

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра кадастра недвижимости, землеустройства и геодезии

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

К учебной практике по дисциплине «Изыскательская (геодезическая)  
практика»  
для студентов всех форм обучения направления  
08.03.01 Строительство профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция»  
08.03.01 «Водоснабжение и водоотведение»

Воронеж 2022

УДК 528(07)  
ББК 26.12я7

***Составители:***

*Б.А. Попов, Ю.О.Щербатых*

Методические указания к выполнению учебной практике по дисциплине «Изыскательская (геодезическая) практика» для студентов обучающихся по направлению 08.03.01 «Теплогазоснабжение и вентиляция» и 08.03.01 «Водоснабжение и водоотведение» / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост: Б.А. Попов, Ю.О. Щербатых.- Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2022.

Содержат задания и методику выполнения полевых и камеральных работ, входящих в программу учебной практики по программе «Изыскательская (геодезическая) практика» для студентов специальностей 08.03.01 «Теплогазоснабжение и вентиляция» и 08.03.01 «Водоснабжение и водоотведение».

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле МУ ППРЭД (очное).pdf.

Библиогр.: 19 назв.

УДК 528(07)

**ББК 26.12я7**

**Рецензент** – С.Н. Кузнецов, д.т.н., проф. каф. Теплогазоснабжения и нефтегазового дела Воронежского ГТУ

*Издается по решению редакционно-издательского совета Воронежского государственного технического университета*

## ВВЕДЕНИЕ

Завершающим этапом изучения геодезии является полевая учебная изыскательская (геодезическая) практика объемом 2 з.е., продолжительность практики – 1 неделя и 2 дня. В процессе прохождения практики студенты закрепляют, расширяют и углубляют теоретические знания, самостоятельно выполняют топографические и инженерно-геодезические работы в условиях, приближенных к производственным.

Методические указания написаны в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования и учебным планом подготовки бакалавров по образовательной программе направления 08.03.01 Строительство направления подготовки «Теплогазоснабжение и вентиляция» и «Водоснабжение и водоотведение».

*Целью практики* является приобретение студентами необходимых практических знаний и умений по применению способов и средств геодезических измерений, обеспечению требуемой точности работ при выполнении проектирования и эксплуатации промышленных объектов.

*Задачами практики* является:

- приобретение студентами навыков уверенного обращения с геодезическими инструментами и принадлежностями в полевых условиях и приемами первичной обработки полученных результатов полевых измерений;
- обучение самостоятельному выполнению полевых и камеральных геодезических работ для решения задач по обеспечению всех этапов строительства;
- освоение правил организации геодезических работ на местности и строительной площадке;
- усвоение и соблюдение правил охраны труда, техники безопасности и производственной санитарии в процессе выполнения геодезических работ.

В методических указаниях описан порядок выполнения проверок и юстировки геодезических приборов, рассмотрена методика создания геодезической разбивочной основы на строительной площадке, вынос проекта на местность, содержание и основные этапы выполнения нивелирования трассы для проектирования и строительства линейных сооружений, вертикальной планировки местности, решения ряда инженерно-геодезических задач.

*Формы проведения практики* полевые и камеральные работы.

*Образовательные, научно-исследовательские технологии, используемые на практике.* При составлении отчета о прохождении практики студенты могут использовать современные компьютерные технологии - Microsoft Office, AutoCAD, Credo Dat и др., Internet-ресурсы. Возможно использование информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы и руководящих документов Федеральной службы геодезии и картографии, Госгортехнадзора, Госстроя России и отраслевых документов, инструкций, программ, правил и рекомендаций, а также правил по технике безопасности при выполнении геодезических работ.

В результате прохождения практики студенты должны знать нормативную документацию и методики проведения геодезических изысканий для

строительства и реконструкции объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства, уметь выполнять отдельные виды геодезических работ, необходимых для строительства и реконструкции объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства, владеть навыками геодезических измерений, обработки результатов измерений, составления отчета.

Программа изыскательской (геодезической) практики предусматривает виды работ и затраты времени на их исполнение с учетом самостоятельной работы студентов согласно данным, приведенным в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание разделов практики и распределение трудоемкости по этапам.

№ п/п	Наименование этапа	Содержание этапа	Трудоемкость, час	
			всего часов	из них практической подготовки
1	Подготовительный этап	Проведение собрания по организации практики. Знакомство с целями, задачами, требованиями к практике и формой отчетности. Получение приборов. Распределение заданий. Инструктаж по соблюдению правил противопожарной безопасности, правил охраны труда, техники безопасности и санитарно-эпидемиологических правил и гигиенических нормативов.	2	
2	Поверки и исследование приборов	Поверки теодолитов и нивелиров	10	
3	Практическая работа	Выполнение индивидуальных заданий. Сбор практического материала.	48	48
4	Подготовка отчета	Обработка материалов практики, подбор и структурирование материала для раскрытия соответствующих тем для отчета. Оформление отчета. Предоставление отчета руководителю.	10	
5	Защита отчета	Зачет с оценкой	2	
<b>Итого</b>			<b>72</b>	<b>48</b>

## 1. Общие сведения о практике

### 1.1 Организация учебной практики

На практику допускаются студенты, прошедшие теоретический курс геодезии, выполнившие расчётно-графические и лабораторные задания, предусмотренные программой курса, и успешно сдавшие зачёты.

