Допустимые невязки в виде поправок, вычисляемых по формуле $\delta = n/N \times f$, вводятся с обратным знаком в превышения (здесь n — число штативов в ходе, в превышения которого вводят поправки; N — число штативов всего хода). Сумма поправок должна быть равна фактической невязке, взятой с обратным знаком.

					УП.21.02.05.0118.22.04.2023.ПЗ.	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

По исправленным превышениям определяются отметки связующих точек. Вычисление ведется последовательно по формуле (3):

$$Z_n = Z_{n-1} \pm h \quad (3)$$

где Z_n — отметка последующей точки; Z_{n-1} — отметка предыдущей точки; h — превышение между этими точками.

Отметки промежуточных точек вычисляются с помощью горизонта инструмента (ГИ), под которым подразумевают отметку визирного луча нивелира, находящегося в рабочем состоянии. Горизонт инструмента определяется по формуле (4):

$$ГИ = Z_B + b \quad (4)$$

где Z_B — отметка задней точки; b — отсчет по черной стороне рейки, расположенной на задней точке.

Если пикет расположен в почве выработки, то при вычислении ГИ отсчету b придается знак плюс, если в кровле — знак минус.

Отметки промежуточных точек (пикетов) вычисляются по формуле (5):

$$Z_c = ГИ \pm c \quad (5)$$

где Z_c — отметка промежуточного пикета; c — отсчет по рейке, установленной в промежуточной точке.

Если рейка установлена в почве выработки, то отсчет c имеет знак минус, если в кровле, то знак плюс.

После вычисления отметок связующих и промежуточных точек строится профиль выработки в зависимости от назначения профиля в масштабе; горизонтальном — от 1:2000 до 1:500, в вертикальном — от 1:200 до 1:50. Вертикальный масштаб обычно принимается в 10 раз крупнее, чем горизонтальный.

					УП.21.02.05.0118.22.04.2023.ПЗ.	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

РАЗДЕЛ 3 ТАХЕОМЕТРИЧЕСКАЯ СЪЕМКА

Тема 3.1 Рекогносцировка

Тахеометр — геодезический инструмент для измерения расстояний, горизонтальных и вертикальных углов. Близок к классу неповторительных теодолитов, используется для определения координат и высот точек местности при топографической съёмке местности, при разбивочных работах, выносе на местность высот и координат проектных точек, прямых и обратных засечек, тригонометрического нивелирования и так далее (Рисунок №6).

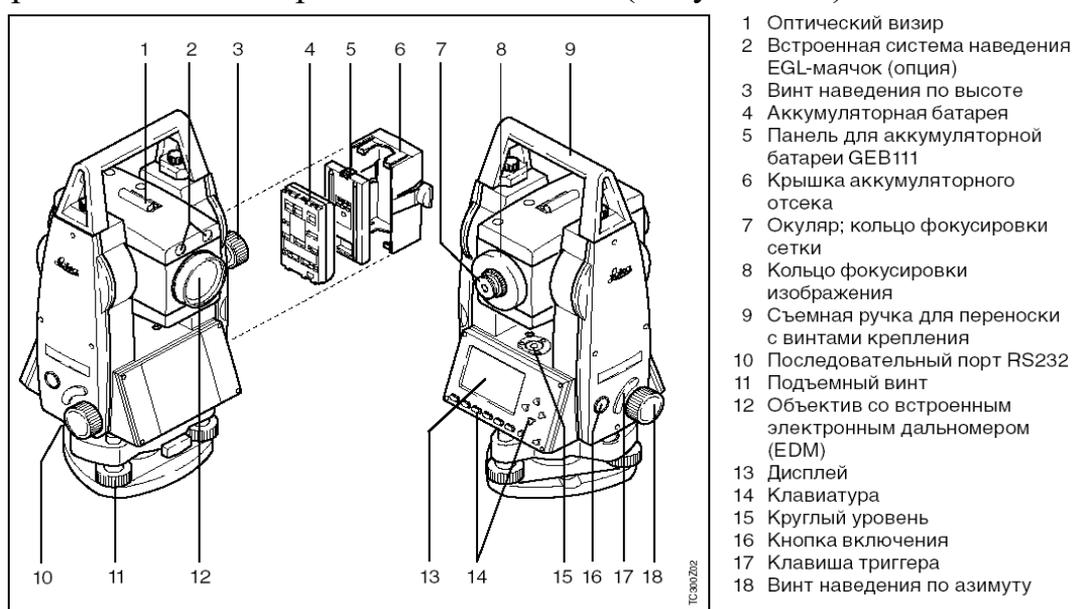


Рисунок №6 - Схема устройства тахеометра

Так же, как и любая съёмка, тахеометрическая содержит полевые и камеральные работы.

Полевые работы:

1. Рекогносцировка: закрепление точек съёмочного обоснования.

2. Прокладка теодолитно-нивелирного хода: те же работы, что и выше.

3. Съёмка ситуации и рельефа:

а) приведение теодолита (тахеометра) в рабочее положение: центрирование

					УП.21.02.05.0118.22.04.2023.ПЗ.		
Изм.	Лист		Подпись	Дата			
Разраб.	Сохоян А.К.				Литера	Лист	Листов
Провер.	Герасимов А.В.				У	П	1
Рецензент					ТИУ, МПК, 30т -21-(9)-2		
Н. контр.	Зябкина А.С.						
УТВ.							
РАЗДЕЛ 3 ТАХЕОМЕТРИЧЕСКАЯ СЪЕМКА							

- и горизонтирование;
- б) определение МО, измерение высоты инструмента i ;
- в) ориентирование 0° лимба горизонтального круга вдоль одной из сторон хода, откладывание i на рейке;
- г) собственно съемка: измерение горизонтальных углов, углов наклона, расстояний, считанных по рейке (от теодолита до точки) D с занесением на абрис съемки.

Тема 3.2 Проведение тахеометрической съемки

Одновременная съемка контуров и рельефа местности, при которой пространственное положение точек местности определяют со станции полярным способом, измеряя при помощи топографического прибора тахеометра (или теодолита) горизонтальные углы, расстояния и превышения, называется тахеометрической (Рисунок №7).

