**Краевое государственное бюджетное**

**профессиональное образовательное учреждение**

**«Минусинский сельскохозяйственный колледж»**

**Методические указания по выполнению**

**практических и лабораторных работ**

**по дисциплине ОП.В.02. Геодезия**

**специальности 13.02.02. Теплоснабжение и теплотехническое оборудование**

**Минусинск, 2016**

Рассмотрены

на заседании цикловой комиссии

преподавателей

теплотехнических дисциплин

Протокол № от «\_\_»\_\_\_\_\_2016г.

Методист ЦК

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_И.А. Кулакова

Методические указания по выполнению практических и лабораторных работ являются частью основной профессиональной образовательной программы по дисциплине ОП.В.02.Геодезия специальности 13.02.02. Теплоснабжение и теплотехническое оборудование, утвержденной методическим советом от 26.06.2015года.

Методические указания адресованы студентам очной формы обучения.

Методические указания включают в себя введение, инструкционно-технологические карты, рекомендации по оформлению отчета. Введение содержит учебную цель, перечень образовательных результатов в соответствии с требованиями ФГОС, задачи, обеспеченность занятия. Инструкционно-технологические карты содержат: тему, наименование работы, цель, оснащение рабочего места, норму времени, рекомендуемую литературу, теоретические сведения, содержание работы и последовательность ее выполнения, таблицы, рисунки, контрольные вопросы.

Автор: Кулакова Ирина Алексеевна, преподаватель высшей квалификационной категории, Минусинский сельскохозяйственный колледж.

Рецензент: Евдокимова Светлана Владимировна, преподаватель высшей квалификационной категории, Минусинский сельскохозяйственный колледж.

Содержание

|  |  |
| --- | --- |
| Введение 3 | 4 |
| Рекомендации по оформлению отчета | 8 |
| Правила обращения с геодезическими приборами | 9 |
| Практическое занятие 1. Решение задач по картам и планам с горизонталями | 10 |
| Практическое занятие 2. Измерение линий. Обработка журнала измерения длин линий | 14 |
| Лабораторная работа 1. Изучение теодолита Т-30. Правила обращения, поверки и юстировки теодолита | 19 |
| Лабораторная работа 2. Измерение горизонтальных углов. Измерение вертикальных углов | 24 |
| Лабораторная работа 3. Изучение нивелира и получение первичных навыков работы с нивелиром | 29 |
| Практическое занятие 3. Определение превышений на станции. Обработка журнала | 34 |
| Практическое занятие 4. Расчеты при переносе трассы коммуникаций в натуру | 39 |
| Список используемой литературы | 43 |

**Введение**

УВАЖАЕМЫЙ СТУДЕНТ!

Методические указания по дисциплине «Геодезия» для выполнения практических и лабораторных работ созданы Вам в помощь для работы на занятиях, подготовки к практическим занятиям, правильного составления отчетов.

Приступая к выполнению практической или лабораторной работы, необходимо внимательно прочитать цели и задачи, ознакомиться с требованиями к уровню Вашей подготовки в соответствии с федеральными государственными стандартами, краткими теоретическими и учебно-методическими материалами по теме работы, ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.

Все задания к практической или лабораторной работе выполнять в соответствии с инструкцией, анализировать полученные результаты.

Отчет о работе выполнить по приведенному алгоритму в инструкционно-технологической карте.

Наличие положительной оценки по практическим и лабораторным работам необходимо для получения по дисциплине дифференцированного зачета, поэтому в случае отсутствия на уроке по любой причине или получения неудовлетворительной оценки за работу необходимо найти время для ее выполнения или пересдачи.

Внимание! Если в процессе подготовки к практическим и лабораторным работам или при решении задач у Вас возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удается, необходимо обратиться к преподавателю для получения разъяснений или указаний в дни проведения дополнительных занятий.

Время проведения дополнительных занятий можно узнать у преподавателя или посмотреть на двери его кабинета.

Желаем Вам успехов!!!

Практическое обучение является центральной частью профессионального образования и направленно на понимание значимости выбранной профессии, на отработку у обучающихся умений, навыков и знаний по учебным дисциплинам.

Цель практических и лабораторных работ: формирование у студентов общих и профессиональных компетенций, приобретение практических профессиональных умений в рамках учебной дисциплины ОП.В.02. Геодезия по специальности 13.02.02. Теплоснабжение и теплотехническое оборудование.

Задачами практических и лабораторных работ является изучение студентами основных приборов и методов проведения геодезических работ.

В ходе выполнения практических и лабораторных работ студенты приобретают умения:

* читать разбивочный чертеж;
* использовать мерный комплект для измерения длин линий, теодолит для измерения углов, нивелир для измерения превышений;
* решать простейшие задачи детальных разбивочных работ.

В процессе изучения материала на занятиях, выполнения практических и лабораторных работ у студентов должны быть сформированы общие, профессиональные и дополнительные компетенции:

OK 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

ПК 1.1. Осуществлять пуск и останов теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения (читать разбивочный чертеж; использовать мерный комплект для измерения длин линий, теодолит для измерения углов, нивелир для измерения превышений; решать простейшие задачи детальных разбивочных работ).

ПК 1.3. Осуществлять мероприятия по предупреждению, локализации и ликвидации аварий теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения (читать разбивочный чертеж; использовать мерный комплект для измерения длин линий, теодолит для измерения углов, нивелир для измерения превышений; решать простейшие задачи детальных разбивочных работ).

ПК 3.1. Участвовать в наладке и испытаниях теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения (читать разбивочный чертеж; использовать мерный комплект для измерения длин линий, теодолит для измерения углов, нивелир для измерения превышений; решать простейшие задачи детальных разбивочных работ).

ПК 3.2. Составлять отчётную документацию по результатам наладки и испытаний теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения (читать разбивочный чертеж; решать простейшие задачи детальных разбивочных работ).

ДК 4. Осуществлять геодезическую съемку при монтаже оборудования.

При выполнении практических и лабораторных работ на студентов распространяются правила охраны труда, правила внутреннего распорядка, действующие в образовательном учреждении, правила пожарной безопасности.

Выполненная работа представляется преподавателю в форме отчета на отдельном листе.

При оценке работы учитывается:

* готовность студента к выполнению практической или лабораторной работы (теоретическая подготовленность, наличие тетради);
* степень самостоятельности при выполнении работы;
* рациональное распределение времени;
* аккуратность оформления работы;
* последовательность, точность изложения, а также правильность математических расчетов, теоретических обоснований, обобщений и выводов;
* наличие грамотных и научных ответов на контрольные вопросы;
* уровень защиты практической и лабораторной работ.

Критерии оценки качества выполнения практических и лабораторных работ:

* Отметка «5». Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Студент работает полностью самостоятельно: подбирает необходимые для проведения практической работы теоретические знания, практические умения и навыки. Работа оформляется аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме. Работа выполнена в срок, студент сумел рассчитать время, необходимое для подготовки работы, четко понимает цель задания. Грамотно отвечает на поставленные вопросы, используя профессиональную лексику.
* Отметка «4». Работа выполняется в полном объеме и самостоятельно. Допускаются отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Студенты используют указанные преподавателем источники знаний, включая таблицы из приложения к методическим указаниям. Работа показывает знание основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Могут быть неточности и небрежности в оформлении результатов работы.
* Отметка «3». Работа выполняется и оформляется студентом при помощи преподавателя или хорошо подготовленных и уже выполнивших на «отлично» данную работу студентов. На выполнение работы затрачивается много времени (можно дать возможность доделать работу дома). Студенты показывают знания теоретического материала, но испытывают затруднение при самостоятельной работе с формулами, приложениями.
* Отметка «2» выставляется в том случае, когда студенты не подготовлены к выполнению этой работы. Полученные результаты не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью, Большое число ошибок в вычислениях. Работа оформлена небрежно. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений, низкий интеллект. Руководство и помощь со стороны преподавателя и хорошо подготовленных учащихся неэффективны по причине плохой подготовки.

**Рекомендации по оформлению отчета (общие требования)**

* Содержание отчета и порядок расположения заданий должны соответствовать инструкционно-технологической карте на выполнение работы.
* Для отчетов по практическим и лабораторным работам используется рукописный текст на развернутых листах тетрадей в клетку, цвет текста - синий, фиолетовый, черный.
* Титульный лист должен выполняться в соответствии с приложением А.
* Текст и оформление иллюстраций, таблиц должны удовлетворять требованию их четкого воспроизведения.
* Ошибки, помарки и графические неточности допускается исправлять аккуратной подчисткой или закрашиванием белой краской и нанесением на том же месте исправленного текста. Повреждения листов, помарки и следы не полностью удаленного прежнего текста (графики) не допускаются.
* Сокращения слов в тексте отчета и подрисуночном тексте не допускается.
* Округление числовых значений величин допускается до второго десятичного знака.
* Порядок изложения расчетов определяется характером рассчитываемых величин.
* Расчет в общем случае должен содержать:
* задачу расчета;
* данные для расчета;
* расчет.
* Уравнения и формулы следует записывать и выделять из текста в отдельную строку. Под формулами делать пояснения по применяемым обозначениям.

Пример.

Угол наклона определяем по формуле:



где h - высота сечения рельефа, м;

D - заложение, м.

* Подставлять численные значения в формулу и вести расчет.
* Заключение должно содержать оценку результатов, выводы о проделанной работе.

**Правила обращения с геодезическими приборами**

1. При получении приборов студенты должны осмотреть их, обратив вни­мание на комплектность и маркировку приборов, отсутствие механических повреждений, исправность оптической системы, чистоту поля зрения зри­тельной трубы и микроскопа; проверить взаимодействие узлов теодолита, нивелира, работу подъемных и закрепительных винтов и наводящих устройств.
2. При переноске приборов и работе их следует оберегать от толч­ков, ударов, встряхивания. При переходе, во время работы, с одной станции на другую приборы переносят закреплен­ными на штативе, обязательно в вертикальном положении, при этом закре­пительные устройства должны быть закреплены, а нитяной отвес уложен в гнездо штатива.
3. Вынимая прибор из футляра или упаковывая его, в целях обеспечения сохранности, не следует допускать грубых силовых воздействий. Если при­бор свободно не укладывается в футляр, надо выяснить и устранить причи­ну.
4. Во время работы с прибором нельзя прилагать усилия к становому винту, закрепительному и наводящему уст­ройствам, подъемным винтам.
5. При развертывании мерной ленты и во время измерений не следует допускать образования петель, что может привести к поломке ленты. После окончания рабочего дня ленту нужно протереть ветошью, не допуская по­явлений на ней ржавчины.
6. Не разрешается использовать в качестве сиденья упаковочные футляры, штативы.
7. При обнаружении в процессе работы с приборами неисправностей студент обращается к преподавателю за разъяснением.
8. По окончанию выполнения задания все приборы должны быть очищены от пыли, упакованы в футляры и сданы преподавателю.

**ИНСТРУКЦИОННО - ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение практической работы № 1

***Тема:*** Рельеф местности и его изображение на топографических картах и планах

***Наименование работы:*** Решение задач по картам и планам с горизонталями

***Цель:*** формирование навыков чтения планов участков местности, закрепление методики решения задач по определению высот точек, заданных на топографической карте и построения продольного профиля рельефа местности.

***Задачи:***

* уметь определять высоты точек, заданных на топографической карте;
* уметь строить продольного профиль рельефа;
* уметь определять уклон линии по заданному направлению.

**Формируемые общие компетенции:** ОК 2. – ОК 4;

**Формируемые профессиональные компетенции:**

ПК 1.3. Осуществлять мероприятия по предупреждению, локализации и ликвидации аварий теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения (решать простейшие задачи детальных разбивочных работ).

ПК 3.2. Составлять отчётную документацию по результатам наладки и испытаний теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения (решать простейшие задачи детальных разбивочных работ).

Студент должен

**уметь**:

* решать простейшие задачи детальных разбивочных работ;

**знать:**

* основные геодезические определения.

***Норма времени:*** 90 минут

***Оснащение рабочего места:*** инструкционно-технологическая карта, рабочая тетрадь, калькулятор, карточки-задания, линейка, карандаш.

***Литература:***

1. Киселев М.И., Михелев Д.Ш. Геодезия. – М.: Издательский центр «Академия», 2011.
2. Стороженко А.Ф., Некрасов О.К. Инженерная геодезия. – М.: Недра, 1993.
3. Фельдман В.Д., Михелев Д.Ш. Основы инженерной геодезии. – М.: Высшая школа, 1999.