Все студенты прибывают на практику в установленное время. Студенты,

опоздавшие на практику более чем на два дня, к прохождению практики не допускаются. До получения приборов студенты под руководством преподавателя изучают технику безопасности и правила поведения на практике. Без изучения правил техники безопасности студенты к прохождению практики не допускаются.

Для прохождения изыскательской (геодезической) практики из числа студентов формируются бригады численностью по шесть-восемь человек. В каждой бригаде руководитель практики назначает бригадира из числа наиболее инициативных и успевающих студентов. На весь период учебной практики устанавливается шестидневная рабочая неделя с шестичасовым рабочим днем.

В обязанности бригадира студенческой бригады входит:

- организация мероприятий по получению и ответственному хранению геодезических приборов и оборудования;
- контроль за деловой и трудовой дисциплиной среди членов бригады;
- ведение дневника и ежедневного табеля посещения занятий студентами бригады.

Общее руководство практикой осуществляет преподаватель. Он определяет конкретные задания бригаде в соответствии с программой практики. Систематически контролирует их выполнение, дает консультации, показывает технику и методику геодезических измерений.

В обязанности членов бригады входит:

- соблюдать установленный распорядок дня на полевых и камеральных работах;
- бережно относиться к геодезическим приборам и оборудованию;
- строго выполнять правила охраны труда и техники безопасности, санитарии и личной гигиены;
- в случаях заболевания или производственной травмы (несчастного случая) студента, пострадавший или член бригады немедленно ставят в известность преподавателя.

При получении геодезических приборов и оборудования, бригадой производится их тщательная проверка:

- комплектности оборудования;
- отсутствия или наличия механических повреждений;
- целостности оптических систем;
- плавности вращения узлов и винтов прибора.

Бригада несет полную материальную ответственность за сохранность приборов и оборудования.

Каждой бригаде отводится участок для выполнения работ и выдаётся график их проведения, который записывается бригадиром в дневник бригады. Для выполнения каждого вида работ бригада получает необходимые приборы, инструменты и принадлежности, журналы измерений, бланки для вычислений и т.п. Каждый студент должен принимать личное участие в выполнении всех видов полевых и камеральных работ, предусмотренных программой практики, в установленные календарным планом сроки. Студент несёт личную ответственность за порученную ему часть работы. Пропуски и опоздания студентов на практику без уважительных причин недопустимы. Студенты, систематически допускающие нарушения трудовой и учебной дисциплины,

правил техники безопасности и охраны и окружающей среды, отстраняются руководителем от дальнейшего прохождения практики.

После выполнения всех видов работ, предусмотренных программой практики, каждая бригада представляет руководителю отчёт, содержащий описание всех видов работ, полевые журналы, расчёты и графические материалы. После проверки преподавателем материалов отчёта и устранения студентами сделанных замечаний бригада сдаёт отчёт по практике. Оценка знаний и полученных навыков каждого студента производится дифференцированно по результатам его работы в процессе прохождения практики и сдачи зачёта.

## **1.2 Основные требования техники безопасности и охраны окружающей среды**

Без росписи в журнале по технике безопасности студент к практике не допускается. В процессе прохождения учебной геодезической практики студенты обязаны строго соблюдать правила безопасности, санитарии и личной гигиены, требования к охране природы и окружающей среды.

1. Во время прохождения практики студентам запрещается выходить на проезжую часть дороги, размещать там приборы и оборудование, стоять спиной к приближающемуся транспортному средству.

2. В солнечные дни работа в поле без головного убора не допускается. В наиболее жаркие часы дня (при температуре выше 25 °С) работа должна быть прервана и перенесена на более прохладное утреннее и вечернее время.

3. Запрещается работать босиком; в сухую погоду следует использовать лёгкую удобную обувь с прочной подошвой. Одежда должна быть свободной, удобной для работы и соответствовать погоде. Во избежание простудных заболеваний нельзя садиться или ложиться на сырую землю и траву. Запрещается пить воду из случайных источников; нельзя пить холодную воду или прохладительные напитки, будучи потным или разгорячённым.

4. При приближении грозы полевые работы должны быть прекращены. Во время грозы не разрешается укрываться под высокими деревьями и находиться вблизи столбов, мачт, громоотводов, труб и т.п. При несчастных случаях пострадавшему должна быть оказана первая медицинская помощь, после чего его следует направить в ближайший медпункт или вызвать скорую медицинскую помощь.