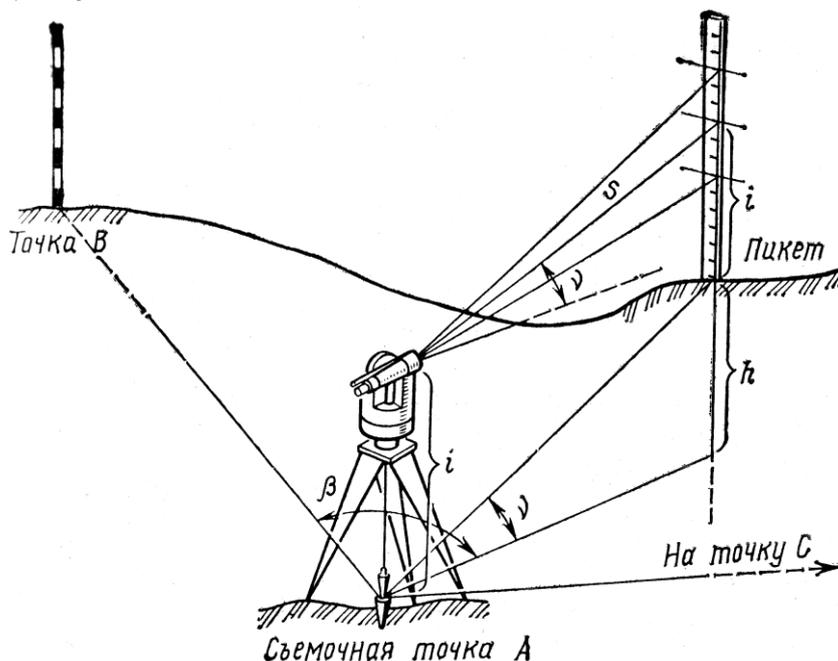


Рисунок №7 - Проведение тахеометрической съемки

Тахеометрическая съемка выполняется по принципу от общего к частному. Первоначально создают планово-высотную основу, а затем ведут съемку рельефа и подробностей, по результатам которой в камеральных условиях составляется топографический план. Тахеометрическую съемку рекомендуется производить для

составления топографических планов небольших участков или узких полос местности.

Горизонтальные углы измеряют между исходной линией, по которой ориентируется нуль лимба тахеометра и направлением на точки местности. Расстояние определяют оптическим дальномером. Превышение снимаемой точки над станцией находят методом тригонометрического нивелирования.

В качестве исходной плановой и высотной основ для тахеометрической съемки используют пункты государственной геодезической сети, теодолитных и нивелирных ходов, прокладываемых между пунктами геодезических сетей. Точки съемочного обоснования определяют проложением тахеометрических ходов. Одновременно ведут съемку ситуации и рельефа, параллельно составляется абрис снимаемого участка.

Полевые работы при тахеометрической съемке выполняются в короткие сроки и она в меньшей степени, чем другие виды топографических съемок зависит от погоды. К недостаткам следует отнести отсутствие своевременного возможности своевременного сличения плана с изображаемой местностью, что требует дополнительного инструментального и визуального контроля.

Тема 3.3 Камеральные работы при тахеометрической съемке

После получения данных тахеометрической съемки начинается этап обрабатывания информации. Он включает следующие виды работ:

1. необходимо найти координаты пунктов тахеометрических ходов,
2. вычислить отметки характерных точек ситуации и рельефа,
3. построить окончательный план местности.

					УП.21.02.05.0118.22.04.2023.ПЗ.	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

РАЗДЕЛ 4 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ: СОСТАВЛЕНИЕ ВЕДОМОСТИ ВЫЧИСЛЕНИЯ ДИРЕКЦИОННЫХ УГЛОВ И РУМБОВ

Тема 4.1 Составление ведомости вычисления дирекционных углов и румбов
Теоретическая часть

Дирекционный угол — горизонтальный угол, измеряемый по ходу часовой стрелки от 0° до 360° между северным направлением осевого меридиана зоны прямоугольных координат и направлением на ориентир. Дирекционные углы направлений измеряются преимущественно по карте (Рисунок №8).

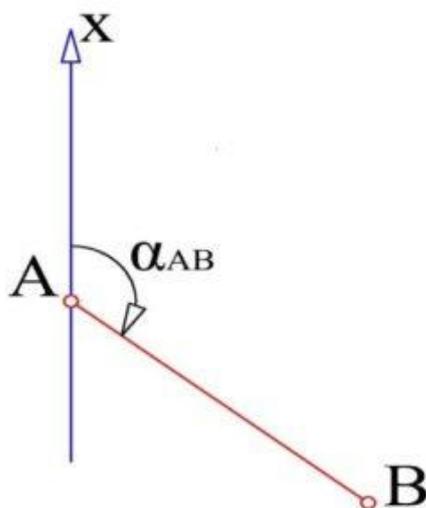


Рисунок №8 - Схема дирекционного угла

Вся земная поверхность, будучи шарообразной, не может быть перенесена на плоскость без разрывов и искажений. Поэтому её разделили на равные части ограниченные меридианами с разностью долгот в n градусов, имеющие наименование n -градусной координатной зоны. В каждой такой зоне за вертикальную ось координат часовой стрелки от 0° до 360° между северным направлением оси X (вертикальной линией километровой сетки) и направлением на предмет является Дирекционным углом.

УП.21.02.05.0118.22.04.2023.ПЗ.				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разраб.		Сохоян А.К.		
Провер.		Герасимов А.В.		
Рецензент				
Н. контр.		Зябкина А.С.		
Утв.				
ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ				
		Литера	Лист	Листов
		У	П	1
ТИУ, МПК, 30т -21-(9)-2				

Дирекционные углы применяются при выполнении засечек или прокладке полигонометрического хода путём передачи угловых измерений от направления с известным дирекционным углом к искомым.

Румб или румб линии - угол ориентирования, отсчитываемый от ближайшего направления – северного или южного меридиана – до заданной линии. Является разновидностью Азимута. Направление (линия) может находиться в одной из четырех четвертей, и для однозначного её определения к градусной величине румба добавляется название четверти: СВ (северо-восток), ЮВ (юго-восток), ЮЗ (юго-запад) или СЗ (северо-запад). Румбы имеют значения от 0° до 90° и обозначаются буквой r. Численные значения румбов называются табличными углами.