**Краткие теоретические материалы**

По топографическому плану (карте) можно решить ряд задач, в том числе определить: отметку точки; уклон, крутизну ската, построить профиль местности.

На топографическом плане рельеф изображается надписями отметок отдельных характерных точек и горизонталями. Горизонталями называются замкнутые кривые линии, соединяющие точки местности с одинаковыми отметками.

Разность двух отметок смежных горизонталей называется высотой сечения и обозначается h.

Расстояние d на плане между двумя соседними горизонталями **называется заложением**.

1. ***Определение отметок точек по горизонталям***

Отметку точки определяют по имеющимся на плане надписям отметок горизонталей.

1. **Если точка расположена на горизонтали**, то ее отметка равна отметке самой горизонтали. Отметка точки *С* равна 120м (рисунок 1, б).

**Нс = 120м.**

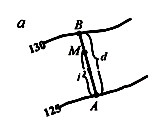
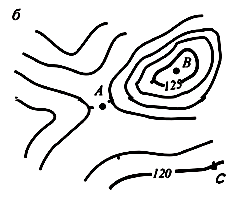
 

Рисунок 1 - Схема определения отметок точек по горизонталям:

а – точка расположена между горизонталями с разными высотами;

б – точка расположена между одноименными горизонталями

1. **Если точка расположена между горизонталями с разными высотами**, то ее высота определяется следующим образом. Высота точки *М* (рисунок 1, а):

Нм= Нмг + ∆h,

где Нмг – отметка меньшей по значению горизонтали, м;

∆h – превышение точки *М* над горизонталью, м.

Чтобы определить превышение, через точку *М* проводят прямую *АВ* как кратчайшее расстояние между горизонталями и на плане измеряют заложение d = *АВ* и отрезок *l =* АМ.Тогда превышение равно*:*

Δh = \*h,

где *l* –расстояние по плану от определяемой точки до горизонтали с наименьшим значением, мм (измеряется на плане линеечкой);

*d –* заложение по плану, мм (измеряется на плане линеечкой);

*h* – высота сечения рельефа, м.

*Пример*. Точка *М* (рисунок 1, а), отметку которой требуется определить, расположена между горизонталями с отметками 125 и 130 м.

Нм= Нмг + ∆h

Нмг = 125м

Δh = \*h,

где *l*=16мм (замерили линейкой на плане);

*d =*20мм (замерили линейкой на плане);

*h =*130-125=5м

Δh = \*5 =4м

**Нм = 125+4 = 129м**



с) **Если точка расположена между горизонталями с одинаковыми отметками** (точка *А* на рисунке 1, б), либо внутри замкнутой горизонтали (точка *В),* то ее отметку можно определить лишь приближенно. При этом считают, что отметка точки меньше или больше высоты этой горизонтали на половину высоты сечения рельефа, т. е. 0,5h.

НА= Нбг ± 0,5h,

где Нбг – отметка близлежащей к точке горизонтали, м;

*h* – высота сечения рельефа, м.

*Пример:* Точка А расположена между горизонталями с одинаковыми отметками:

**НА*=122 – 0,5\*1 =* 121,5м;**

Точка В расположена внутри замкнутой горизонтали:

**HВ= 125+0,5\*1 = 125,5м**

***Определение крутизны скатов и уклонов линий***

Отрезки линий на земной поверхности обычно имеют наклон, отчего начало и конец отрезка находятся на разных высотах. Разность их высот превышение, а проекция отрезка на горизонтальную плоскость его горизонтальное проложение.

*Крутизна ската* характеризуется *углом наклона* *ν*, который образует линия местности с горизонтальной плоскостью (рисунок 2). Чем больше угол наклона, тем скат круче. Угол наклона определяем по формуле:



где h - высота сечения рельефа, м;

D - заложение, м.

*D = d \*N*,

где *d -* заложение по плану, мм (измеряется по плану линеечкой)

*N –* знаменатель численного масштаба плана.

Для вычисления угла требуются тригонометрические таблицы: зная тангенс, находим значение угла.

|  |  |
| --- | --- |
| Рисунок 2 - Определение по карте крутизны скатов и уклонов:  *а* - вырезка из карты масштаба 1: 25 000 *(h=10* м);  *б* - элементы ската: *АВ* – линия ската, *А* - вершина, *В* - основание, *D* – заложение, *h* - высота*, ν* - крутизна | В технических расчетах *крутизну ската* чаще всего выражают *уклоном* *i. Уклоном* *i* линии называется отношение превышения *h* к горизонтальному проложению *d*:  *i = h / d =* tgv  Чаще уклон записывают десятичной дробью (0,05 или 0,050), а также в процентах и промилле (5 % или 50 ‰). Та и другая форма записи выражает величину подъема или понижения наклонной линии.  *Пример.* Определить угол наклона и уклон ската местности между горизонталями 170 и 180 м, в точке *п.*  *i* = tgv *=h/D*  Определяем заложение на местности:  *D = d \*N*  *d =10мм* (замерили линейкой по карте)  *D = d \*N = 10\*25 000 = 250 000мм = 250м*  tgv *=h/D= 10/250= 0,04;* v =2°18'  *i* = tgv = 0,04 или *i=0,04\*100=4% или 40‰* |

Чтобы избежать расчетов при определении уклонов и крутизны скатов по плану или карте, на практике пользуются специальными графиками, называемыми ***графиками заложений***, расположенными под южной рамкой карты.

|  |  |
| --- | --- |
| а) | б) |

Рисунок 3 -Графики заложений: а –угла наклона; б - уклонов

***Построение профиля местности по заданному направлению***

Припроектировании инженерных сооружений, а также для определения видимости между точкамиместности необходимо построение профиля местности по заданному направлению.

Основные положения построения:

1. При построении профиля по горизонтальной оси откладывают расстояния между точками в масштабе карты, а по вертикальной − высоты точек.
2. По вертикальной оси масштаб принимается в десять раз крупнее, чем горизонтальный, т.е. масштаб плана (чтобы выразить профиль местности более рельефно).
3. Профиль строят не от нуля, от условного уровня (значение меньшей горизонтали, которую пересекает линия профиля).

*Пример.* Для построения профиля по линии АВ (рисунок 4) проводят горизонтальную линию и на ней в масштабе плана (1:5000) последовательно откладывают отрезки А - 1, 1 - 2; 2 - 3, 3 - 4 и т. д.

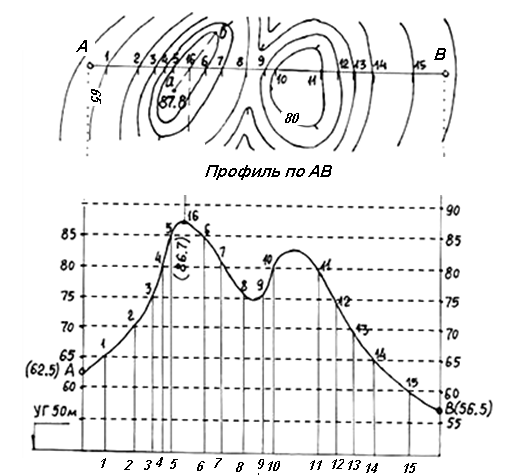


Рисунок 4 - Профиль местности по заданному направлению

Выбирают условный горизонт таким образом, чтобы его линия не пересекалась с линией профиля (например, УГ = 50 м). В каждой из полученных точек восставляют перпендикуляры (рисунок 4) и на них в принятом вертикальном масштабе откладывают высоты точек (МВ 1:500).

Соединив полученные точки А', 1’, 2' и т. д. плавной кривой, получают профиль местности по линии АВ. Между точками 5 и 6 необходимо взять дополнительную точку и определить ее отметку, как отметку точки, расположенной между горизонталями с одинаковыми отметками.

**Вопросы для закрепления теоретического материала к практической работе:**

1. Что называется рельефом местности?
2. Что называют высотой сечения рельефа?
3. Что называют горизонталью и какими свойствами она обладает?
4. Что называется заложением?
5. Что такое уклон линии и по какой формуле он определяется?
6. Что называется крутизной ската?

***Содержание работы и последовательность ее выполнения***

1. Повторить теоретический материал по теме практической работы.
2. Ответить устно на вопросы для закрепления теоретического материала.
3. Решить задачи по планам с горизонталями (карточки-задания выдает преподаватель по вариантам).Методика решения задач дана в кратких теоретических материалах к данной практической работе.

**ИНСТРУКЦИОННО - ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение практической работы № 2

***Тема:*** Линейные измерения

***Наименование работы:*** Измерение линий. Обработка журнала измерения длин линий

***Цель:*** закрепление методики обработки результатов измерения длин линий

***Задачи:***

* закрепить порядок действий при измерении линий землемерными лентами;
* закрепить методику обработки результатов измерения длин линий.

**Формируемые общие компетенции:** ОК 1 – ОК 3; ОК 8.

**Формируемые профессиональные компетенции:**

ПК 1.1. Осуществлять пуск и останов теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения (использовать мерный комплект для измерения длин линий).

ПК 1.3. Осуществлять мероприятия по предупреждению, локализации и ликвидации аварий теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения (использовать мерный комплект для измерения длин линий).

ПК 3.1. Участвовать в наладке и испытаниях теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения (использовать мерный комплект для измерения длин линий).

Студент должен

**уметь**:

* использовать мерный комплект для измерения длин линий;

**знать:**

* типы и устройство основных геодезических приборов.

***Норма времени:*** 90 минут

***Оснащение рабочего места:*** инструкционно-технологическая карта, рабочая тетрадь, калькулятор, линейка, карандаш.

***Литература:***

1. Киселев М.И., Михелев Д.Ш. Геодезия. – М.: Издательский центр «Академия», 2011.
2. Стороженко А.Ф., Некрасов О.К. Инженерная геодезия. – М.: Недра, 1993.
3. Фельдман В.Д., Михелев Д.Ш. Основы инженерной геодезии. – М.: Высшая школа, 1999.

**Краткие теоретические материалы**

**Обработка результатов измерения длин линий**

Общую длину линии, измеренную 20-метровой лентой, подсчитывают по формуле:

*D = 200 N + 20( n-1) + l,*

где *N* - число передач шпилек;

*п —* число шпилек у мерщика заднего;

*l —* остаток, м.

Для контроля линию измеряют дважды: 20-метровой лентой в прямом и обратном направлениях, либо 20- и 24-метровой лентами—в одном направлении (рассчитывают (Д1 и Д2).

Измерения считают выполненными правильно, если расхождение результатов измерений «прямо» и «обратно» не превышают:

* 1/3000 — при благоприятных условиях измерения (например, твердое покрытие),
* 1/2000 — при обычных (средних) условиях измерений (ровная поверхность грунта),
* 1/1000 — при неблагоприятных условиях измерения (плохая погода, болотистая, кочковатая заросшая местность, измерения по снегу и пр.).

Это значит, что относительная погрешность не превышает, например, 1/3000. Относительная погрешность равна: ∆ = (Д1 – Д2) / [(Д1 + Д2)/2].

За окончательное значение принимают среднее арифметическое от измерений «прямо» и «обратно»:

*Dср =* (Д1 + Д2)/2

В измеренные на местности длины линий вводятся поправки за компарирование мерного прибора, температуру и наклон линии (линия обычно имеет наклон из-за рельефа местности).

Окончательно длина линии будет равна:

*Dвыч = Dср + ∆Dk + ∆Dt + ∆Dν*

***Поправка за компарирование*** вводится с положительным знаком, если лента длиннее номинальной длины *l0* , и с отрицательным знаком, если лента короче *l0.*

*∆Dk* = (∆*lk /l0*) *Dср,*

где ∆*lk –* поправка за компарирование прибора (проверяется на компараторе):

∆*lk = l - l0*,

где *l –* длина мерного прибора;

*l0* – длина контрольного прибора.

***Поправку за температуру*** (если она отличается от температуры при которой выполнялось компарирование рабочей ленты на (8 – 10)0С) определяют по формуле:

∆Dt =Dср α(t – t0),

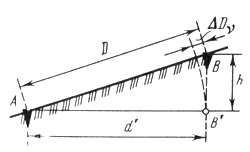
где α – линейный коэффициент расширения стали (12,5\*10-6);

t – температура, при которой проводилось измерение линии;

t0 - температура, при которой проводилось компарирование.

***Поправка за наклон линий к горизонту***

Для перехода от наклонной длины линии к горизонтальной ее проекции необходимо знать угол наклона линии к горизонту *v* либо превышение *h* между конечной и начальной точками линии.