5. Студенты, страдающие тяжёлыми хроническими заболеваниями или находящиеся в болезненном состоянии, к полевым работам не допускаются. Студенты, появившиеся на работу в нетрезвом состоянии, отстраняются от практики и направляются руководителем в распоряжение деканата.

6. Запрещается перебрасывать друг другу вешки и шпильки. Во избежание пореза рук краями полотна стальной рулетки или мерной ленты разматывать и сматывать их надо двум студентам одновременно. Складные и раздвижные рейки должны иметь исправные винты в местах скрепления; для исключения случайного складывания рейки при работе стопор должен быть надёжно закреплён.

7. При работе с электронными тахеометрами, кодовыми нивелирами и лазерными дальномерами необходимо строго руководствоваться прилагаемыми к приборам инструкциями заводов-изготовителей по техническому обслуживанию и технике безопасности. Во время работы с лазерными геодезическими приборами запрещается: в момент генерации излучения осуществлять визуальный контроль попадания луча в отражатель без применения соответствующих средств защиты; направлять луч лазера на глаза человека или другие части тела; наводить лазерный луч на сильно отражающие предметы: зеркало, стекло, полированный материал.

8. При производстве полевых работ следует исключать случаи нанесения ущерба природе и окружающей среде. При прокладке съёмочных ходов надо располагать опорные точки в местах отсутствия лесонасаждений. Запрещается топтать и портить зелёные насаждения, оставлять забитые выше поверхности земли колья. После завершения полевых работ все колышки должны быть извлечены из земли.

9. Категорически запрещается разведение костров в лесопосадках. Нельзя бросать на землю горящие спички и не затушенные окурки, курить в сухом лесу или на участках с засохшей травой. При обнаружении очага пожара вблизи места работы студенты обязаны немедленно сообщить о пожаре в органы пожарной охраны и принять меры по быстрой его ликвидации.

10. Запрещается засорять водоёмы и территорию полигона; бумага, целлофановые пакеты, бутылки, остатки пищи и т.п. должны собираться и складываться в специально отведённых местах.

## 2. Поверка и юстировка геодезических приборов

Прежде чем приступить к геодезическим съёмкам, разбивочным или контрольно-измерительным работам при строительстве любого объекта необходимо выполнить проверки и юстировку используемых геодезических приборов.

### 2.1 Проверки теодолитов

Проверки теодолита заключаются в установлении правильности выполнения ряда геометрических условий, предъявляемых к прибору. Исправления замеченных неисправностей называется **юстировкой**.

**1-я проверка.** *Ось цилиндрического уровня на алидаде горизонтального круга должна быть перпендикулярна к оси вращения алидады.*

Установить уровень при горизонтальном круге при КП параллельно двум подъемным винтам, и одновременно вращая их в противоположные стороны, привести пузырек уровня в рабочее положение. Те же действия повторить при втором положении вертикального круга КЛ.

Если пузырёк уровня остался в на середине, то требуемое условие выполнено – ось уровня перпендикулярна к оси вращения алидады. Если при этом пузырек уровня отклонился от середины более чем на одно деление, то исправительными винтами уровня пузырек перемещают к середине ампулы на половину дуги отклонения.

На вторую половину пузырек уровня перемещают при помощи тех же подъемных винтов. Для контроля поверку повторяют.

**2-я поверка. Поверка сетки нитей.** *Вертикальный штрих сетки нитей должен быть перпендикулярен к оси вращения зрительной трубы.*

Навести вертикальный штрих сетки нитей на удаленную 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 (рис. 2.1). После поворота сетки нитей необходимо снова закрепить сетку нитей и повторить поверку.

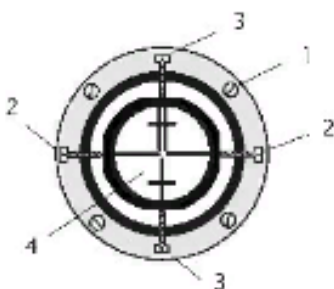


Рисунок 2.1 крепление сетки нитей: 1- закрепительный винт окуляра; 2,3 - горизонтальные и вертикальные исправительные винты сетки нитей; 4 – сетка нитей

**3-я поверка Поверка визирной оси.** *Визирная ось трубы должна быть перпендикулярна к оси вращения трубы.*

Если визирная ось трубы перпендикулярна к оси ее вращения, то отсчёты по горизонтальному кругу при КП и КЛ и наведении на одну и ту же точку будут различаться ровно на  $180^\circ$ . Если разность отчетов отличается от  $180^\circ$ , то ось вращения трубы не перпендикулярна к визирной оси. При этом горизонтальные отсчёты при КЛ и КП будут отличаться от правильных отсчетов на одинаковую величину  $c$ , получившую название коллимационной ошибки.