Четыре основных румба и их связь с Дирекционным углом представленных в таблице 1:

Таблица 1 - Румбы и их связь с Дирекционным углом

	верть (направление)	б (табличный угол)	Дирекционный угол
1	северо-восток	45° СВ	45°
2	юго-восток	45° ЮВ	135°
3	юго-запад	45° ЮЗ	225°
4	северо-запад	45° СЗ	315°

Для определения дирекционного угла каждой из сторон теодолитного хода необходимо знать исходный дирекционный угол одной из сторон. Этот угол получают путем привязки данной стороны к пункту геодезической опорной сети или определением для этой стороны истинного или магнитного азимута. По известному дирекционному углу и по откорректированным после расчетов невязок значениям углов полигона вычисляют дирекционные углы всех сторон по формулам (6-10):

$$\alpha_2 = \alpha_1 + 180^{\circ} \quad (6)$$

$$\alpha_3 = \alpha_2 + 180^\circ - \beta_3 \quad (7)$$

$$\alpha_4 = \alpha_3 + 180^\circ - \beta_4 \quad (8)$$

$$\alpha_n = \alpha_{n-1} + 180^\circ - \beta_n \quad (9)$$

$$\alpha_1 = \alpha_n + 180^\circ - \beta_1 \quad (10)$$

Для вычисления дирекционных углов сторон замкнутого теодолитного хода необходимо иметь исходный дирекционный угол одной из сторон его.

Он определен в результате привязки к направлениям, имеющим такие данные (с точек теодолитного хода).

По исправленным углам, зная дирекционный угол одной из сторон полигона n_1-n_2 , последовательно вычисляют дирекционные углы всех остальных сторон(11):

$$\alpha_{n+1} = \alpha_n + 180^\circ - \beta_n \quad (11)$$

т.е. дирекционный угол следующей линии равен дирекционному углу предыдущей линии плюс 180° и минус правый горизонтальный угол.

Если сумма $\alpha_n + 180^\circ$ окажется меньше угла, то к ней прибавляют 360° .

В ведомости вычисления координат, находящейся в приложении, были измерены и вычислены правые углы n . Исходный дирекционный угол линии N_1-N_2 $N_1-N_2 = 95^\circ 10' 25'' S$, значит, следующий дирекционный угол N_2-N_3 будет равен: $N_2-N_3 = N_1-N_2 + 180^\circ - \beta_2 = 95^\circ 10' 25'' S + 180^\circ - 89^\circ 45' 07'' S = 180^\circ 07' 17'' S$

Таким образом, были вычислены все дирекционные углы сторон этого теодолитного хода.

Для контроля вычислений дирекционных углов, к дирекционному углу последней стороны N_9-N_1 прибавляют 180° , и вычитают угол N_1 и получают значение дирекционного угла стороны N_1-N_2 :

$$N_1-N_2 = N_9-N_1 + 180^\circ - \beta_1 = 5^\circ 02' 39'' S + 180^\circ - 95^\circ 10' 15'' S = 95^\circ 10' 25'' S$$

Для последующих вычислений дирекционные углы переводят в румбы и записывают в столбец в ведомости вычисления координат.

Румбы вычисляют, пользуясь формулами зависимости между дирекционным углом и румбом по четвертям. Так как величина румба по четвертям не даёт определённого направления линии, то к ней приписывают начальные буквы названий сторон света.

					УП.21.02.05.0118.22.04.2023.ПЗ.	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

Практическая часть

Для вычисления румб необходимо найти значение горизонтальных углов по формуле (12):

$$\beta = \frac{\text{КЛ} - \text{КП} \pm 180^\circ}{2} \quad (12)$$

где β – горизонтальный угол; КЛ – отсчёт по шкале вертикального круга, взятый в положении теодолита «круг лево»; КП – отсчет по шкале вертикального круга, взятый в положении теодолита «круг право».

Примеры:

Рассчитать горизонтальные углы, если известны КП и КЛ:

$$1. \quad \beta = \frac{31^\circ - 125^\circ + 180^\circ}{2} = 43^\circ$$

$$2. \quad \beta = \frac{125^\circ - 184^\circ + 180^\circ}{2} = 60,5^\circ$$

$$3. \quad \beta = \frac{184^\circ - 305^\circ + 180^\circ}{2} = 29,5^\circ$$

$$4. \quad \beta = \frac{305^\circ - 31^\circ - 180^\circ}{2} = 47^\circ$$

Далее можно переходить к вычислению румб (13):

$$r = 180^\circ - 90^\circ - \beta \quad (13)$$

Пример:

$$r(\text{СВ}) = 180^\circ - 90^\circ - 47^\circ = 43^\circ$$

$$90^\circ - 43^\circ = 47^\circ$$

$$r(\text{ЮВ}) = 180^\circ - 90^\circ - 43^\circ = 47^\circ$$

$$90^\circ - 47^\circ = 43^\circ$$

$$r(\text{ЮЗ}) = 180^\circ - 90^\circ - 60,5^\circ = 29,5^\circ$$

$$90^\circ - 29,5^\circ = 60,5^\circ$$

$$r(\text{СЗ}) = 180^\circ - 90^\circ - 47^\circ = 43^\circ$$

					УП.21.02.05.0118.22.04.2023.ПЗ.	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

$$90^{\circ} - 43^{\circ} = 47^{\circ}$$

Тема 4.2 Выполнение работы по картографо-геодезическому обеспечению территорий, создание графических материалов

Теоретическая часть

Картографо-геодезическое обеспечение кадастра является пространственно-объектным базисом или точнее тем информационным слоем, на который «нанизывается» система данных, имеющих правовой, экономический и другие аспекты пользования землей.

Геодезические измерения служат важнейшим элементом гарантии прав собственности и пользования земельным участком. Под картографо-геодезическим обеспечением следует понимать наличие картографических материалов соответствующих масштабов и пунктов геодезической сети (пункты триангуляции, полигонометрии, пункты межевой сети и тому подобное).

Состояние картографо-геодезического обеспечения в значительной степени определяет экономические и организационные возможности создания и ведения земельного кадастра, кадастра объектов недвижимости в стране. Иными словами, чем хуже картографо-геодезическое обеспечение, тем больше потребуются средств для приведения его в надлежащее состояние с целью ведения кадастра с необходимой эффективностью и детальностью. Состояние картографо-геодезического обеспечения напрямую влияет на качество создания и ведения автоматизированной системы кадастра.