Если измерен угол наклона *v* линии *АВ*, то поправку определяем по формуле:

∆Dν = -2Dср sin2

Всегда вводится со знаком минус.

Обычно поправку за наклон линии выбирают из таблицы поправок (таблица 3).

***Пример расчета поправки за наклон линии***

Пусть Dср = 169,73 м и ν=4°15'.

А) Расчет поправки за наклон линии по формуле:

∆Dν = -2Dср sin2 = -2\*169,73\*0,037052 =0,466м =0,47м

Sin 20 7,5’ = 0,03705

Б) Расчет поправки за наклон линии по таблице поправок (таблица 1).

По таблице поправок за наклон линий (таблица 1) для Dср = 169,73 м имеем:

D, м ∆Dν , мм

100 276

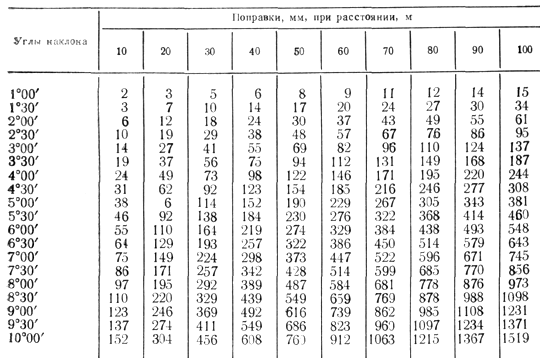
60 165

9 25

0,73 2

∑ =169,73 ∑ = 468 = 0,47

Таблица 1 – Таблица поправок за наклон линий



**Вопросы для закрепления теоретического материала к практической работе:**

1. Какие приборы используют при измерении длин линий на местности?
2. Что такое компарирование мерного прибора?
3. Что называется вешением линии?
4. Что такое створ линии?
5. Как измеряются линии стальной мерной штриховой лентой?
6. От чего зависит точность измерения линии мерной лентой?
7. Что собой представляет землемерная лента?
8. Назовите этапы измерения длины линии мерными приборами.

***Содержание работы и последовательность ее выполнения***

1. Повторить теоретический материал по теме практической работы.
2. Ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.
3. Кратко описать порядок действия при измерении линий землемерными лентами.
4. Обработать результаты измерения длин линий. Данные взять из таблицы 2. При обработке результатов температуру компарирования во всех вариантах принять равной *t0* = 200, длину ленты *l0* = 20м, а поправку за компарирование *∆lк* = +7,5мм.

На основании расчетов заполнить журнал измерения длин линий. Образец журнала измерения приведен в таблице 3 по варианту 0.

Таблица 2 – Данные для выполнения задания 4

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Число передач шпилек | Число шпилек у МЗ | Остаток, м | Температура t, град | Угол наклона ν, град |
| 1 | 1 | 5 | 11,48 | -10 | -20 30' |
| 1 | 5 | 11,61 |
| 2 | 1 | 4 | 17,38 | -8 | -30 30' |
| 1 | 4 | 17,23 |
| 3 | 1 | 3 | 9,78 | -6 | +20 00' |
| 1 | 3 | 9,64 |
| 4 | 1 | 2 | 12,28 | -4 | -20 45' |
| 1 | 2 | 12,39 |
| 5 | 1 | 1 | 8,43 | -2 | -30 30' |
| 1 | 1 | 8,31 |
| 6 | 1 | 0 | 13,21 | 0 | +10 45' |
| 1 | 0 | 13,34 |
| 7 | 0 | 9 | 7,22 | +2 | -10 30' |
| 0 | 9 | 7,33 |
| 8 | 0 | 8 | 14,93 | +4 | +20 00' |
| 0 | 8 | 14,80 |
| 9 | 0 | 7 | 6,48 | +6 | -20 45' |
| 0 | 7 | 6,58 |
| 10 | 0 | 8 | 15,11 | +8 | +30 15' |
| 0 | 8 | 15,25 |
| 11 | 0 | 9 | 5,37 | +7 | -30 00' |
| 0 | 9 | 5,49 |
| 12 | 1 | 0 | 16,63 | +5 | +20 30' |
| 1 | 0 | 16,75 |
| 13 | 1 | 1 | 4,93 | +3 | -20 15' |
| 1 | 1 | 4,81 |
| 14 | 1 | 2 | 17,03 | +3 | -20 15' |
| 1 | 2 | 17,15 |
| 15 | 1 | 3 | 3,18 | -1 | -20 00' |
| 1 | 3 | 3,06 |
| 16 | 1 | 4 | 18,09 | -3 | +10 45' |
| 1 | 4 | 18,21 |
| 17 | 1 | 5 | 2,93 | -5 | -10 30' |
| 1 | 5 | 2,84 |
| 18 | 1 | 4 | 19,78 | -7 | +10 45' |
| 1 | 4 | 19,89 |
| 19 | 1 | 3 | 1,55 | -9 | -20 00' |
| 1 | 3 | 1,48 |
| 20 | 1 | 2 | 18,74 | -11 | +20 15' |
| 1 | 2 | 18,86 |
| 21 | 1 | 1 | 2,93 | -13 | -20 30' |
| 1 | 1 | 2,82 |
| 22 | 1 | 0 | 17,54 | -10 | +20 45' |
| 1 | 0 | 17,46 |
| 23 | 0 | 8 | 16,38 | -6 | +30 15' |
| 0 | 8 | 16,46 |
| 24 | 0 | 9 | 3,83 | -8 | +30 00' |
| 0 | 9 | 3,89 |
| 25 | 0 | 7 | 4,21 | -4 | -30 30' |
| 0 | 7 | 4,33 |
| 26 | 0 | 6 | 15,32 | -2 | +30 45' |
| 0 | 6 | 15,19 |
| 27 | 0 | 7 | 16,94 | 0 | +40 00' |
| 0 | 7 | 17,08 |
| 28 | 0 | 8 | 7,39 | +2 | -10 15' |
| 0 | 8 | 7,51 |
| 29 | 0 | 9 | 14,91 | +4 | +10 30' |
| 0 | 9 | 14,80 |
| 30 | 1 | 0 | 8,63 | +6 | -20 15' |
| 1 | 0 | 8,75 |

***Пример обработки результатов измерения*** (по данным варианта 0)

Общую длину линии, измеренную 20-метровой лентой («прямо» и «обратно»), подсчитывают по формуле:

D1 = 200 N + 20( n-1) + l = 200 0 + 20( 6-1) + 3,49 =103, 49м

D2 = 200 N + 20( n-1) + l = 200 0 + 20( 6-1) + 3,44 =103, 44м

Измерения считают выполненными правильно, если расхождение результатов измерений «прямо» и «обратно» (относительная погрешность) не превышают, например, 1/2000.

Относительная погрешность равна:

∆ = (Д1 – Д2) / [(Д1 + Д2)/2]= (103,49 – 103,44)) / [(103,49 + 103,44)/2]= 0,05 / 103,46=1 / 2069,2;

т.е ∆ ˂ 1/2000.

За окончательное значение принимают среднее арифметическое от измерений «прямо» и «обратно»:

*Dср =* (Д1 + Д2)/2 = (103,49 + 103,44)/2 = 103,47м

*Расчет поправки за компарирование*:

∆Dk = (∆lk /l0) Dср, = ∆Dk = (0,0075 /20) 103,47 = 0,039м,

где ∆*lk –* поправка за компарирование прибора (проверяется на компараторе):

∆lk = 7,5мм = 0,0075м,

где *l –* длина мерного прибора;

*l0* – длина контрольного прибора.

*Расчет поправки за температуру*:

∆Dt =Dср α(t – t0) = 103,47 12,5\*10-6 (-12 – 20) = -0,041м

где α – линейный коэффициент расширения стали (12,5\*10-6);

t – температура, при которой проводилось измерение линии;

t0 - температура, при которой проводилось компарирование.

*Расчет поправки за наклон линий к горизонту*

Расчет выполняется по формуле:

∆Dν = -2Dср sin2 = -2\*103,47\*0,037052 = -0,284м

Sin 20 7,5’ = 0,03705

Окончательно длина линии будет равна:

Dвыч = Dср + ∆Dk + ∆Dt + ∆Dν = 103,47+0,039-0,041-0,284 = 103,18м

Таблица 3 - Образец журнала измерения длин линий

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Число передач шпилек | Число шпилек у МЗ | Остаток, м | Длина линии D1, D2, м | Средняя длина линии Dср, м | Температура t, град | Угол наклона ν, град | Поправки, м | | | Горизонтальное проложение Dвыч, м |
| за компарирование | за температуру | за наклон |
| 0 | 0 | 6 | 3,49 | 103,49 | 103,47 | -12 | +40 15' | +0,039 | -0,041 | -0,284 | 103,18 |
| 0 | 6 | 3,44 | 103,44 |

**ИНСТРУКЦИОННО - ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение лабораторной работы № 1

***Тема:*** Угловые измерения

***Наименование работы:*** Изучение теодолита Т-30. Правила обращения, поверки и юстировки теодолита

***Цель:*** приобретение первых навыков в обращении с теодолитом.

***Задачи:***

* приобрести навыки в обращении с теодолитом;
* изучить название основных частей теодолита;
* уметь снимать отсчет по горизонтальному и вертикальному кругам;
* ознакомиться с основными положениями поверки теодолита.

**Формируемые общие компетенции:** ОК 1 – ОК 3; ОК 6 – ОК 8.

**Формируемые профессиональные компетенции:**

ПК 1.1. Осуществлять пуск и останов теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения (использовать теодолит для измерения углов).

ПК 1.3. Осуществлять мероприятия по предупреждению, локализации и ликвидации аварий теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения (использовать теодолит для измерения углов).

ПК 3.1. Участвовать в наладке и испытаниях теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения (использовать теодолит для измерения углов).

Студент должен

**уметь**:

* использовать теодолит для измерения углов;

**знать:**

* типы и устройство основных геодезических приборов.

***Норма времени:*** 90 минут

***Оснащение рабочего места:*** инструкционно-технологическая карта, рабочая тетрадь, калькулятор, линейка, карандаш, теодолит, штатив, вешки.

***Литература:***

1. Киселев М.И., Михелев Д.Ш. Геодезия. – М.: Издательский центр «Академия», 2011.
2. Стороженко А.Ф., Некрасов О.К. Инженерная геодезия. – М.: Недра, 1993.
3. Фельдман В.Д., Михелев Д.Ш. Основы инженерной геодезии. – М.: Высшая школа, 1999.

**Краткие теоретические материалы**

В практике геодезических работ измеряются горизонтальные и вертикальные углы. Геодезический прибор, при помощи которого измеряют углы, называется теодолитом.

Общая схема устройства теодолита представлена на рисунке 1.

Прибор состоит из подставки, которую устанавливают на три подъемных винта 8. В отверстие подставки входит ось вращения лимба 1, в которую в свою очередь входит ось алидады 2.

Алидада несет колонки 4, на которые опирается ось *НН1* вращения зрительной трубы 3 с вертикальным кругом 5,6. Установка оси *VV1* вращения алидады в отвесное положение выполняется тремя подъёмными винтами подставки по цилиндрическому уровню 7.

Теодолит устанавливается на штатив и крепится к головке штатива 9 становым винтом 10.

|  |  |
| --- | --- |
| Рисунок 1 - Схема устройства теодолита | 1— лимб горизонтального круга;  2 — алидада горизонтального, круга;  *3 —* зрительная труба;  *4 —* колонки;  5 —алидада вертикального круга;  *6 —* лимб вертикального круга;  7 — уровень при горизонтальном круге;  8— подъемные винты;  *9* — головка штатива;  *10* — становой винт  Основные оси теодолита:  *VV* − ось вращения прибора;  *HH* − ось вращения трубы;  *PP* − визирная ось трубы;  *UU −* ось цилиндрического уровня горизонтального круга. |

На строительных объектах наибольшее распространение получили оптические теодолиты Т30 и Т15.

***Теодолит Т30*** (рисунок 2).

|  |  |
| --- | --- |
| Рисунок 2 - Оптический теодолит Т ЗО | 1 — основание;  2 — закрепительный винт лимба;  *3 —* наводящий винт алидады;  *4* — наводящий винт трубы;  5 — отсчетный микроскоп;  *6 —* оптический визир;  7 — вертикаль­ный круг;  *8* — закрепительный винт трубы;  *9* — кремальера;  *10* — исправитель­ный винт уровня;  11 — уровень;  *12 —* закрепительный винт алидады;  *13* — на­водящий винт лимба;  *14* — подставка;  *15* — подъемный винт;  *16* — отверстие для центрирования |

Основание теодолита 1, с которым скреплена подставка 14, одновременно служит дном футляра.