При выполнении поверки трубу теодолита визируют на удалённую точку при двух положениях круга и берут горизонтальные отсчёты при КЛ и КП. Затем вычисляют коллимационную погрешность  $c = (Л - П \pm 180^\circ) / 2$ , которая не должна превышать двойной точности теодолита.



Если коллимационная погрешность велика, то наводящим винтом алидады устанавливают на горизонтальном круге верный отсчёт, равный  $(Л - c)$  или  $(П + c)$ . При этом центр сетки нитей сместится с изображения точки. Затем отвинчивают 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-я поверка. Поверка оси вращения трубы.** *Ось вращения трубы должна быть перпендикулярна к оси вращения алидады.*

Установив теодолит вблизи стены здания, наводят трубу прибора на высоко расположенную точку  $P$  под углом наклона  $25 - 30^\circ$  (рис. 2.2).

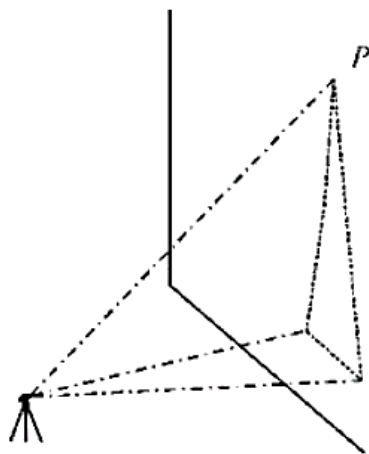


Рисунок 2.2 Поверка оси вращения зрительной трубы

Наклонив трубу до горизонтального положения, отмечают на стене полученную проекцию центра сетки нитей. Затем переводят трубу через зенит, вновь визируют на точку  $P$  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.

## 2.2 Поверки нивелиров

**1 поверка** - ось круглого уровня прибора должна быть параллельна оси вращения нивелира.

Тремя подъёмными винтами приводят пузырёк круглого уровня в нуль – пункт. Поворачивают прибор на  $180^\circ$ . 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.

**2-я поверка** - *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 горизонтальному направлению. Отсчет должен остаться неизменным. В этом случае нивелир считается исправным. В противном случае сетку нитей нужно, развернуть для этого ослабляют крепежные винты сетки нитей, разворачивают ее так, чтобы при повороте трубы, отсчет по рейке не менялся, и снова закрепляют сетку нитей. Для контроля поверку повторяют.

**3-я поверка** - *Ось цилиндрического уровня должна быть параллельна визирной оси трубы*

Эта поверка называется поверкой главного условия нивелира, так как без выполнения параллельности названных осей выполнение нивелирования невозможно.

Поверка в полевых условиях выполняется двойным нивелированием вперед. Для этого на ровной местности закрепляют кольями две точки, на расстоянии 50 – 70 м друг от друга (рис. 2.3)

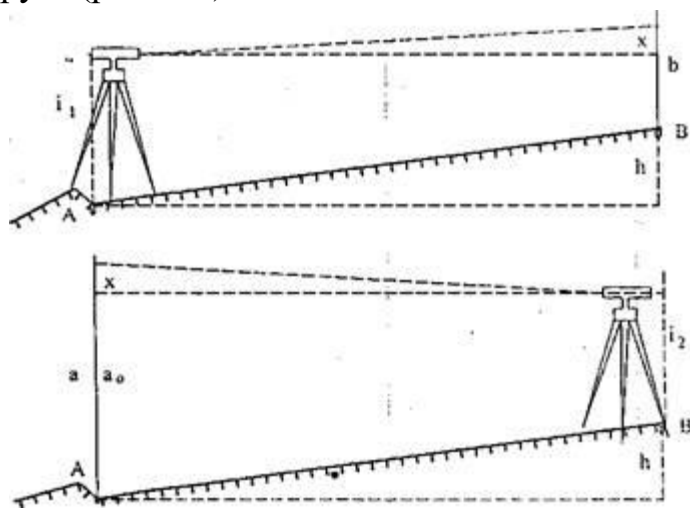


Рисунок 3.3. Схема нивелирования при поверке главного условия

В точке «А» устанавливается нивелир, а над точкой «В» ставится рейка. После приведения прибора в рабочее положение, измеряют его высоту  $i_1$  над точкой «А» с точностью до миллиметра.

Направляют трубу на рейку, и после совмещения элевационным винтом концов пузырька уровня берут отсчёт «b» по чёрной стороне рейки.

С учетом ошибки  $x$ , возникающей из-за непараллельности осей, превышение будет равно

$$h = i_1 - (b-x).$$

Поменяв нивелир и рейку местами, выполняют второе нивелирование отрезка АВ. Превышения  $h$  в этом случае вычисляется по формуле

$$h = (a-x) - i_2.$$

Откуда

$$i_1 - b + x = a - x - i_2$$

$$2x = -i_1 + b + a - i_2$$

$$x = (a+b)/2 - (i_1+i_2)/2$$

Если величина  $x$  окажется больше 4 мм, то положение цилиндрического уровня нужно исправить.