Наличие современного планово-картографического материала необходимых масштабов позволяет решать целый ряд задач:

- установление границ землепользований, административных границ районов, городской черты и так далее;
- определение площадей землепользований (с учетом точностных требований вычисления площадей), кадастровых участков и других учетных единиц;

					УП.21.02.05.0118.22.04.2023.ПЗ.	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

- составление графических приложений к правовым и юридическим документам;
- формирование различной отчетности по использованию земель.

Наличие развитой геодезической сети (в том числе опорной межевой сети) позволяет решать не только задачу по созданию планово-картографического материала соответствующих масштабов для ведения кадастра, но и производить непосредственно земельно-кадастровые работы (кадастровые съемки, межевание земель).

Соответствующее картографо-геодезическое обеспечение для опорно-геодезической сети ведения кадастра объектов недвижимости может быть создано как методами и средствами ведения наземных съемок, так и методами аэрокосмических съемок. Говорить о каких-то особенных требования к этим методам применительно к ведению кадастра, в настоящее время не приходится. При производстве этих работ необходимо ориентироваться на инструкции и руководства по конкретным видам топографо-геодезических работ.

Наземные съемки следует выполнять с применением электронных тахеометров и спутникового геодезического оборудования. Современный электронный тахеометр является сложнейшим, точным измерительным и одновременно вычислительным прибором, позволяющим решать на местности геодезические из землеустроительные задачи. Применение электронных тахеометров наиболее эффективно при крупномасштабном картографировании(топографическом, кадастровом) густо застроенных (городских) территорий, а так же небольших населенных пунктов.

Ошибка в положении контурной точки, полученной из непосредственных измерений на местности, определяется в основном ошибкой линейных измерений и вычисляется по формуле (14):

$$m_t = \sqrt{m_t^2 + (m_{\beta}^* / \rho)^2 \cdot l^2}, \quad (14)$$

Таким образом, при условии координирования поворотных точек границы земельного участка с одной точки (станции) можно получить достаточно высокую точность в определении площади.

При отсутствии необходимого планово-картографического материала, в качестве такового, могут быть использованы материалы аэрофотосъемки, в частности ортофотопланы. Известно, что материалы аэрофотосъемки отличаются большой объективностью и отражают реальное состояние сфотографированной местности и положение на ней объектов недвижимости.

По точностным требованиям аэрофотосъемка удовлетворяет требованиям крупномасштабных съемок М1:2000, М1:500 и требованиям о точках пограничных линий в городских районах. Точность определения плановых координат составляет 3-5см. Такая точность достигается при построении и уравнивании фототриангуляции. При этом, конечно, граничные точки должны быть четко опознаваемы на снимках. С этой целью будет вполне оправдано (и прежде всего для особо ценных земель) предварительное заложение граничных знаков и их соответствующая маркировка на местности.

Аэрофотосъемка является эффективным средством в определении координат значительного числа межевых знаков границ землепользований при кадастровом картографировании густо застроенных территорий больших городов.

Применение аэрофотосъемки, позволяет существенно уменьшить объемы геодезических работ, имеющих место при выполнении кадастровой съемки наземными средствами и методами. В этом случае остаются лишь работы по координированию опорных точек, необходимых для обработки снимков. Работы по координированию опорных точек могут быть эффективно выполнены либо с применением спутникового геодезического оборудования. Границы землепользований могут быть предварительно выявлены по результатам камерального дешифрирования и окончательно установлены в результате полевого дешифрирования. Доля полевого дешифрирования может быть уменьшена при увеличении масштаба фотографирования. Крупномасштабную аэрофотосъемку (масштаб 1:5000) целесообразно выполнять только для городов, поселков городского типа и пригородных зон с применением соответствующих фотографических камер и летательных аппаратов.

					УП.21.02.05.0118.22.04.2023.ПЗ.	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

Тема 4.3 Использование государственных геодезических сетей и иных сетей для производства картографо-геодезических работ

В производстве топографических работ участвует одновременно большое число исполнителей. Каждый топограф получает для съемок участок, покрываемый одним или несколькими листами карт. Лист карты представляет собой трапецию, рамками которой служат линии меридианов и параллелей, на местности ничем не обозначенных. Для того чтобы найти на местности участок, подлежащий съемке, на каждый съемочный планшет наносят не менее трех опорных исходных точек, которые на местности закреплены соответствующими знаками. При производстве съемок большой территории опорные точки дают возможность одновременно и независимо друг от друга производить съемку таким образом, чтобы затем свести результаты в одно целое без разрывов и перекрытий между отдельными участками. Геодезические работы имеют целью определить относительное положение на земной поверхности опорных точек, то есть координаты и высоты.

Инженерно-геодезические работы, сопровождающие все этапы инженерно-строительного производства, также требуют наличия на местности исходных точек, плановые координаты и высоты которых определены с высокой точностью. Ни одно крупное инженерное сооружение не может быть возведено без геодезической сети.

Геодезические измерения позволяют определять расположение отдельных точек земной поверхности относительно исходных точек, координаты которых определены или известны заранее. По мере удаления от исходных точек накапливаются погрешности, сопровождающие измерения, вследствие чего понижается точность определения координат. Если использовать несколько независимых друг от друга исходных точек, то координаты определяемых точек плохо согласовываются друг с другом. Поэтому возникает необходимость предварительного определения планового положения исходных точек в единой системе координат.

					УП.21.02.05.0118.22.04.2023.ПЗ.	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

Это позволяет избежать накопления погрешностей измерений и сводит результаты работ в одно целое. Например, работы по созданию карт состоят из следующих процессов: геодезические работы, аэрофотосъемка, топографические работы, картосоставительские работы.

В производстве топографических работ участвует одновременно большое число исполнителей. Каждый топограф получает для съемок участок, покрываемый одним или несколькими листами карт. Лист карты представляет собой трапецию, рамками которой служат линии меридианов и параллелей, на местности ничем не обозначенных. Для того чтобы найти на местности участок, подлежащий съемке, на каждый съемочный планшет наносят не менее трех опорных исходных точек, которые на местности закреплены соответствующими знаками. При производстве съемок большой территории опорные точки дают возможность одновременно и независимо друг от друга производить съемку таким образом, чтобы затем свести результаты в одно целое без разрывов и перекрытий между отдельными участками. Геодезические работы имеют целью определить относительное положение на земной поверхности опорных точек, то есть координаты и высоты.