Ось вращения теодолита приводится в отвесное положение подъемными винтами 15 с помощью цилиндрического уровня 11 на горизонтальном круге. Исправительным винтом 10 ось уровня 11 устанавливается перпендикулярно оси вращения теодолита.

Лимб и алидада могут вращаться совместно и раздельно, что обеспечивается закрепительными и наводящими винтами 13, 2 лимба и такими же винтами 12, 3 алидады.

Зрительная труба снабжена оптическим визиром *6* для при­ближенного наведения трубы на наблюдаемый предмет, Фокусиро­вание зрительной трубы осуществляется вращением кремальеры 9.

Закрепительным винтом 8 трубу фиксируют в заданном положении, а наводящим винтом 4 медленно вращают ее в вертикальной плоскости для точного наведения на цель.

Зрительную трубу используют для центрирования теодолита, ее устанавливается вертикально (объективом вниз) и через отверстие 16визируется на знак закрепления вершины угла.

Рядом с окуляром зрительной трубы расположен микроскоп *5.* Для освещения отсчетного приспособления используют зеркало подсветки*.*

|  |  |
| --- | --- |
| Рисунок 3 *—* поле зрения отсчетного микроскопа теодолита Т ЗО | Оптическая схема отсчетного приспособления (рисунок 3) устроена таким образом, что в поле зрения отсчетного приспособ­ления одновременно видны изображения штрихов вертикального и горизонтального кругов, изготовленных из стекла.  На рисунке 3 показано поле зрения отсчетного микроскопа. В верх­нюю часть поля зрения, отмеченную буквой *В,* проецируются штри­хи вертикального круга, а в нижнюю, отмеченную буквой *Г,* — штрихи горизонтального круга. Штрихи обоих кругов разделены перемычкой.  Отсчет по вертикальному кругу по рисунку 3 равен 358°48', отсчет по горизонтальному кругу равен 70°05'. |

**Поверки теодолита**

Прежде чем начать работу с прибором, его осматривают. Если при внешнем осмотре повреждений нет, приступают к поверкам.

***Поверка*** – это действия, которыми контролируют правильность взаимного расположения основных осей прибора (рисунок 4, а).

Если при выполнении поверок, обнаруживается несоответствие взаимного расположения основных осей прибора, его юстируют исправительными и регулировочными винтами.

*Основные поверки теодолита Т-30 следующие:*

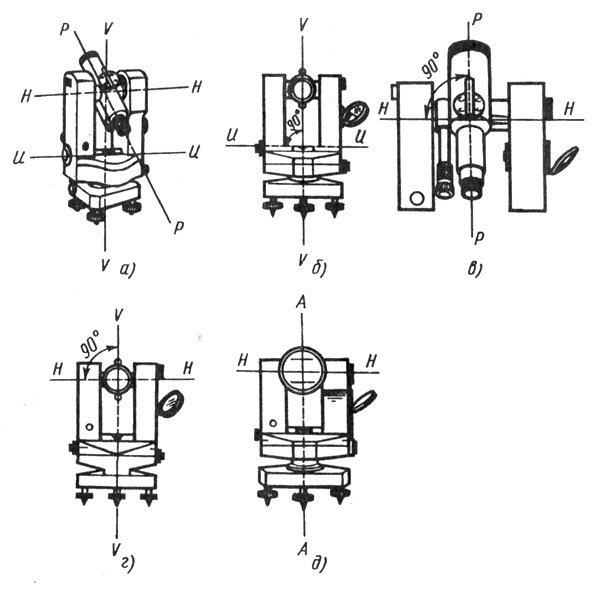
**

Рисунок 4 – Схемы геометрических осей теодолита

1. *Ось UU цилиндрического уровня горизонтального круга должна быть перпендикулярна к оси VV вращения теодолита* (рисунок 4,б*)*.

Теодолит приводят в рабочее положение. Уровень устанавливают по направлению двух подъемных винтов. Этими винтами приводят пузырек уровня в нуль-пункт*.* Затем алидаду поворачи­вают на 90º и вращением третьего винта пузырек уровня вновь приводят в нуль-пункт. Далее алидаду поворачивают на 180 º, если пузырек сохранил свое положение условие выполнено. Если же пузырек отклонился от середины, то на половину ошибки его перемещают юстировочным винтом уровня, а на середину смещают подъемными винтами*.* После этогоповерку повторяют.

1. *Визирная ось РР трубы должна быть перпендикулярна к оси НН вращения трубы* (рисунок 4,в).

Поверку выполняют в такой последовательности.

Вертикальную ось теодолита приводят в отвесное положение. Для этого сначала устанавливают уровень теодолита по направлению двух подъемных винтов и, вращая их в разные стороны, приводят пузырек на середину ампулы. Поворачивают теодолит на 90° и вращением третьего подъемного винта приводят пузырек снова на середину.

Наводят трубу на удаленную, ясно видимую точку, закрепляют лимб и берут отсчет *а,* по горизонтальному кругу. Отпускают зажимный винт зрительной трубы и переводят трубу через зенит. Открепляют зажимный винт алидады и, наводя трубу на ту же точку, берут повторный отсчет *а2.* Если отсчеты *а,* и *а2* равны или отличаются не более чем на двойную точность отсчетного устройства, теодолит исправен, если больше - неисправен.

Чтобы устранить неисправность, из отсчетов *а,* и *а2* находят среднее значение:

*а* = *(а, + а2)/2.*

Микрометренным винтом устанавливают на горизонтальном круге средний отсчет *а* (изображение точки сме­стится от вертикальной нити). Снимают с окулярного колена трубы колпачок, ослабляют вертикально расположенные винты и вращени­ем боковых исправительных винтов смещают сетку до совпадения перекрестия сетки нитей с точкой визирования. После юстировки за­крепляют винты.

1. *Ось НН вращения трубы должна быть перпендикулярна оси VV  
   вращения прибора* (рисунок 4, г).

Поверку выполняют в такой последовательности. Теодолит уста­навливают на расстоянии 10... 15 м от стены здания. Вертикальную ось вращения приводят в отвесное положение. Трубу наводят на точку, высоко расположенную на здании, и закрепляют горизонтальный круг. Трубу плавно опускают до горизонтального положения. На стене отмечают проекцию точки. Переводят трубу через зенит, опус­кают закрепительный винт алидады и снова наводят на ту же точку. Проецируют точку на тот же уровень и закрепляют. Если проекции точки совпадают, теодолит исправен, если не совпадают - неисправен.

Условия этой поверки гарантируются заводом-изготовителем. При нарушении условия прибор направляют в мастерскую для ремонта.

1. *Вертикальная нить АА сетки зрительной трубы должна быть перпендикулярна оси НН ее вращения* (рисунок 4, *д).*

Поверку выполняют в такой последовательности. Вертикальную ось вращения теодолита приводят в отвесное положение. На расстоя­нии 8... 10 м от теодолита закрепляют отвес. Вертикальную нить наво­дят на отвес. Если вертикальная нить сетки совпадает с нитью отвеса, теодолит исправен, если отклонилась от отвеса - неисправен.

Чтобы исправить соотношение осей, снимают с окулярного колена трубы колпачок, ослабляют исправительные винты сетки и поворачивают диафрагму так, чтобы вертикальная нить сетки совместилась с нитью отвеса.

При нарушении условия поверки визируют только перекрестием сетки нитей.

После выполнения этой поверки повторно делают вторую поверку.

**Вопросы для закрепления теоретического материала к лабораторной работе:**

1. Что понимают под горизонтальным углом, вертикальным углом?
2. Что такое лимб?
3. Что такое алидада?
4. Какие углы носят название углов наклона?
5. Что называют поверками геодезического инструмента и зачем их выполняют?
6. В какой последовательности выполняют поверки теодолита?
7. Какие отсчетные устройства применяются в теодолитах?
8. Назовите основные типы теодолитов, их обозначения, основные характеристики и области применения.

***Содержание работы и последовательность ее выполнения***

1. Повторить теоретический материал по теме лабораторной работы.
2. Ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.
3. Изучить общую схему устройства теодолита. Записать названия пронумерованных на рисунке 5 частей теодолита.

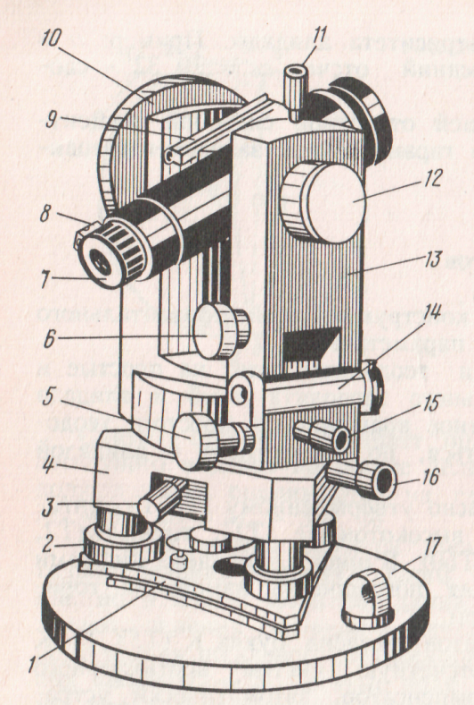


Рисунок 5 – Теодолит Т30 (для выполнения задания 3)

1. Зарисовать схему осей теодолита и указать их названия.
2. Записать определение поверки геодезического инструмента. Записать основные геометрические условия поверки, предъявляемые к теодолиту Т-30, изучить способы их поверки. Задание оформить в виде таблицы

Поверки теодолита Т-30

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Условие поверки | Порядок производства поверки | | Порядок юстировки |
| Первая поверка | | | |
|  |  | |  |
| Вторая поверка | | | |
|  |  | |  |
| Третья поверка | | | |
|  |  | |  |
| Четвертая поверка | | | |
|  | |  |  |

1. Снять отсчеты по горизонтальному и вертикальному кругам теодолита. Зарисовать расположение шкал этих кругов (аналогично рисунку 3) в соответствии с полученными вами отсчетами.

**ИНСТРУКЦИОННО - ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение лабораторной работы № 2

***Тема:*** Угловые измерения

***Наименование работы:*** Измерение горизонтальных углов. Измерение вертикальных углов

***Цель:*** закрепление методики измерения горизонтальных и вертикальных углов и обработки результатов.

***Задачи:***

* закрепить приемы работы с теодолитом;
* приобрести навыки измерения горизонтальных и вертикальных углов теодолитом;
* уметь обрабатывать результаты измерения.

**Формируемые общие компетенции:** ОК 1 – ОК 3; ОК 6 – ОК 8.

**Формируемые профессиональные компетенции:**

ПК 1.1. Осуществлять пуск и останов теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения (использовать теодолит для измерения углов).

ПК 1.3. Осуществлять мероприятия по предупреждению, локализации и ликвидации аварий теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения (использовать теодолит для измерения углов).

ПК 3.1. Участвовать в наладке и испытаниях теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения (использовать теодолит для измерения углов).

Студент должен

**уметь**:

* использовать теодолит для измерения углов;

**знать:**

* типы и устройство основных геодезических приборов.

***Норма времени:*** 90 минут

***Оснащение рабочего места:*** инструкционно-технологическая карта, рабочая тетрадь, калькулятор, линейка, карандаш, теодолит, штатив, вешки.

***Литература:***

1. Киселев М.И., Михелев Д.Ш. Геодезия. – М.: Издательский центр «Академия», 2011.
2. Стороженко А.Ф., Некрасов О.К. Инженерная геодезия. – М.: Недра, 1993.
3. Фельдман В.Д., Михелев Д.Ш. Основы инженерной геодезии. – М.: Высшая школа, 1999.

**Краткие теоретические материалы**

**Измерение горизонтальных углов**

Для измерения горизонтального угла теодолит устанавливают над вершиной угла. Установка теодолита в рабочее положение состоит из центрирования прибора, нивелирования (установка в горизонтальное положение) и в подготовке зрительной трубы к наблюдениям.

***Центрирование теодолита****.*Центрирование выполняют с помощью отвеса. Устанавливают штатив над колышком так, чтобы плоскость его головки была горизонтальна, а высота соответствовала росту наблюдателя. Закрепляют теодолит на штативе, подвешивают отвес на крючке станового винта и, ослабив его, перемещают теодолит по головке штатива до совмещения острия отвеса с центром колышка. Точность центрирования нитяным отвесом 3 – 5 мм.