Пример:  $i_1 = 148$  мм,  $b = 674$  мм,  $i_2 = 1073$  мм,  $a = 1601$  мм

$$x = (1601 + 674)/2 - (1148 + 1073)/2 = 1137,5 - 1110,5 = 27 \text{ мм.}$$

После вычисления правильного отсчета  $a_0 = a - x = 1601 - 27 = 1574$  мм, не снимая нивелира со второй станции, элевационным винтом среднюю нить сетки нитей устанавливают на этот отсчёт по рейке, а пузырёк уровня возвращают в нуль-пункт исправительными вертикальными винтами уровня, открыв заслонку этого уровня у окулярной части трубы.

Проверка правильности работы компенсатора (для нивелиров с самоустанавливающейся линией визирования) Нивелир устанавливают на равном удалении между двумя рейками. Наблюдения выполняются сериями, общее число которых должно быть не менее пяти. Перед снятием отсчетов по рейкам для вертикальной оси вращения подъемными винтами задают наклоны от I до V (рисунок 3.4)

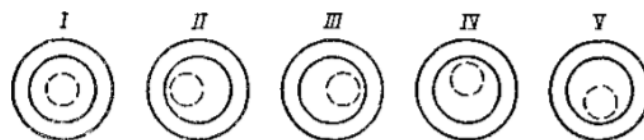


Рисунок 3.4 Положение пузырька установочного уровня при наклоне оси нивелира подъемными винтами

Отсчеты не должны отличаться более чем на 1 мм. Перед каждой серией измерений изменяется высота прибора. Для высокоточных нивелиров проверка выполняется при расстояниях между рейками 10, 50, 100 м; для точных нивелиров при расстояниях 100 и 200 м; для технических при расстояниях 200 м. Юстировка производится в лабораторных условиях.

### 3. Создание геодезической разбивочной основы (ГРО)

Геодезическая разбивочная основа для строительства любого объекта создается в виде сети закрепленной знаками геодезических пунктов, обеспечивающих выполнение разбивочных работ с заданной точностью, а также дальнейшее развитие разбивочной сети сгущения (рис. 3.1).

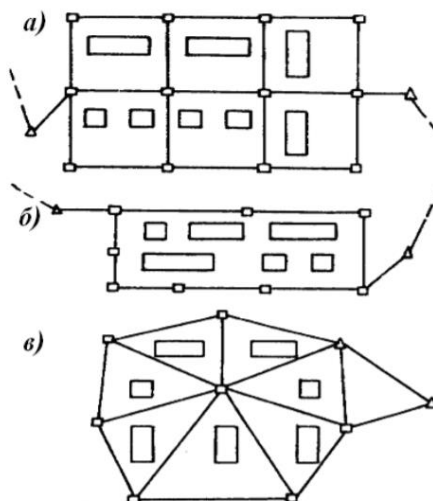


Рисунок 3.1 Схема создания плановой разбивочной сети строительной площадки

Пункты сети должны располагаться вне зоны строительных работ, и закрепляться грунтовыми знаками, расположенными ниже глубины сезонного промерзания грунта. Это обеспечивает стабильность их положения в плане и по высоте.

Опорная геодезическая разбивочная сеть может быть создана любыми методами: триангуляции, трилатерации, линейно-угловыми построениями (комбинация методов), полигонометрия и пр. Построение геодезической разбивочной основы регулируется нормами, изложенными в СНиП 3.01.03-84 «Геодезические работы в строительстве».

#### 3.1 Алгоритм работ по созданию ГРО

Рекомендуемый алгоритм работ по созданию геодезической разбивочной основы:

- 1) составление схемы или плана участка, на котором проектируется и создается ГРО;
- 2) вынос разбивочных осей и формирование внешней разбивочной сети;
- 3) вынос зоны закладки знаков.

При составлении схемы участка следует учитывать:

- 1) размещение уже имеющихся на площадке построек и объектов, утвержденных проектом строительства;
- 2) обеспечение сохранности тех знаков, которые являются фиксирующими пунктами;
- 3) природные и техногенные процессы, которые могут оказать неблагоприятное воздействие на возводимый объект;

Необходимость применения разбивочной основы в процессе осуществления эксплуатации здания, а также проведения работ по расширению, реконструкции.

#### 4. Содержание и основные этапы выполнения геодезических разбивочных работ

##### 4.1 Основные положения геодезических разбивочных работ

Целью разбивочных работ является перенос на местность всех элементов строящегося объекта в полном соответствии с проектными данными.

Технология разбивочных работ должна обеспечивать заданную точность (табл.4.1, 4.2), надежность, простоту исполнения и максимальную производительность труда.