Инженерно-геодезические работы, сопровождающие все этапы инженерно-строительного производства, также требуют наличия на местности исходных точек, плановые координаты и высоты которых определены с высокой точностью. Ни одно крупное инженерное сооружение не может быть возведено без геодезической сети.

Геодезическая сеть - это совокупность точек, закрепленных на местности, положение которых определено в общей для них системе координат. Закрепленная на местности точка геодезической сети называется геодезическим пунктом. Относительно геодезических пунктов определяют положение любой точки местности при съемке.

Развитие геодезических сетей осуществляется по принципу - «от общего к частному», то есть от более крупных по размерам построений к менее крупным, и от

					УП.21.02.05.0118.22.04.2023.ПЗ.	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

более точных к менее точным. Соответственно этому принципу геодезические сети подразделяются на четыре вида.

- 1. Государственная геодезическая сеть, представляющая собой главную геодезическую основу для всех видов геодезических и топографических работ.
- 2. Геодезические сети сгущения, развиваемые в отдельных районах при недостаточном числе пунктов государственной геодезической сети.
- 3. Съёмочные геодезические сети (съёмочное, или рабочее обоснование), на основе которых непосредственно производятся съёмки контуров и рельефа местности, инженерно-геодезические работы при строительстве сооружений.
- 4. Специальные геодезические сети, развиваемые при строительстве сооружений, предъявляющих к геодезическим работам специальные требования

Геодезические сети могут создаваться как на малых, так и на огромных площадях земной поверхности. По территориальному признаку их можно подразделить на глобальную (общеземную) геодезическую сеть, покрывающую весь земной шар; национальные (государственные) геодезические сети, создаваемые в пределах территории каждой отдельной страны в единой системе координат и высот, принятой в данной стране; сети сгущения, предназначенные для создания съёмочного обоснования топографических съёмок; местные геодезические сети, то есть сети на локальных участках, используемые для решения различных задач в местной системе координат.

По геометрической сущности различают плановые, высотные и пространственные геодезические сети. В плановой сети в результате обработки измерений вычисляют координаты пунктов на принятой поверхности относимости (на поверхности эллипсоида или на плоскости); в высотной (нивелирной) сети получают высоты пунктов относительно отсчётной поверхности; в пространственных сетях из обработки измерений определяют взаимное положение пунктов в трёхмерном пространстве.

Плановым съёмочным обоснованием являются полигонометрические сети 4 класса, 1 и 2 разрядов.

Плановое съёмочное обоснование создается:

					УП.21.02.05.0118.22.04.2023.ПЗ.	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

- - классическим методом (проложением отдельных теодолитных ходов);
- - с применением глобальных навигационных спутниковых систем (GNSS).

При построении полигонометрических сетей 4 класса, 1 и 2 разрядов должны соблюдаться требования, нормативных документов.

К высотному обоснованию относят: нивелировочные сети. Нивелирование III и IV класса является основным методом сгущения (развития) государственной нивелирной сети для производства крупномасштабных топографических съемок. Нивелирные сети при крупномасштабных топографических съемках создаются в виде отдельных ходов, полигонов и как правило, привязываются не менее чем к двум исходным нивелирным знакам (маркам, реперам) высшего класса.

Плановые координаты и высоты пунктов съёмочного обоснования с применением глобальных навигационных спутниковых систем (GNSS) определяют построением съёмочных сетей.

В наши дни широкое распространение получило определение координат точек с помощью GNSS, которые являются наиболее быстрым и самым удобным способом. Именно в данном случае географические координаты точки определяются при помощи искусственных навигационных спутников земли и геодезических приёмников. Это те технологии, которые создавались в интересах вооруженных сил и использовались только военным, но сегодня в том или ином виде доступны всем.

Сейчас в геодезических приемниках используются две спутниковые системы определения координат:

- - российская система ГЛОНАСС (ГЛОбальная НАвигационная Спутниковая Система);
- - американская система NAVSTAR GPS (NAVigation System with Time And Ranging Global Positioning System).

Тема 4.4 Использование в практической деятельности геоинформационных систем

Информатизация и развитие компьютерных технологий охватили все области жизни современного человека. В области современных технологий ведущая роль технологии, основанные на достижениях информатики как комплекса наук и методы обработки, хранения, передачи информации. Не является исключением географический регион обработки информации. Современная география и наука о Земле полагается главным образом на цифровые пространственные данные, полученные с использованием технологии дистанционного зондирования, обработанной и визуализированный с использованием конкретной географической информации системы (ГИС). В этом отношении индустрия информатики выделяется как отдельная крупная отрасль направление – геоинформатика.

Геоинформатика известна как "наука о структуре и характере пространственной информации, ее поиске, обработке и классификации, а также ее хранение, отображение и распространение, включая развитие инфраструктуры, необходимой для оптимального использования этой информации».

Геоинформатика объединяет ГИС для анализа и моделирования, а также развитие геопространственной базы данных, проектирование информационных систем, взаимодействие человека с компьютером, а также проводных и беспроводных сетевых технологий. Геоинформатика использует для анализа геоинформации вычисление и визуализацию географических данных.

Геоинформатика выводит на качественно новый уровень развития многие области деятельности, включая городское планирование и управление землепользованием, в автомобильных навигационных системах, здравоохранении, местном и национальном управлении, экологическом моделировании и анализе, военном, планирование и управление транспортными сетями, сельском хозяйстве, метеорологии и мониторинге изменения климата, океанографии и моделировании атмосферных явлений, бизнес-планировании, архитектуре и археологической

					УП.21.02.05.0118.22.04.2023.ПЗ.	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

реконструкции, телекоммуникации, криминологии и борьбе с преступностью, в авиации и морском транспорте.

Геоинформационные системы (ГИС, географическая информационная система) — это компьютерные технологии, которые применяют для создания карт и оценки фактически существующих объектов, а также происшествий. Такие системы собирают, хранят и анализируют информацию, а также обеспечивают ее графическую интерпретацию. Подобные инструменты позволяют пользователям искать, анализировать и редактировать цифровые карты, а также находить дополнительную информацию об объектах на них.