Точно центрировать теодолит можно зрительной трубой, повернутой объективом вниз.

***Нивелирование теодолита*** – это установка вертикальной оси прибора в отвесное положение.

|  |  |
| --- | --- |
|  | Теодолит нивелируют с помощью цилиндрического уровня: уровень устанавливают параллельно двум подъемным винтам, которыми приводят пузырек в нуль-пункт. Затем теодолит поворачивают на 90º и третьим винтом подставки приводят пузырек уровня в нуль-пункт. В горизонтированном теодолите при любом направлении уровня его пузырек не должен отклонятся от нуль - пункта не более чем на половину деления ампулы. |

***Подготовка зрительной трубы к наблюдениям.*** Вначале вращением окуляра получают четкое изображение сетки нитей, затем вращением фокусировочного винта трубы – четкое изображение предмета.

***Измерение горизонтального угла*** (рисунок 1).Измерение горизонтального угла выполняют способом приемов. При измерении нескольких углов, имеющих общую вершину, применяют способ круговых приемов.

После выполнения подготовительных операций приступают к измерению угла. Прием состоит из двух полуприемов.

*Первый полуприем* выполняют при положении вертикального круга слева от зрительной трубы. Закрепив лимб и открепив алидаду, наводят зрительную трубу на правую визирную цель. После того как наблюдаемый знак попал в поле зрения трубы, зажимают закрепительные винты алидады и зрительной трубы и, действуя наводящими винтами алидады и трубы, наводят центр сетки нитей на изображение знака и берут отсчёт по горизонтальному кругу. Затем, открепив трубу и алидаду, наводят трубу на левую визирную цель и берут второй отсчёт. Разность первого и второго отсчётов даёт величину измеряемого угла. Если первый отсчёт оказался меньше второго, то к нему прибавляют 360º.

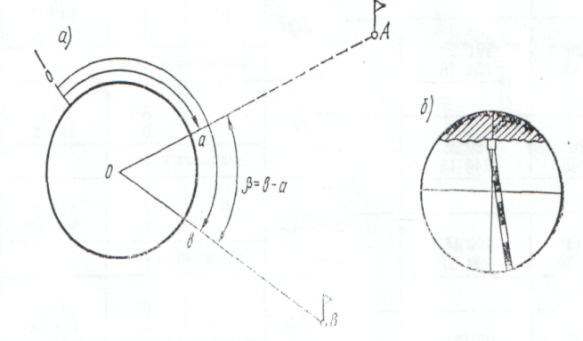


Рисунок 1 - Измерение горизонтальных углов способом приемов

*а - с*хема измерений; *б* — поле зрения трубы

*Второй полуприем* выполняют при положении вертикального круга справа, для чего переводят трубу через зенит. Чтобы отсчёты отличались от взятых в первом полуприеме, смещают лимб на несколько градусов (20 – 30). Затем измерения выполняют в той же последовательности, как в первом полуприеме.

Если результаты измерения угла в полуприёмах различаются не более двойной точности прибора (то есть 1′ для теодолита Т30), вычисляют среднее, которое и принимают за окончательный результат.

Результаты измерений заносят в журнал (таблица 1).

Если результаты измерения не соответствуют условию (т.е. более двойной точности прибора), то измерения повторяют заново.

**Измерение вертикальных углов**

Для вычисления значений вертикальных углов определяют место нуля МО.

Отсчет по вертикальному кругу при трубе, расположенной горизонтально, и пузырьке уровня в нуль-пункте называется *местом нуля вертикального круга* (М0).

*МО определяют так*: устанавливают инструмент в рабочее положение, находят хорошо видимую точку и наводят на нее зрительную трубу при круге «лево» КЛ, приводят пузырек уровня на середину, берут отсчет по вертикальному кругу. Затем трубу переводят через зенит, теодолит на 1800 и вновь, теперь уже при круге «право» КП, наводят крест сетки нитей на туже точку. Вновь приводят пузырек уровня в нуль-пункт и берут второй отсчет по вертикальному кругу.

Вычисляют МО по формуле:

МО = (П + Л -1800 )/2.

Место нуля может иметь любое значение. Важно, чтобы при измерении вертикальных углов оно оставалось постоянным. Для удобства вычислений желательно, чтобы МО было близким, а еще лучше равным нулю.

*Порядок измерения вертикального угла* (рисунок 2). Установив инструмент в рабочее положение, зрительную трубу при КЛ наводят на наблюдаемую точку. Приводят пузырек уровня на середину, берут отсчет по вертикальному кругу. Затем трубу переводят через зенит и все действия повторяют при КП. При измерении угла наклона прибор целесообразно устанавливать так, чтобы один из подъемных винтов располагался в направлении линии визирования.

**

Рисунок 2 – Схема измерения углов наклона

Правильность измерения вертикальных углов контролируется постоянством МО, колебания которого в процессе измерений не должны превышать двойной точности отсчетного приспособления.

Значение МО и угла наклона *ν* определяют по формулам (для теодолита Т–30):

МО = (П + Л -1800 )/2;

*ν =* Л - МО;

*ν =* МО – П + 1800 ;

*ν = (*Л – П + 1800 )/2;

Результаты записывают в журнал (таблица 2).

*При измерении вертикального угла колебания величины МО не должны превышать для теодолита Т-30 – 2/.*

**Вопросы для закрепления теоретического материала к лабораторной работе:**

1. Что понимают под горизонтальным углом, вертикальным углом?
2. Назовите основные части теодолита
3. Что означает «переведение трубы через зенит»?
4. Что такое место нуля вертикального круга?
5. Опишите порядок действий при установке зрительной трубы для наблюдений. Для чего служит кремальера?
6. Каков порядок работы на станции при измерении горизонтального угла способом приемов и круговых приемов?
7. Какое допускается расхождение между двумя значениями угла в полуприемах?
8. Для чего измеряют горизонтальный угол при КП и КЛ?
9. Какие основные погрешности влияют на точность измерения горизонтальных углов?

***Содержание работы и последовательность ее выполнения***

1. Повторить теоретический материал по теме лабораторной работы.
2. Ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.
3. Кратко описать порядок действия при установке теодолита в рабочее положение (центрирование, нивелирование и подготовка зрительной трубы для наблюдений).
4. Измерить горизонтальный угол, записать результаты в журнал (таблица 1) и произвести его математическую обработку, составить схему измерения (рисунок 1).

Последовательность выполнения:

* привести теодолит в рабочее положение;
* измерить и вычислить горизонтальный угол при положении КЛ;
* измерить и вычислить горизонтальный угол при положении КП;
* результаты свести в таблицу, привести необходимые расчеты;
* вычислить среднее значение горизонтального угла;
* сделать вывод о точности измерения горизонтального угла.

*Пример оформления работы по измерению горизонтальных углов*

Таблица 1 - Журнал измерения горизонтальных углов

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Круг | Точки | | Отсчеты по горизонтальному кругу | β2 | β2, ср |
| Стоянки | Визирования |
| КЛ | 2 | 1 | 283º 42,5/ | 88º 01,5/ | 88º 01,25/ |
| 3 | 195º 41/ |
| КП | 2 | 1 | 95º 15/ | 88º 01/ |
| 3 | 7º 14/ |

β2.КЛ = 283º 42,5/ – 195º 41/ = 88º 01,5/

β2.КП = 95º 15/ – 7º 14/ = 88º 01/

β2.ср = (β2.КЛ + β2.КП )/2 = (88º 01,5/ + 88º 01/)/2 = 88º 01,25/

Вывод: погрешность измерения горизонтального угла не превышает допустимой величины, отсчеты сняты правильно.

1. По приведенным данным в таблице 3 заполнить журнал измерения горизонтальных углов (таблица 1) и выполнить расчеты (аналогично п.4).

Таблица 3 – Данные для задания 5

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Точки | | Отсчеты по микроскопу | | № варианта | Точки | | Отсчеты по микроскопу | |
| стояния | визирования | КП | КЛ | стояния | визирования | КП | КЛ |
| 1 | О | А | 0008' | 180007' | 16 | О | А | 19018' | 199019' |
| В | 1780 49' | 358048' | В | 1240 35' | 304036' |
| 2 | О | А | 9031' | 189030' | 17 | О | А | 3042' | 183042' |
| В | 1000 10' | 280008' | В | 680 15' | 248016' |
| 3 | О | А | 50001' | 230002' | 18 | О | А | 22013' | 202013' |
| В | 1450 05' | 325005' | В | 970 47' | 277048' |
| 4 | О | А | 11026' | 191027' | 19 | О | А | 21010' | 201011' |
| В | 710 48' | 251048' | В | 1850 04' | 5004' |
| 5 | О | А | 0026' | 180025' | 20 | О | А | 33007' | 213007' |
| В | 600 48' | 240048' | В | 2150 41' | 35040' |
| 6 | О | А | 10014' | 190015' | 21 | О | А | 7054' | 187053' |
| В | 1140 36' | 294037' | В | 920 12' | 212011' |
| 7 | О | А | 21030' | 201031' | 22 | О | А | 11008' | 191008' |
| В | 1870 31' | 7031' | В | 2170 52' | 37053' |
| 8 | О | А | 17034' | 197033' | 23 | О | А | 24051' | 204052' |
| В | 2540 05' | 74003' | В | 1830 04' | 3005' |
| 9 | О | А | 4025' | 184026' | 24 | О | А | 33040' | 213040' |
| В | 1850 48' | 5047' | В | 3120 00' | 131059' |
| 10 | О | А | 12012' | 192011' | 25 | О | А | 1023' | 181022' |
| В | 950 38' | 275038' | В | 780 33' | 258032' |
| 11 | О | А | 21020' | 201019' | 26 | О | А | 18000' | 197059' |
| В | 1800 03' | 0004' | В | 930 15' | 273015' |
| 12 | О | А | 37015' | 217016' | 27 | О | А | 39019' | 219020' |
| В | 590 07' | 239008' | В | 1380 01' | 318000' |
| 13 | О | А | 45030' | 225031' | 28 | О | А | 20020' | 200021' |
| В | 2400 09' | 60009' | В | 780 01' | 198001' |
| 14 | О | А | 39059' | 220000' | 29 | О | А | 14041' | 194040' |
| В | 1830 42' | 3042' | В | 970 26' | 277027' |
| 15 | О | А | 29043' | 209042' | 30 | О | А | 18030' | 198029' |
| В | 1340 21' | 314022' | В | 1540 45' | 334045' |

1. Кратко описать порядок действия при измерении угла наклона теодолитом Т30.
2. Измерить угол наклона при двух положениях вертикального круга, результаты записать в журнал (таблица 2) и вычислить МО и угол наклона.

Последовательность выполнения:

* привести теодолит в рабочее положение;
* измерить вертикальный угол;
* вычислить место нуля МО;
* результаты свести в таблицу, привести необходимые расчеты;
* вывод о точности измерения вертикального угла.

*Пример оформления работы по измерению вертикальных углов*

Таблица 2 - Журнал измерения углов наклона

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № наблюдаемой точки | Отсчеты по вертикальному кругу | | Место нуля МО | Угол наклона |
| КЛ | КП |
| 1 | 80 51/ | 1710 11/ | +00 01/ | +80 50/ |

МО = (П + Л - 1800 )/2 = (+1710 11/+80 51/- 1800)/2 = +00 01/

*ν =* Л – МО = 80 51/ - 00 01/ = 80 50/

*ν =* МО – П + 1800 = 00 01/ - 1710 11/ + 1800 = 80 50/

*ν = (*Л – П + 1800 )/2 =(80 51/ - 1710 11/ + 1800 )/2 =80 50/

Вывод: МО = +00 01’< ± 2/, условие выполнено.

1. Вычислить МО и угол наклона по результатам измерений, приведенных в таблице 4.