Таблица 4.1 – Требования к точности геодезических измерений

Вид работ	Средняя квадратическая погрешность				
Измерение углов	3"				
Измерение линий	2,0 мм				
Определение взаимного положения смежных пунктов внешней разбивочной сети	2,5 мм				
Определение положения точки из измерений способами прямой или обратной линейно-угловой засечек	3,0 мм				
Вынос осевых рисков способом полярной засечки	2,0 мм				
Перенос точек по вертикали шаговым методом на высоту $H$	15 м	90 м	150 м	240 м	
	0,84 мм	1,8 мм	2,3 мм	3,0 мм	
Передача отметки шаговым методом на высоту $H$	15 м	30 м	90 м	150 м	240 м
	2,75 мм	4,0 мм	7,0 мм	9,0	11,3 мм
Определение превышения на станции	2,5 мм				

Таблица 4.2 – Условия обеспечения точности геодезических измерений

Область применения	Условия обеспечения точности измерений
Создание внешней разбивочной сети	<b>Электронный тахеометр</b> с параметрами точности: измерения расстояний – 1,0 мм; угла – 1,0" Безотражательный в минимальных пределах 150 м.
Создание внутренней разбивочной сети	<b>Спутниковые приемники</b> двухчастотные с точностью: определения координат – 5 мм; высот – 5 мм. То же
Разбивочные работы	<b>Электронный тахеометр</b> с параметрами точности: измерения расстояний – 2 мм; угла – 3" Безотражательный
Перенос осей и точек на монтажные горизонты	<b>Зенит-ЛОТ</b> <b>Спутниковые приемники</b> двухчастотные с точностью: определения координат – 5 мм; высот – 5 мм.
Определение высот точек и перенос отметок на монтажные горизонты	<b>Нивелир</b> с комплектом реек <b>Рулетка</b> 30 – 50 м с миллиметровыми делениями

Работы по выносу проекта сооружения в натуру сводятся к выносу и закреплению на местности отдельных точек, осей и отметок, определяющих проектные положения частей и конструктивных элементов сооружения. Принята строгая последовательность выполнения разбивочных работ, вытекающая из основного принципа геодезии «от общего к частному». Вначале определяют от пунктов разбивочной сети строительной площадки положение на местности главных (основных) разбивочных осей и закрепляют их пунктами внешней разбивочной сети сооружения. Затем создают внутреннюю разбивочную сеть сооружения, закрепляющую главные и основные оси на исходном и монтажном горизонте. И только после этого приступают к детальным разбивочным работам.

Главные оси (оси симметрии сооружения) выносят в тех случаях, когда сооружение имеет сложную конфигурацию или большие размеры, а также когда группа сооружений объекта имеет технологические связи. При строительстве небольших сооружений выносят и закрепляют основные разбивочные оси (линии, определяющие контур наружных стен сооружения в плане). В этом случае

вначале в соответствии с разбивочным чертежом (рис. 4.4) от ближайших пунктов разбивочной сети строительной площадки выносят две крайние точки, определяющие положение оси длинной стороны сооружения.

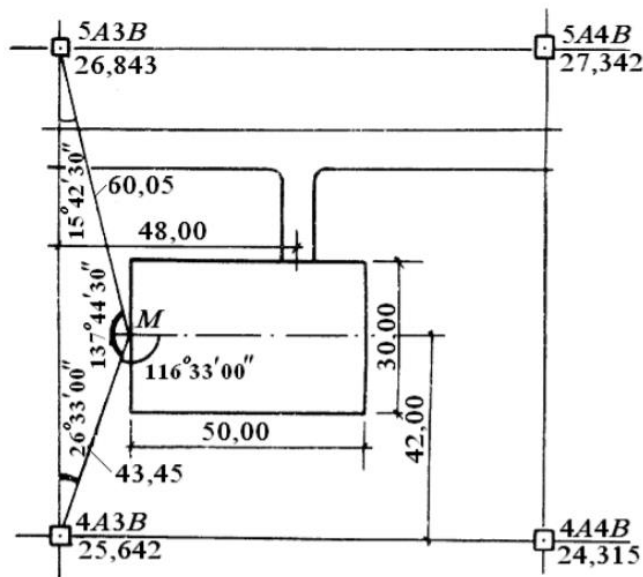


Рисунок 4.4 Разбивочный чертеж здания

Поперечные оси разбивают с ранее вынесенных точек оси путем построения прямых углов. Разбивочные работы контролируют промерами до пунктов разбивочной сети строительной площадки, не применявшихся при перенесении в натуру данной оси. Вынос точек и осей производится промерами по сторонам строительной сетки способами полярных и прямоугольных координат, линейных и угловых засечек и т. д.

## 4.2 Элементы геодезических разбивочных работ

Основными элементами (видами) геодезических разбивочных работ являются: построение на местности проектных углов, линий заданной длины и направления, вынос в натуру точек с заданными координатами и отметками; построение на местности линий и плоскостей с проектными уклонами.

Исходными данными для разбивочных работ служат генеральный план строительной площадки и разбивочные чертежи.