Основными функциями, реализуемыми ГИС являются:

- ввод и обновление данных;
- хранение и манипулирование данными;
- анализ данных;
- вывод и представление данных и результатов.

Полевая программа Trimble Survey Controller предназначена для работы с современными контроллерами Trimble, такими как CU и TSC2. Программа работает под управлением последней версии операционной системы Microsoft Windows, и использует возможности цветного экрана для вывода карты в реальном времени и сенсорного дисплея для быстрого доступа к данным.

Trimble Survey Controller объединяет геодезические данные, полученные с помощью GNSS и оптических геодезических инструментов, а также данные 3D сканирования некоторых систем Trimble.

В Trimble Survey Controller используются многоцветные карты и уникальные графические возможности, существенно упрощающие выполнение всех проектов.

Тема 4.5 Определение координат границ земельных участков и вычисление их площади

Определение местоположения и площади земельного участка - сложный комплекс процедур, основной целью которых является установление и

					УП.21.02.05.0118.22.04.2023.ПЗ.	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

последующее юридическое закрепление границ анализируемого участка, а также определение характерных, поворотных и узловых точек этих границ с нормативной точностью.

Характерные точки - это точки изменения описания границ земельного участка и деления их на части.

Узловые точки - это характерные точки, являющиеся общими для границ трех и более земельных участков.

Поворотная точка – место, в котором граница меняет своё направление, поворот обозначается межевым знаком.

Процедура межевания должна производиться строго в соответствии с требованиями, предъявляемыми законом. Изучим эти требования в двух различных направлениях работ.

Определение координат межевых знаков производится с использованием ряда методов:

Геодезический метод (триангуляция, полигонометрия, трилатерация, прямые, обратные или комбинированные засечки и иные геодезические методы);

Метод спутниковых геодезических измерений (определений).

Спутниковые измерения осуществляются благодаря использованию радиосигналов двух спутниковых навигационных систем – американской системы NAVSTAR GPS и российской системы ГЛОНАСС. Эти системы изначально были созданы для военных целей, но недавно нашли свое применение и в геодезии. Они позволили внедрять совершенно новые методы измерений, которые имеют огромные преимущества перед другими методами.

Методика спутниковых измерений заключается в том, что определяется расстояние от приемника навигационной системы (GPS/ГЛОНАСС) до спутника. Полученные данные корректируются, учитывая поправки. Спутниковые измерения проводятся в двух режимах:

- статические методы (приемники неподвижно расположены на точках, координаты которых известны, и на заранее определенных точках; эти методы более точные, но длительные);

					УП.21.02.05.0118.22.04.2023ПЗ.	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

- кинематические методы (менее точные, но более быстрые; предполагают два приемника – один стоит на месте с известными координатами, а другой передвигается от точки к точке; на оба приемника устанавливается модем, что позволяет в реальном времени использовать режим кинематики).

Первая группа методов используются при построении геодезических сетей, а вторая – при топографической съемке и межевании.

На сегодняшний день спутниковые методы измерений часто используются в таких инженерно-геодезических работах как проектирование, эксплуатация инженерных построек и сооружений, кадастровые съемки, съемки для топографических целей и так далее.

Картометрический метод.

Для использования картометрического метода определения координат необходимо иметь картографический материал, основной частью которого является картографическое изображение. В качестве картографической основы кадастровых работ используются: государственные топографические карты различных масштабов, крупномасштабные планы городов или планы городов, создаваемые силами муниципальных управлений по архитектуре и градостроительству (масштабы 1:200 – 1:10000), ортофотопланы, планы лесоустройства масштабов 1:25000 и 1:10000, планы землеустройства различных масштабов.

Исходный картографический материал может быть представлен на бумажном и электронном носителе. Картографический материал на бумажном носителе представлен бумажными листами карт и планов, планами на жёсткой основе (фанера или алюминий) и картографическим изображением, построенным на пластике.

Определение уникальных характеристик точек (координат) связано с математической основой карты или плана. Согласно географической энциклопедии математическая основа карт и планов отражает геометрические законы построения карты и геометрические свойства изображения, обеспечивает возможность измерения координат, нанесения объектов по координатам,

					УП.21.02.05.0036.25.03.2023ПЗ.	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

достаточно точные картометрические определения длин, площадей, объёмов, углов и другие. К математической основе относят также проекцию карты, координатные сетки (географические, прямоугольные и иные) и масштаб.

Фотограмметрический метод.

Этот метод аналогичен картометрическому методу, однако практически нигде не применяется на сегодняшний день ввиду отсутствия аэроснимков (космических снимков), приведённых к масштабу соответствующей картографической основы, а также технической возможности это сделать.

Аналитический метод

Данный способ установления площади земельного участка ориентируется на данные, определенные в результате проведения полевых работ, направленных на установление поворотных точек границ земельного участка. Расчет площади земельного участка осуществляется на основании расстояний между такими точками. Для проведения расчетов используются формулы, применяемые в аналитической геометрии. Основной расчет площади, если участок имеет форму неправильного многоугольника, осуществляется по формуле (15):

$$S = 0,5 \times \sum (X_i \times (Y_{i+1} - Y_{i-1})), \quad (15)$$

где: X_i и Y_i — координаты i -той каждой точки участка, в которой происходит изменение направления расположения границы участка, имеющего вид многоугольника; i — порядковый номер используемой точки границы участка.

Количество таких точек может изменяться от 1 до n ;

n — общее число используемых точек.

Самым простым способом расчета является установление площади такого участка, форма которого является стандартной четырехугольной, тогда количество точек вершин границ будет равно 4.

В отношении участка, имеющего форму трапеции, используется формула(16):

					УП.21.02.05.0118.22.04.2023ПЗ.	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

$$S_T = 0,5 \times (a + b) \times h, \quad (16)$$

где: a и b — основания фигуры; h — высота трапеции.

В случае, если речь идет об участке, форма которого является неправильным многоугольником, используются две формулы – полупериметра участка и площади участка, рассчитанной на основании полупериметра(17):

$$p = 0,5 \times (a + b + c + d), \quad (17)$$

где: p – полупериметр, a, b, c, d — величины сторон.