Таблица 4 – Данные для задания 8

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Отсчеты по вертикальному кругу | | № варианта | Отсчеты по вертикальному кругу | | № варианта | Отсчеты по вертикальному кругу | |
| КЛ | КП | КЛ | КП | КЛ | КП |
|  | 1017' | 178039' |  | 3580 43' | 181016' |  | 3590 38' | 180019' |
|  | 3580 46' | 181010' |  | 359037' | 180020' |  | 2051' | 177004' |
|  | 0054' | 179002' |  | 20 21' | 177044' |  | 10 46' | 178019' |
|  | 3590 25' | 180033' |  | 1009' | 178058' |  | 0004' | 179051' |
|  | 2033' | 177034' |  | 3590 18' | 181048' |  | 3580 05' | 181058' |
|  | 10 48' | 178024' |  | 359005' | 180021' |  | 0012' | 179054' |
|  | 358034' | 181032' |  | 20 45' | 177012' |  | 3590 24' | 180046' |
|  | 3590 14' | 180051' |  | 1023' | 178033' |  | 2039' | 177038' |
|  | 2004' | 177054' |  | 3580 13' | 181044' |  | 10 50' | 178004' |
|  | 10 51' | 178005' |  | 00 27' | 179029' |  | 3580 41' | 181016' |

**ИНСТРУКЦИОННО - ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение лабораторной работы № 3

***Тема:*** Нивелирование

***Наименование работы:*** Изучение нивелира и получение первичных навыков работы с нивелиром

***Цель:*** закрепление знания по устройству нивелира, приобретение первых навыков в обращении с нивелиром

***Задачи:***

* приобрести навыки в обращении с нивелиром;
* изучить название основных частей нивелира;
* уметь снимать отсчет по нивелирной рейке;
* ознакомиться с основными положениями поверки нивелира.

**Формируемые общие компетенции:** ОК 1 – ОК 3; ОК 6 – ОК 8.

**Формируемые профессиональные компетенции:**

ПК 1.1. Осуществлять пуск и останов теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения (использовать нивелир для измерения превышений).

ПК 1.3. Осуществлять мероприятия по предупреждению, локализации и ликвидации аварий теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения (использовать теодолит для измерения углов).

ПК 3.1. Участвовать в наладке и испытаниях теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения (использовать теодолит для измерения углов).

Студент должен

**уметь**:

* использовать нивелир для измерения превышений;

**знать:**

* типы и устройство основных геодезических приборов.

***Норма времени:*** 90 минут

***Оснащение рабочего места:*** инструкционно-технологическая карта, рабочая тетрадь, калькулятор, линейка, карандаш, нивелир, штатив, нивелирные рейки.

***Литература:***

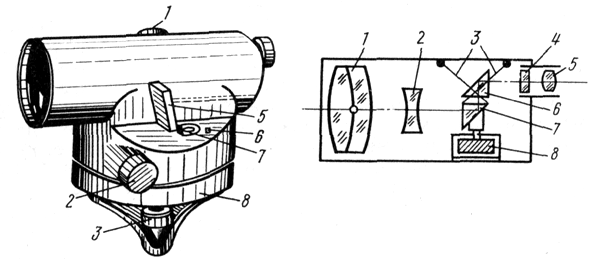
1. Киселев М.И., Михелев Д.Ш. Геодезия. – М.: Издательский центр «Академия», 2011.
2. Стороженко А.Ф., Некрасов О.К. Инженерная геодезия. – М.: Недра, 1993.
3. Фельдман В.Д., Михелев Д.Ш. Основы инженерной геодезии. – М.: Высшая школа, 1999.

**Краткие теоретические материалы**

**Устройство нивелира Н – 3К**

Для измерения превышений между точками применяют прибор - нивелир. В нивелирный комплект входят: нивелир, штатив, 2 нивелирные рейки, нивелирные башмаки.

В инженерной практике широко применяются нивелиры с компен­саторами (например, нивелир Н – 3К). Компенсатор представляет собой подвиж­ный оптический элемент, работающий под действием силы тяжес­ти и предназначенный для автоматической установки визирной оси трубы в горизонтальное положение.



а) б)

Рисунок 1 – нивелир Н – 3К

***а - общий вид:*** 1 - головка фокусирующего устройства; *2* - головка наводя­щего винта;

*3 -* подъемный винт; *4 -* окуляр; .5 - зеркало круглого уровня; *6 -* исправительный винт круглого уровня; 7 - круглый уровень; *8 -* под­ставка;

***б - оптическая схема компенсатора:*** 1 - объектив; *2 -* фокусирующая линза;

*3 -* нити подвески; *4* - пластина сетки нитей; *5 -* окуляр; б - не­подвижная призма;

7 - подвешенная призма; *8* - успокоитель колебаний

Прибор состоит из подставки 8 с подъемными винтами 3. Наведение зрительной трубы на рейку осуществляется с помощью наводящего винта 2. Для установки визирной оси в рабочее положение прибор снабжен круглым уровнем 7, за положением пузырька которого наблюдаем с помощью зеркала 5.

**Нивелирные рейки, башмаки и костыли**

|  |  |
| --- | --- |
| Рисунок 2 | Нивелирная рейка (рисунок 2) представляет собой деревянный брусок (цельный или составной) шириной 8—10 см, толщиной 2—3 см. Для точных и технических работ применяют рейки длиной 3 или 4 метра.  Рейка имеет градуировку на обеих сторонах. Сантиметровые шашки наносят по всей длине рейки с погрешностью 0,5 мм и оцифровыва­ют через 1 дм. Высота подписанных цифр не менее 40 мм. На основ­ной стороне рейки шашки черные на белом фоне, на другой (конт­рольной) - красные на белом фоне. На каждой стороне рейки три цветные шашки каждого дециметрового интервала, соответствую­щие участку в 5 см, соединяются вертикальной полосой. |

Во время работы рейки устанав­ливают на деревянные колья, косты­ли или башмаки.

|  |  |
| --- | --- |
|  | *Башмак* - толстая круглая или треугольная металличе­ская пластина на трех ножках. В середине пластины укреплен стержень со сферической шляпкой, на которую опирают нивелирные рейки.  *Костыль -* металли­ческий стержень с заостренным концом с одной стороны и сфериче­ской шляпкой с другой. Для забивки костыля в грунт на верхний то­рец его надевают крышку. |

Отсчеты по рейкам производят по средней нити нивелира - по месту, где проекция средней нити пересекает рейку

|  |  |
| --- | --- |
| Рисунок 3 | Цифры считывают в такой последовательности:   * сначала меньшую, видимую вблизи средней ни­ти, подпись (сотни миллиметров), * потом прибавляют к ней целое чис­ло делений, на которое нить сетки отстоит от меньшей подписи в сто­рону большей (десятки миллиметров), * затем наименьший десятимиллиметровый отрезок делят на глаз.   Отсчет записывают в миллиметрах – 1233 (рисунок 3). |

**Поверки и юстировки нивелира**

Прежде чем начать работу с нивелиром, как и с любым геодезиче­ским прибором, его осматривают. Если при внешнем осмотре нивели­ра повреждения не обнаружены, приступают к поверкам.

***Поверки*** - это действия, которыми контролируют правильность взаимного рас­положения основных осей прибора, если при выполнении поверок обнаруживается несоответствие взаимного расположения частей при­бора, его юстируют исправительными винтами.

Рассмотрим поверки, которые выполняют при подготовке нивелира с компенсатором (Н-3к) к работе.

1. *Ось круглого уровня ии должна быть параллельна оси враще­ния VV нивелира (рисунок 4, а).*

Чтобы проверить параллельность осей, выполняют следующие дей­ствия: пузырек круглого уровня приводят подъемными винтами на середину; верхнюю часть нивелира поворачивают на 180°. Нивелир считается исправным, если пузырек остался в центре, неисправным, если пузырек сместился.

Для устранения этой неисправности нивелир приводят в отвесное положение, перемещая пузырек к центру на первую половину дуги отклонения исправительными винтами уровня, на вторую половину - подъемными винтами.

1. *Горизонтальная нить АА сетки должна быть перпендикулярна оси вращения VV нивелира (рисунок 4, а).*

Это условие гарантируется заво­дом-изготовителем прибора, но небольшое исправление и доводка могут быть выполнены исполнителем.

Поверку выполняют в такой последовательности:

* ось вращения нивелира приводят по круглому уровню в отвесное положение; на рас­стоянии 20...30 м от нивелира устанавливают рейку и берут отсчет;
* наводят левый конец средней горизонтальной нити на рейку и берут отсчет, перемещают винтом трубу в горизонтальной плоскости до пере­сечения правого конца средней горизонтальной нити и берут отсчет.

Если нивелир исправен, отсчет по рейке не изменится или изменится в пределах 1 мм, если неисправен - изменится более чем на 1 мм.

Чтобы устранить неисправность, ослабляют исправительные винты сетки и развертывают диафрагму с сеткой нитей за счет люфта винтов.

*3. Визирная ось JJ в нивелире с компенсатором, установленном в рабочее положение, должна быть горизонтальной (рисунок 4, б).*

Последовательность выполнения поверки: на местности выбирают две точки *А и В с* расстоянием между ними 70...80 м; точки закрепляют кольями, нивелир устанавливают в точке *С1,* и берут отсчеты *а1, b1,* по рейкам. После этого вычисляют превышение:

*h1* = *а1* – *b1.*

Далее ниве­лир устанавливают в точке *С2* на расстоянии 3...5 м от одной из реек, по рейкам берут отсчеты *а2* и *b2* и вычисляют превышение:

*h2 = а2 - b2.*

При равенстве превышений или разнице между ними менее 4 мм нивелир пригоден к эксплуатации. Если разница превышений больше 4 мм, вычисляют правильный отсчет по дальней рейке: *а2= b2 + h1.*

У нивелиров с компенсатором устанавливают горизонтальную нить сетки (путем ее перемещения вверх или вниз) на правильный отсчет с помощью исправи­тельных винтов сетки нитей.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *а)* | б) | *в)* |

Рисунок 4 – Поверки нивелира

*а*- схемы расположения осей при поверках нивелира;

*б* – положение нивелира при поверке третьего условия;

*в* - положения *1-5* пузырька круглого уровня

4. *Нивелир не должен иметь недокомпенсации (поверка выполня­ется только для нивелиров с компенсатором).*

Поверку выполняют в такой последовательности:

* нивелир уста­навливают посередине между рейками, отстоящими одна от другой на 100 м, и приводят в отвесное положение. Далее по рейкам берут отсче­ты *а1* и *b1,* и определяют превышение *h1= a1 –b1;*
* затем смещают пузы­рек круглого уровня (рисунок 6, *б,* поз. *2, 3, 4* и 5) и при каждом смеще­нии берут по два отсчета по рейкам: *а2* и *b2,* ..., *а5* и *b5.* После этого определяют превышения *h2, ..., h5.*

Если нивелир исправен, средние значения превышений, полученные в поз. *2-5* круглого уровня, не отличаются от среднего значения по­зиции *1* более чем на 7 мм. При большем расхождении нивелир неис­правен. (Его исправляют в заводских условиях.)

**Вопросы для закрепления теоретического материала к лабораторной работе:**

1. Какие существуют виды нивелирования?
2. В чем заключается сущность геометрического нивелирования?
3. В чем заключается сущность гидростатического нивелирования?
4. Каково основное назначение нивелира?
5. Как классифицируются нивелиры по точности?
6. Из каких основных частей состоит нивелир Н - ЗК?
7. Что называется нивелированием?
8. В чем заключается сущность тригонометрического нивелирования?
9. В чем заключается сущность барометрического нивелирования?
10. В чем заключается сущность механического нивелирования?

***Содержание работы и последовательность ее выполнения***

1. Повторить теоретический материал по теме лабораторной работы.
2. Ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.
3. Закончите определение. Нивелир — геодезический прибор…
4. Изучить устройство нивелира Н – 3К. Записать названия пронумерованных на рисунке 1 частей нивелира в таблицу:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 |  | 5 |  |
| 2 |  | 6 |  |
| 3 |  | 7 |  |
| 4 |  | 8 |  |

1. Дать описание нивелирной рейки и нивелирных приспособлений.
2. На рисунке 5 показано поле зрения трубы нивелира. Произвести отсчет по нити для определения превышения.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а) | поле зрения Н3  б) | http://www.bestreferat.ru/images/paper/35/63/4536335.jpeg  в) | г) |

Рисунок 5

1. Записать определение поверки геодезического инструмента. Зарисовать схему осей нивелира и указать их названия. Записать основные геометрические условия поверки, предъявляемые к теодолиту Т-30, изучить способы их поверки. Задание оформить в виде таблицы

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Условие поверки | Порядок производства поверки | | Порядок юстировки |
| Первая поверка | | | |
|  |  | |  |
| Вторая поверка | | | |
|  |  | |  |
| Третья поверка | | | |
|  |  | |  |
| Четвертая поверка | | | |
|  | |  |  |

1. Снять отсчет по нити нивелира для определения превышений. Зарисовать поле зрения трубы нивелира (аналогично рисунку 5) в соответствии с полученными вами отсчетами.