### 4.2.1 Вынос в натуру проектного угла

Для выноса в натуру проектного угла ВАС необходимо:

1) произвести центрирование теодолита над вершиной угла А нитяным или оптическим отвесом (с ошибкой не более 3 мм);

- 2) сориентировать лимб на исходную точку В (совместив при этом ноль алидады и лимба или сняв отсчет по лимбу);
- 3) отложить проектный угол и закрепить полученное значение;
- 4) перевести трубу через зенит и повторить измерение при втором положении вертикального круга;
- 5) определить среднее положение угла и зафиксировать его знаком (рис. 4.5).



Рисунок 4.5 схема выноса в натуру проектного угла

Общую погрешность построения угла можно вычислить по формуле:



где  $m_B$ ,  $m_0$ ,  $m_C$ ,  $m_p$ ,  $m_f$  - средние квадратические погрешности соответственно визирования, отсчета по горизонтальному кругу, центрирования теодолита над вершиной угла, редукции визирной цели (установки визирной цели в точке В), фиксации точки С.

#### 4.2.2 Вынос в натуру проектной линии

Вынос осуществляется с относительной ошибкой не более 1:2000. Для этого необходимо:

- 1) по заданному направлению, уложить в створ измерительный прибор (рулетку, ленту);
- 2) обеспечить натяжение рулетки не менее 10 кг и зафиксировать ее конец шпилькой;
- 3) продолжить измерение до конечной точки линии;
- 4) измерить угол наклона линии, визируя теодолит на высоту инструмента;
- 5) определить величину поправки за наклон линии и прибавить ее к измеренному значению (рис.4.6);
- 6) окончательно закрепить линию.

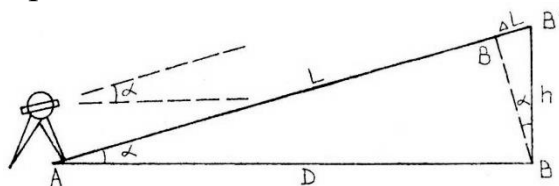


Рисунок 4.6 Схема определения поправки за наклон линии

$\alpha$  - угол наклона,  $L$  - наклонная линия =  $D + \Delta L$ ,  $\Delta L$  - поправка за наклон линии к горизонту,  $h$  - превышение концов линии.



Поправка за наклон линии вычисляется по формуле

$$\Delta L = D (1 - \cos \alpha) = 2D \sin^2 \alpha / 2$$

Если известно превышение  $h$  концов линии, то поправка за наклон линии может быть вычислена по формуле

$$\Delta L = h / 2D$$

При высокоточных измерениях вводится поправка за температуру. Уравнение мерного прибора в этом случае определяется формулой

$$D = L_{cp} + L_{cp} \alpha (t_n - t_k)$$

$L_{cp}$  - среднее значение измеренной линии,  $\alpha$  - коэффициент линейного расширения стали, равный  $0,125 \times 10^{-4}$ ;  $t_n$  - температура, при которой измерена линия,  $t_k$  - температура, при которой выполнялось компарирование.

Высокоточные построения линии выполнить с помощью светодальномеров.

### 4.2.3 Вынос в натуру проектной отметки

Проектные отметки переносят в натуру, как правило, геометрическим нивелированием. Нивелир устанавливают примерно посередине между ближайшим репером и местом перенесения отметки, например, обноской.

Для этого берут отсчет  $a$  по рейке, установленной на репере. Вычисляют горизонт инструмента ГИ по формуле  $ГИ = HR_p + a$  и, вычтя из ГИ проектную отметку  $HR_p$ , находят проектный отсчет  $d$ .

Далее, колышек, где установлена рейка перемещают по вертикали до тех пор, пока горизонтальная нить сетки зрительной трубы не совпадет с отсчетом  $d$ . Верхняя грань колышка при этом будет соответствовать проектной отметке.

На точность перенесения в натуру проектных отметок, кроме основных погрешностей, влияет погрешность фиксации отметки риской.

### 4.2.4 Построение на местности линии заданного уклона

Построение заключается в фиксировании в натуре минимум двух точек, определяющих положение линии с проектным уклоном  $i$ .

Вначале линию разбивают на равные отрезки. В концах отрезков забивают колышки. Рассчитывают ГИ, как отметки начальной точки плюс высота нивелира. Отметка точки может быть взята условно. Затем рассчитывают проектные отметки промежуточных точек как

$$H_{\text{посл}} = H_{\text{нач}} \pm i L$$

Вычтя из ГИ полученные проектные отметки, получим отсчет, который должен быть на рейке при заданном уклоне линии. Перемещая колышки в каждой из точек по вертикали, нужно добиться того, чтобы на рейке получился рассчитанный отсчет. Линия, соединяющая верхние грани колышков будет соответствовать линии проектного уклона (рис. 4.7).