Площадь такого участка будет равна(18):

$$S_y = \sqrt{(p - a)(p - b)(p - c)(p - d)} \quad (18)$$

Использование способа расчета на основании азимута участка актуально в тех случаях, когда участок имеет сложную неправильную формулу с большим количеством поворотных точек. В этом случае рассчитывается азимут каждой такой точки, а также определяется расстояние между соседними точками. Итоговый расчет производится с помощью специальной программы.

В зависимости от выбранного метода определения специалист использует специальные инструменты. Это могут быть спутниковые приемники, теодолиты, фотограмметрические приборы, дигитайзеры и так далее.

Результатом проведенных работ становится определение координат пунктов ОМС и межевых знаков.

Определение площади участка

Площадь участков определяется с использованием графического, механического или аналитического способа. При необходимости эти способы

					УП.21.02.05.0118.22.04.2023.ПЗ.	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

могут сочетаться либо действовать по отдельности. В процессе всегда идет опора на базовые сведения из документов.

Для измерений применяются карты, планиметры, электронно-вычислительные машины и так далее.

Результатом проведенных работ становится максимально точно вычисленная площадь участка, однако, закон позволяет допущение незначительных погрешностей в пределах установленных норм.

В соответствии с типом земельного участка и его назначения специалисты подбирают один или несколько методов работы, которые предварительно согласуются и обсуждаются с заказчиком.

Тема 4.6 Выполнение проверки и юстировки геодезических приборов и инструментов

Поверки и юстировка теодолитов

Теодолит — измерительный прибор для определения горизонтальных и вертикальных углов при топографических съёмках, геодезических и маркшейдерских работах, в строительстве и тому подобное.

Юстировка — совокупность операций по выравниванию конструкций и конструктивных элементов вдоль осевого направления, а также по приведению меры, измерительного или оптического прибора, механизмов или их частей в рабочее состояние, обеспечивающее точность, правильность и надёжность их действия.

При юстировке приборов осуществляется проверка и наладка измерительного и/или оптического прибора, подразумевающая достижение верного взаиморасположения элементов прибора и правильного их взаимодействия.

1. Поверка уровня. Ось цилиндрического уровня на алидаде горизонтального круга должна быть перпендикулярна к оси вращения алидады. Поверку повторяют, добиваясь, чтобы смещение пузырька было меньше одного деления.

					УП.21.02.05.0118.22.04.2023.ПЗ.	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

2. Поверка сетки нитей. Вертикальный штрих сетки нитей должен быть перпендикулярен к оси вращения зрительной трубы.

3. Поверка визирной оси. Визирная ось трубы должна быть перпендикулярна к оси вращения трубы. При выполнении поверки визируют на удаленную точку при двух положениях круга и берут отсчеты Л и П.

4. Поверка оси вращения трубы. Ось вращения трубы должна быть перпендикулярна к оси вращения алидады. Если изображения обеих проекций точки не выходят за пределы биссектора сетки нитей, требование считают выполненным.

Нивелир-геодезический инструмент для нивелирования, то есть определения разности высот между несколькими точками земной поверхности.

1. Ось круглого уровня при подставке прибора должна быть параллельна оси вращения нивелира.

Поверку выполняют так: тремя подъемными винтами приводят пузырек круглого уровня в нуль-пункт. Поворачивают прибор на 180° . Если пузырек уровня отклоняется от середины, то исправительными винтами уровня перемещают пузырек в сторону середины на половину дуги отклонения, а подъемным винтом приводят его в нуль-пункт. Для контроля поверку повторяют.

2. Горизонтальная нить сетки должна быть перпендикулярна оси вращения нивелира.

Зрительную трубу нивелира наводят на рейку и берут отчет по левому краю нити. Затем наводящим винтом перемещают трубу по азимуту и снимают отчет по правому концу нити. Если эти отчеты отличаются друг от друга не более чем на 1 мм, то нивелир считается неисправным. В противном случае сетку нужно развернуть для этого ослабляют крепежные винты обоймы сетки и поворачиваются.

3. Ось цилиндрического уровня должна быть параллельна визирной оси трубы

					УП.21.02.05.0118.22.04.2023.ПЗ.	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

Эта поверка называется главным условием для работы нивелира, так как без выполнения параллельности названных осей выполнение нивелирования невозможно.

Тахеометр-геодезический инструмент для измерения расстояний, горизонтальных и вертикальных углов. Близок к классу неповторительных теодолитов, используется для определения координат и высот точек местности при топографической съёмке местности, при разбивочных работах, выносе на местность высот и координат проектных точек, прямых и обратных засечек, тригонометрического нивелирования и так далее.

1. Поверка отклонения визирной оси лазерного центрира от вертикальной оси вращения тахеометра. Выполняется с использованием дополнительного оборудования для двух измерений через 180° . Допустимое отклонение не должно превышать $\pm 0,8$ мм.

2. Проверяется правильность расположения визирной оси зрительной трубы. Если отсчет по горизонтальному кругу и в зените отличен от 180° , то необходима юстировка сетки нитей устройства.

3. Место нуля компенсатора вертикального круга должно быть близким или равным 0° . Данный пункт выполняется до начала измерительных работ и состоит из нескольких измерений различных углов наклона при двух-трех положениях зрительной трубы. При значительных отклонениях следует обратиться за квалифицированной консультацией и настройкой в сервисный центр.

4. Поверка дальности измерения инструмента с использованием эталонных базисов производится на полигоне.

5. Проверяется перпендикулярность сетки нитей оси горизонта: при перемещении четкой визирной цели параллельно вертикальной линии сетки нитей дополнительная юстировка не требуется.

Поверка перпендикулярности горизонтальной и вертикальной осей.

Поверка состоит в наведении теодолита на высоко установленную визирную цель с последующим проецированием точки наведения на горизонтальную плоскость. Данная операция проводится при установках теодолита при круге лево

					УП.21.02.05.0118.22.04.2023.ПЗ.	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

и при круге право. Результаты проецирования, полученные при различных кругах, должны сходиться в пределах величины бисектора сетки нитей.

Проверка правильности работы оптического центрира.

Проверка правильности работы оптического центрира проводится после горизонтирования теодолита. На листе бумаги отмечается положение центра оптического центрира. Теодолит поворачивается на 180° . Отклонение центра от зафиксированного положения не должно превышать величины большого кольца центрира.