**ИНСТРУКЦИОННО - ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение практической работы № 3

***Тема:*** Нивелирование

***Наименование работы:*** Определение превышений на станции. Обработка журнала

***Цель:*** закрепление методики измерения превышений и обработки результатов.

***Задачи:***

* закрепить приемы работы с нивелиром;
* приобрести навыки измерения превышений;
* уметь обрабатывать результаты измерения.

**Формируемые общие компетенции:** ОК 1 – ОК 3; ОК 6 – ОК 8.

**Формируемые профессиональные компетенции:**

ПК 1.1. Осуществлять пуск и останов теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения (использовать нивелир для измерения превышений).

ПК 1.3. Осуществлять мероприятия по предупреждению, локализации и ликвидации аварий теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения (использовать нивелир для измерения превышений).

ПК 3.1. Участвовать в наладке и испытаниях теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения (использовать нивелир для измерения превышений).

Студент должен

**уметь**:

* использовать нивелир для измерения превышений;

**знать:**

* типы и устройство основных геодезических приборов.

***Норма времени:*** 90 минут

***Оснащение рабочего места:*** инструкционно-технологическая карта, рабочая тетрадь, калькулятор, линейка, карандаш, нивелир, штатив, нивелирная рейка.

***Литература:***

1. Киселев М.И., Михелев Д.Ш. Геодезия. – М.: Издательский центр «Академия», 2011.
2. Стороженко А.Ф., Некрасов О.К. Инженерная геодезия. – М.: Недра, 1993.
3. Фельдман В.Д., Михелев Д.Ш. Основы инженерной геодезии. – М.: Высшая школа, 1999.

**Краткие теоретические материалы**

**Определение превышений между двумя точками**

Сущность геометрического нивелирования состоит в том, что превышение *h* между точками *А и В* местности определяется посредством горизонтального визирного луча, который обеспечивает геодезический прибор - нивелир. В техническом нивелировании расстояние от нивелира до реек не должно превышать 120 м. Различают два способа геометрического нивелирования: из середины и вперед.

Нивелирование начинают с точки, отметка которой известна (задняя рейка).

***Способ нивелирования из середины*** (рисунок 1)

Работу на станции выполняют в следующей последовательности:

1. На крайние точки A и В нивелируемой линии установить рейки, и примерно на равном удалении от них – нивелир. Неравенство этих расстояний не должно превышать 5 м.;
2. Нивелир привести в рабочее положение: с помощью подъемных винтов пузырек круглого уровня нивелира выводится на середину, а зрительная труба направляется па рейку и вращением диоптрийного кольца и кремальеры устанавливается резкое изображение сетки нитей и деления рейки;

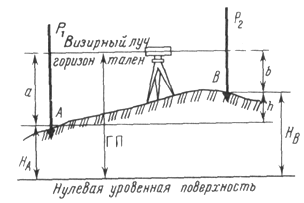


Рисунок 1 - Схема нивелирования «из середины»

А, В – задняя и передняя точки, a и b – отсчеты по рейкам, h – превышение

1. Навести трубу на заднюю рейку и взять отсчет по черной ее стороне ач (0340 мм);
2. Навести трубу на переднюю рейку и взять отсчеты по черной стороне bч (1232 мм); а затем по красной стороне и bк (6023 мм);
3. Навести трубу на заднюю рейку и взять отсчет по красной стороне ак (5129 мм).
4. Сделанные по рейкам отсчеты записать в журнал установленной формы (таблица 1).

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № станции | Точка нивелирования | Отсчет по рейке, мм | | Превышения, мм | | Отметка точки, м | Примечание |
| задней | передней | наблюдения | среднее |
| 1 | ПК-1 (А)  ПК-2 (В) | 0340(1)  5129(4) | 1232(2)  6023(3) | –0892(5)  –0894(6) | –893(8) | 110,110  109,217 |  |

1. Определить отметку точки В через превышение.

Для этого вычислить значения превышений, определяемых по черным и красным сторонам реек:

hч=ач - bч ; (0340-1232= -0892) мм,

hк=ак - bк ; (5129-6023= -0894) мм.

Измерения считают выполненными правильно, если hч-hк<4 мм.

Вычислить среднее значение : hср ; (- =-0893 мм)

Высоту передней точки В вычисляют по формуле:

НB=НA+hср ; (110,110 – 0,893 =109,217 м).

1. Определить отметку точки В через горизонт прибора:

ГП = НA + ач ; (110,110+0,340= 110,450 м)

НB=ГП - bч ; (110,450-1232= 109,218 м)

Отметка точки В, вычисленная через горизонт прибора, должна быть равна отметке точки В, вычисленной через превышение.

***Способ нивелирования вперед*** (рисунок 2)

Работу на станции выполняют в следующей последовательности:

1. Нивелир установить над точкой А, отметка которой известна, а рейку установить в точке В;
2. Установить визирную ось трубы в горизонтальное положение, измерить по рейке высоту прибора ВП (1500 мм) и взять отсчет по черной стороне прередней рейки *bч* (1222 мм*)* и красной стороне *bк* (5822 мм*)*;

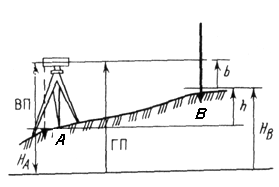


Рисунок 2 - Схема нивелирования «вперед»

1. Выполненные отсчеты записать в журнал установленной формы (таблица 2).

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № станции | Точка нивелирования | Высота прибора, мм | Сторона рейки | Отсчет по рейке, мм | Превышение, мм | | Отметка точки, м | Примечание |
| наблюдения | среднее |
| 1 | ПК-1 (А)  ПК-2 (В) | 1500 | черная  красная | 1222  5822 | 278  278 | 278 | 110,110  110,388 |  |

1. Определить превышение для черной и красной стороны рейки:

*hч = ВП-bч ;* (1500-1222=278 мм)*,*

*hк = ВП-bк ;*

(1500-5822+4600=278 мм, где 4600 – начальное значение на красной стороне рейки);

1. Определить высоту точки В через превышение:

*НВ = Н*А + *h;* (110,110+0,278=110,388 м)

1. Определяют отметку точки В через горизонт прибора:

*НВ = ГП- в* ; (111,510-1,222= 110,388 м)

Горизонт прибора определяется:

ГП = *Н*А + ВП; (110,110+1,500=111,610 м).

**Вопросы для закрепления теоретического материала к практической работе:**

1. Какие существуют виды нивелирования?
2. Какие существуют способы геометрического нивелирования?
3. В чем заключается сущность геометрического нивелирования?
4. Что такое горизонт инструмента?
5. Из каких действий состоит подготовка нивелира к работе?
6. Что называется нивелированием?
7. В чем заключается способ нивелирования из середины и вперед?
8. Опишите порядок работы на станции при геометрическом нивелировании. Как осуществляется контроль нивелирования?
9. Что собой представляет нивелирная рейка?
10. Чем превышение отличается от отметки?

***Содержание работы и последовательность ее выполнения***

1. Повторить теоретический материал по теме лабораторной работы.
2. Ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.
3. Перечертите и дополните схему (рисунок 3):

* обозначить заднюю и переднюю точки;
* отсчеты по рейкам;
* превышение одной точки над другой.



Рисунок 3

Назовите способ нивелирования, изображенный на схеме (рисунок 3). Напишите формулу для определения превышений.

1. Задача. Определить горизонт инструмента, если отсчет по рейке, установленной на точке А, равен 1824 мм, а ее отметка НА = 170,024м.
2. По данным таблицы 3 заполнить журнал технического нивелирования (таблица 1) и выполнить его математическую обработку.

Таблица 3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Нивелируемые точки | Отсчеты по рейкам, мм | | Отметки точек, м | № варианта | Нивелируемые точки | Отсчеты по рейкам, мм | | Отметки точек, м |
| задней | передней | задней | передней |
|  | А | 5719 |  | 105.381 |  | А | 6837 |  | 124.711 |
| 0936 |  | 2058 |  |
| В |  | 5168 | В |  | 6161 |
|  | 0384 |  | 1382 |
|  | А | 6828 |  | 214.393 |  | А | 5925 |  | 125.824 |
| 1044 |  | 1141 |  |
| В |  | 6165 | В |  | 6821 |
|  | 1381 |  | 2038 |
|  | А | 7949 |  | 118.142 |  | А | 6838 |  | 126.936 |
| 1165 |  | 2064 |  |
| В |  | 7389 | В |  | 6155 |
|  | 0607 |  | 1380 |
|  | А | 7248 |  | 119.257 |  | А | 5948 |  | 127.241 |
| 1465 |  | 1163 |  |
| В |  | 6934 | В |  | 5278 |
|  | 1151 |  | 0495 |
|  | А | 5168 |  | 120.386 |  | А | 7588 |  | 128.355 |
| 0384 |  | 2802 |  |
| В |  | 5903 | В |  | 7243 |
|  | 1120 |  | 2461 |
|  | А | 6838 |  | 124.473 |  | А | 6172 |  | 129.468 |
| 1054 |  | 1386 |  |
| В |  | 7155 | В |  | 6835 |
|  | 1373 |  | 2051 |
|  | А | 7245 |  | 122.582 |  | А | 5277 |  | 130.574 |
| 2463 |  | 0493 |  |
| В |  | 6834 | В |  | 5983 |
|  | 2051 |  | 1199 |
|  | А | 5935 |  | 123.695 |  | А | 7583 |  | 213.986 |
| 1150 |  | 2901 |  |
| В |  | 5277 | В |  | 5839 |
|  | 0493 |  | 1154 |
|  | А | 7844 |  | 212,874 |  | А | 7038 |  | 211,765 |
| 1161 |  | 2354 |  |
| В |  | 5175 | В |  | 6069 |
|  | 0491 |  | 1386 |
|  | А | 5178 |  | 210,654 |  | А | 6836 |  | 209,543 |
| 0495 |  | 1152 |  |
| В |  | 6720 | В |  | 5177 |
|  | 2037 |  | 0495 |
|  | А | 7288 |  | 208,436 |  | А | 6266 |  | 207,321 |
| 2605 |  | 1481 |  |
| В |  | 7599 | В |  | 7238 |
|  | 2915 |  | 2455 |
|  | А | 5167 |  | 206,218 |  | А | 6721 |  | 205,184 |
| 0482 |  | 2038 |  |
| В |  | 5917 | В |  | 5826 |
|  | 1235 |  | 1141 |
|  | А | 5177 |  | 204,073 |  | А | 7148 |  | 203,967 |
| 0491 |  | 2462 |  |
| В |  | 6837 | В |  | 7588 |
|  | 1155 |  | 2905 |
|  | А | 5817 |  | 202,853 |  | А | 5925 |  | 133,746 |
| 1132 |  | 1141 |  |
| В |  | 5915 | В |  | 6821 |
|  | 1231 |  | 2038 |

1. Измерить превышение (одним из способов) между точками, заданными преподавателем, результаты измерений записать в журнал (таблица 1 или 2 в зависимости от применяемого способа) и выполнить его математическую обработку (отметку точки А взять у преподавателя).

**ИНСТРУКЦИОННО - ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение практической работы № 4

***Тема:*** Понятие о геодезическом обеспечении прокладки инженерных сетей

***Наименование работы:*** Расчеты при переносе трассы коммуникаций в натуру

***Цель:*** формирование навыков чтения разбивочных чертежей, закрепление методики решения простейших задачи детальных разбивочных работ.

***Задачи:***

* закрепить методику выполнения разбивочных работ при устройстве траншей и укладке трубопровода;
* уметь вычислять высоты постоянных визирок, высоту трубной визирки.

**Формируемые общие компетенции:** ОК 1 – ОК 4; ОК 8 – ОК 9.

**Формируемые профессиональные компетенции:**

ПК 1.1. Осуществлять пуск и останов теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения (читать разбивочный чертеж; решать простейшие задачи детальных разбивочных работ).

ПК 1.3. Осуществлять мероприятия по предупреждению, локализации и ликвидации аварий теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения (читать разбивочный чертеж; решать простейшие задачи детальных разбивочных работ).

ПК 3.1. Участвовать в наладке и испытаниях теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения (читать разбивочный чертеж; решать простейшие задачи детальных разбивочных работ).

ПК 3.2. Составлять отчётную документацию по результатам наладки и испытаний теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения (читать разбивочный чертеж; решать простейшие задачи детальных разбивочных работ).

Студент должен

**уметь**:

* читать разбивочный чертеж;
* решать простейшие задачи детальных разбивочных работ;

**знать:**

* методику выполнения разбивочных работ.