При необходимости проводится юстировка. Половина отклонения исправляется перемещением листа бумаги, а вторая половина – исправительными винтами центрира. Исправительные винты центрира доступны через отверстия в кожухе вертикальной оси.

Проверка перпендикулярности визирной оси к оси вращения прибора

Перпендикулярность визирной оси зрительной трубы к оси вращения прибора определяется по величине коллимационной ошибки. Коллимационная ошибка определяется по отчетам по горизонтальному кругу прибора взятым, не менее чем на три направления, при установках теодолита при круге лево и круге право. Допустимая величина коллимационной ошибки не должна превышать двойной точности прибора, то есть $0,2'$. Колебания величины коллимационной ошибки должны находиться в пределах $0,2'$.

					УП.21.02.05.0118.22.04.2023.ПЗ.	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В течение прохождения практики с 27 марта по 22 апреля я освоила работу с теодолитом Т30, Н-3К, 2Т30, 2Т30П, буссоль №33, ОБК, буссоль ручной ОБК, 4Т30П, VEGA ТЕО-20, ГЕОВОХ ТЕ-20, буссоль БШ-1, и тахеометром, научилась проводить поверки теодолитов, измерять горизонтальные и вертикальные углы, расстояния между точка, вычислять дирекционные углы и так далее. Освоила технологию теодолитной и тахеометрической съёмки и научилась производить обработку результатов геодезических измерений.

В процессе прохождения геодезической практики, я приобрела необходимые практические умения и навыки работы, путём непосредственного участия в деятельности геодезических работ.

По окончанию практики была достигнута главная цель: совершенствование профессиональных умений работы с геодезическими инструментами.

Геодезические работы выполнялись в несколько этапов.

На первом этапе разрабатывался план производства геодезических работ и выбиралась методика их выполнения.

На втором этапе производились геодезические измерения с помощью геодезических инструментов, приборов и вспомогательного оборудования. Чтобы результаты измерений были надлежащего качества, необходимо знать устройство геодезических приборов, правила их поверок, методику измерений. Помимо геодезических измерений проводились работы по нахождению координат земельных участков на планах местности и измерению их площадей. Для этого необходимо было воспользоваться знаниями о масштабах, широтах, долготах, параллелях.

Данная практика является хорошим практическим опытом для дальнейшей самостоятельной деятельности.

					УП.21.02.05.0118.22.04.2023.ПЗ.		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Сохоян А.К.			Литера	Лист	Листов
Провер.		Герасимов А.В.			У	П	1
Рецензент					ЗАКЛЮЧЕНИЕ ТИУ, МПК, ЗОт -21-(9)-2		
Н. контр.		Зябкина А.С.					
Утв.							

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основные источники:

1. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии: учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 196 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-01708-3. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/492060> (дата обращения: 15.04.2023).

2. Емельянова, Л. Г. Биогеографическое картографирование: учебное пособие для среднего профессионального образования / Л. Г. Емельянова, Г. Н. Огуреева. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 108 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-13975-4. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/477089> (дата обращения: 15.04.2023).

3. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 243 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-89564-3. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/491466> (дата обращения: 15.04.2023).

4. Пылаева, А. В. Модели и методы кадастровой оценки недвижимости: учебное пособие для среднего профессионального образования / А. В. Пылаева. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 153 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-08690-4. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/492689> (дата обращения: 15.04.2023).

5. Смалев, В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения: учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Смалев. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-14084-2. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/496678> (дата обращения: 15.06.2022).

2. Дополнительные источники:

1. Геодезия с основами картографии и картографического черчения: методические указания по практическим занятиям для обучающихся специальности 21.02.05 Земельноимущественные отношения очной формы обучения. Ч. 1 / ТИУ; сост. А. Б. Ерёмин. - Тюмень: ТИУ, 2020. - 41 с. - Электронная библиотека ТИУ. - [Геодезия с основами картографии и картографического черчения]. - ~Б. ц. - Текст: непосредственный.

2. Топографо-геодезическое сопровождение кадастра недвижимости: методические указания по организации самостоятельной работы для обучающихся

					УП.21.02.05.0118.22.04.2023.ПЗ.					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						
Разраб.		Сохоян А.К.			Литера	Лист	Листов			
Провер.		Герасимов А.В.			У	П	1			
Рецензент					СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ					
Н. контр.		Зябкина А.С.						ТИУ, МПК, ЗОТ -21-(9)-2		
УТВ.										

специальности 21.02.05 Земельно-имущественные отношения очной формы обучения / ТИУ; сост. А. Б. Ерёмин. - Тюмень: ТИУ, 2021. - 32 с. - Электронная библиотека ТИУ. - [Топографогеодезическое сопровождение кадастра недвижимости]. - Библиография: с. 30. - ~Б. ц. - Текст: непосредственный.

3. Савцова, Т.М. Общее землеведение. - Москва: Инфра-М, 2019. – 416 с. – Текст: непосредственный.

4. Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500. Москва: Недра, 2021. - 124 с. – Текст: непосредственный.

5. Неумывакин Ю.К., Перский М.И. Земельно-кадастровые работы - Москва: Колос, 2018. – 184 с. – Текст: непосредственный.

6. Журналы:

1. Геодезия и картография: рецензируемый научный журнал - URL: https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=8515 (дата обращения 15.04.2023) – Текст: электронный.

2. Землеустройство, кадастр и мониторинг земель: научно – практический журнал - URL: https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=25761 (дата обращения 15.04.2023) – Текст: электронный.

3. Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка: научный журнал - URL: https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=7811 (дата обращения 15.04.2023) – Текст: электронный.

7. Профессиональные базы данных:

1. <http://www.aerogarant.ru/> - Система «Гарант».

2. <http://www.consultant.ru/> - Система «Консультант+»

8. Информационные ресурсы:

1. <http://realtymarket.ru/> - Информационный портал: рынок недвижимости России: анализ и прогноз.

2. <https://rosreestr.ru/site/> - Официальный сайт Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии.

3. <https://investprojects.info/> - Инвестиционные проекты. Информационный портал инвестиционных проектов, реализуемых в России.

					УП.21.02.05.0118.22.04.2023.ПЗ.	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52