***Норма времени:*** 90 минут

***Оснащение рабочего места:*** инструкционно-технологическая карта, рабочая тетрадь, калькулятор, линейка, карандаш.

***Литература:***

1. Киселев М.И., Михелев Д.Ш. Геодезия. – М.: Издательский центр «Академия», 2011.
2. Стороженко А.Ф., Некрасов О.К. Инженерная геодезия. – М.: Недра, 1993.
3. Фельдман В.Д., Михелев Д.Ш. Основы инженерной геодезии. – М.: Высшая школа, 1999.

**Краткие теоретические материалы**

Разбивочный чертеж является основным документом для вынесения на местность осей проектируемого здания, планового положения трассы коммуникаций.На разбивочных чертежах показывают пункты геодезической сети, проектные точки сооружения и рассчитанные разбивочные элементы. Основными элементами разбивочных работ являются углы и расстояния.

Основными способами разбивки элементов зданий и сооружений на местности являются способы прямоугольных координат, полярных координат, угловых засечек, линейных засечек, створной засечки.

**Расчеты при переносе трассы коммуникаций в натуру**

При устройстве траншей трассу коммуникаций переносят в натуру по данным разбивочного чертежа и закрепляют деревянными кольями. Так как колья при устройстве траншеи будут уничтожены, то положение оси трубопровода и колодцев закрепляют с помощью обносок.

Обноска (рисунок 1) состоит из вкопанных в землю столбов с разных сторон траншеи. На высоте 0,5-0,8 м от поверхности земли к столбам горизонтально по уровню прибивают гвоздями доску с Т – образной визиркой, называемой постоянной. Постоянные визирки устанавливают так, чтобы плоскость, проходящая через верхние их грани, была параллельна дну запроектированной траншеи с соблюдением проектного уклона.

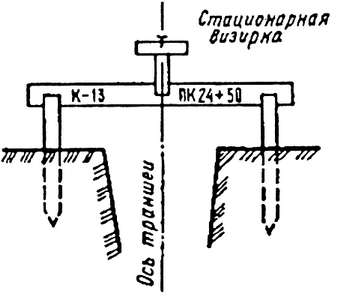


Рисунок 1 - Обноска с постоянной визиркой

На обноску выносят ось траншеи и закрепляют её гвоздями.

***Местоположение оси трубопровода*** по трассе определяют по отвесу (рисунок 3 поз. 7), который передвигают по проволоке (рисунок 3 поз. 6), натянутой между гвоздями на соседних обносках в точках А и Б.

***Глубину траншеи*** контролируют с помощью ходовой визирки (рисунок 2а), устанавливаемой отвесно по оси трассы. Грунт из траншеи выбирают до тех пор, пока верхняя грань ходовой визирки не будет располагаться в одной плоскости с верхними гранями постоянных визирок, что проверяют визуально. Для лучшей видимости постоянные визирки раскрашивают: одну половину в белый цвет, другую - в красный. Длина ходовой визирки должна быть такой, чтобы при установке на дно траншеи верхняя ее грань возвышалась над поверхностью земли, не менее, чем на один метр.

***Трубы на заданную глубину*** и по проектному уклону укладывают с помощью трубной визирки (рисунок 2б), длина которой должна быть короче, чем у ходовой визирки на величину внешнего диаметра трубы.

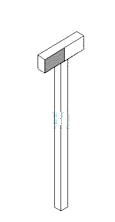
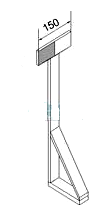
**** ****

Рисунок 2 – Визирки: а – ходовая, б - трубная

Для расчётов установки постоянных визирок должны быть известны (рисунок 4):

* отметка *НДА* дна траншеи в точке А,
* проектный уклон *i* и длина *l* траншеи.

Задавшись высотой V ходовой визирки 5, вычисляют отметку верха постоянной визирки 3 в точке А:

НВА = *НДА + V*

В соответствии с этой проектной отметкой закрепляют визирку на требуемой высоте. При этом заранее определяют отметку полочки на обноске *НПА* и вычисляют высоту постоянной визирки в точке А:

VА= НВА *- НПА*

Далее вычисляют отметку дна траншеи в точке Б:

*НДБ = НДА + i\*l*

Отметку верха постоянной визирки в точке *Б* определяют:

НВБ = *НДБ + V*

Если известна отметка полочки на обноске *НПБ* в точке Б, то высоту постоянной визирки в точке Б определяют:

VБ= НВБ *- НПБ*

Для укладки в траншею труб с наружным диаметром D высоту трубной визирки 4 определяют из соотношения:

Vт = V – D

**Вопросы для закрепления теоретического материала к практической работе:**

1. Какие геодезические работы называют разбивочными?
2. Какими способами производят разбивку точек сооружений?
3. Какие виды разбивочной основы создаются для строительства?
4. Что такое красная линия?
5. Какова последовательность разбивочных работ?
6. Что такое постоянная и ходовая визирка?
7. Что собой представляет обноска?
8. Как контролируется прямолинейность укладки трубопровода?
9. Как контролируется глубина траншеи, глубина заложения трубы?
10. Какие виды геодезических работ применяют при строительстве объекта?
11. Что собой представляет строительная сетка?
12. Для чего служит исполнительная съемка?

***Содержание работы и последовательность ее выполнения***

1. Повторить теоретический материал по теме практической работы.
2. Ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.
3. На рисунке 3 показаны способы перенесения на местность точек А и В зданий1, 2, 3, 4. Определить способ перенесения на местность точек А и В и пояснить, как определяют разбивочные элементы для данного способа.

Работу выполнить по вариантам.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | № здания | Вариант | № здания | Вариант | № здания | Вариант | № здания |
| 1 - 7 | 1 | 8 - 14 | 2 | 15 - 22 | 3 | 23 - 30 | 4 |

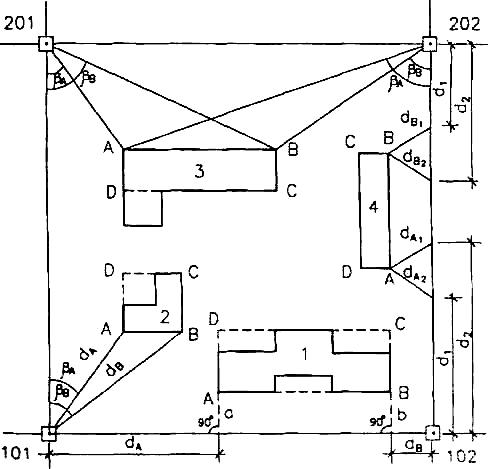


Рисунок 3 - Способы перенесения на местность точек

1. Дать описание работ, которые выполняются при контроле прямолинейности и глубины прокладки трубопроводов.
2. По данным таблицы 1 вычислить высоты постоянных визирок в точках А и Б, высоту трубной визирки.
3. Составить схематический чертеж и выписать на него полученные результаты.

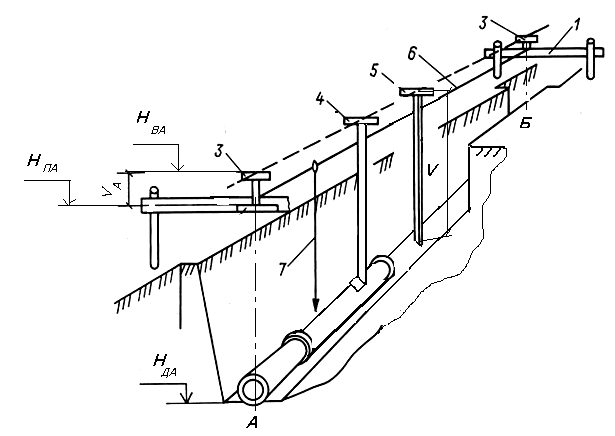


Рисунок 4 – Схема для расчета визирок при устройстве траншей и укладке труб

1 – обноска, 3 – постоянная визирка. 4 – трубная визирка, 5 – ходовая визирка,

6 - проволока, 7 – отвес

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Отметки точек, м | | | Уклон *i* | Длина *l*,м | Высота ходовой визирки V, м | Диаметр трубы D, мм |
| НДА | НПА | НПБ |
| 1 | 80,847 | 82,349 | 83,069 | +0,010 | 70 | 2,5 | 300 |
| 2 | 79,958 | 81,894 | 81,013 | -0,015 | 60 | 3,0 | 400 |
| 3 | 78,269 | 81,005 | 81,694 | +0,012 | 50 | 3,5 | 520 |
| 4 | 77,370 | 80,417 | 80,020 | -0,013 | 40 | 4,0 | 720 |
| 5 | 76,481 | 79,344 | 80,216 | +0,014 | 70 | 3,5 | 250 |
| 6 | 75,592 | 78,012 | 77,484 | -0,011 | 60 | 3,0 | 300 |
| 7 | 74,603 | 76,213 | 77,000 | +0,015 | 55 | 2,5 | 400 |
| 8 | 73,714 | 75,983 | 73,814 | -0,030 | 70 | 3,0 | 520 |
| 9 | 72,825 | 75,941 | 77,250 | +0,017 | 80 | 4,0 | 720 |
| 10 | 71,936 | 75,583 | 72,498 | -0,028 | 45 | 2,5 | 250 |
| 11 | 70,047 | 72,351 | 73,751 | +0,019 | 75 | 3,0 | 300 |
| 12 | 69,158 | 72,381 | 70,801 | -0,026 | 60 | 4,0 | 400 |
| 13 | 68,269 | 70,069 | 71,302 | +0,021 | 70 | 2,5 | 520 |
| 14 | 67,370 | 70,105 | 68,013 | -0,024 | 90 | 3,5 | 720 |
| 15 | 66,481 | 69,010 | 70,532 | +0,023 | 75 | 3,0 | 520 |
| 16 | 65,592 | 67,814 | 66,443 | -0,022 | 60 | 2,5 | 400 |
| 17 | 64,663 | 66,971 | 68,014 | +0,025 | 45 | 3,0 | 300 |
| 18 | 63,744 | 65,418 | 64,325 | -0,020 | 50 | 2,5 | 250 |
| 19 | 62,835 | 65,622 | 68,238 | +0,027 | 100 | 3,5 | 720 |
| 20 | 61,986 | 65,341 | 64,036 | -0,018 | 70 | 4,0 | 520 |
| 21 | 60,247 | 63,007 | 64,830 | +0,029 | 65 | 3,5 | 400 |
| 22 | 59,168 | 61,000 | 60,087 | -0,016 | 50 | 2,5 | 300 |
| 23 | 58,354 | 60,491 | 61,603 | +0,019 | 60 | 3,0 | 250 |
| 24 | 57,465 | 59,083 | 58,341 | -0,014 | 55 | 2,5 | 300 |
| 25 | 56,576 | 58,717 | 59,426 | +0,017 | 50 | 3,0 | 400 |
| 26 | 55,687 | 58,409 | 57,647 | -0,012 | 60 | 3,5 | 520 |
| 27 | 54,798 | 57,819 | 58,637 | +0,011 | 85 | 4,0 | 720 |
| 28 | 53,809 | 55,641 | 55,104 | -0,010 | 55 | 2,5 | 250 |
| 29 | 52,920 | 55,233 | 57,148 | +0,013 | 70 | 3,0 | 300 |
| 30 | 51,831 | 54,389 | 54,459 | -0,015 | 60 | 3,5 | 400 |

**Список используемой литературы**

Основные источники:

1. Киселев М.И. Геодезия: учебник для студ. Учреждений сред. проф. образования/ М.И.Киселев, Д.Ш. Михелев. – М.: Издательский центр «Академия», 2011.
2. Смолич С.В., Верхотуров А.Г. Инженерная геодезия. Учебное пособие. - Читинский государственный университет (ЧитГУ), 2009.

Дополнительные источники:

1. Григоренко А.Г. Инженерная геодезия. – М.: Высшая школа, 1983.
2. Стороженко А.Ф. Инженерная геодезия. – М.: Недра, 1993.
3. Фельдман В.Д. Основы инженерной геодезии. – М.: Высшая школа, 1999.

Интернет – ресурсы:

1. Электронный ресурс «Основы геодезии». Форма доступа: <http://www>. [geodesy-bases.ru](http://geodesy-bases.ru/) ›[inzhenernaya-geodeziya-uchebnik](http://geodesy-bases.ru/inzhenernaya-geodeziya-uchebnik).
2. Электронный ресурс «Геодезист». Форма доступа: http://ssga.ru/metodich/geodesy.