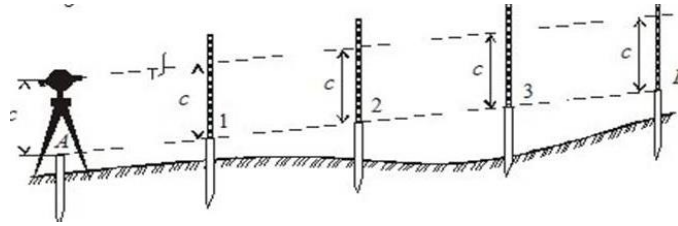


Рисунок 4.7 Схема выноса на местность линии заданного уклона

Этот вид разбивочных операций наиболее широко применяют при строительстве самотечных трубопроводов и в дорожно-строительных работах.

### 4.3 Способы разбивочных работ

$$m_p = \sqrt{\left(\frac{S \cdot m_p}{\rho}\right)^2 + m_s^2 + m_e^2 + m_{e1}^2 + m_\phi^2}$$

При выносе проекта на местность используют следующие способы: полярный способ; способ линейных засечек; створных засечек и перпендикуляров.

**Полярный способ** заключается в откладывании от заданного направления проектного угла и расстояния. Применяется при разбивках на открытой местности, когда существует возможность производства угловых и линейных измерений с точки стояния. Расстояния могут быть измерены рулеткой, или дальномером.

Точность разбивки этим методом без учета погрешностей исходных данных определяют по формуле:

- где  $m_s$  - средняя квадратическая погрешность отложения расстояния  $S$ ;
- $m_b$  - средняя квадратическая погрешность построения угла  $b$ ;
- $m_e, m_{e1}$  - средние квадратические смещения разбиваемой точки, обусловленные соответственно неточностью центрирования теодолита и визирной марки на исходной стороне;
- $m_\phi$  - средняя квадратическая погрешность фиксации разбиваемой точки.

При условии равного влияния погрешностей угловых и линейных измерений имеем:

$$m_p \leq \frac{m_p \cdot \rho}{1,5 \cdot S}; \quad m_s \leq \frac{m_p}{1,5}; \quad \frac{m_s}{S} \leq \frac{m_p}{1,5 \cdot S}; \quad m_e = m_{e1} = m_\phi \leq \frac{m_p}{5,22}$$


**Способ линейных засечек** заключается в откладывании заданных расстояний от пунктов опорной сети или от твердых контуров существующих сооружений. Место пересечения отложенных расстояний будет соответствовать проектной точке. Способ используется при выносе в натуру точек, близко расположенных к пунктам геодезической сети, съемочному обоснованию или к капитальной застройке. Число засечек должно быть не менее двух. Длина засечек

должна быть не более длины мерного прибора. Угол при вершине засечки должен быть не менее  $30^{\circ}$  и не более  $120^{\circ}$ .

Точность разбивки этим методом определяют по формуле:

$$m_p = \sqrt{\frac{m_{S1}^2 + m_{S2}^2}{\sin^2 \gamma} + m_{\phi}^2},$$

где

 - погрешности откладывания длин S1 и S2;  
 $m_{\phi}$  - погрешность фиксации точки.

**Способ створных засечек** применяется при наличии большого числа точек с известными координатами.

Способ заключается в определении положения точки на пересечении двух створов, составляющих между собой угол засечки. Обычно, створы задают теодолитами, проволоками или струнами. Благодаря простоте применения и высокой точности, этот способ часто применяется в промышленном строительстве.

Погрешность разбивки точки способом створной засечки определяют по формуле:

$$m_p = \frac{\sqrt{m_{смс1}^2 + m_{смс2}^2 + 2m_{\phi}^2}}{\sin \gamma},$$

где  - погрешности построения створов

Наряду с перечисленными способами иногда используются способы угловых засечек, способ триангуляции и способ линейной створной засечки.

**Способ угловой засечки** имеет преимущества при разбивке точек, значительно удаленных от опорных пунктов, и особенно тогда, когда непосредственное измерение расстояний до определяемой точки затруднено или невозможно.

При этом, положение проектной точки определяют откладывая два проектных угла и из двух твердых пунктах. Искомая точка будет находиться в пересечении двух полученных направлений.

На точность разбивки влияют: погрешность собственно прямой засечки и погрешность, обусловленная неточностью фиксации линий засечки.

**Способ перпендикуляров** заключается в откладывании в заданном направлении проектного расстояния, из конечной точки которого восстанавливают перпендикуляр и в полученном направлении откладывают еще одно заданное расстояние. Способ удобен в случае расположения сооружения

вдоль опорной геодезической сети, специально проложенного теодолитного хода или от створной линии между зданиями.

При этом величина створа по продолжению здания должна быть не более половины длины здания, но в любом случае не превышать 60 м. Длины перпендикуляров не должны превышать 4 м, более длинные перпендикуляры контролируют засечкам.

Источниками ошибок способа перпендикуляров являются:  
ошибки  $m_{d1}$  и  $m_d$  откладывания расстояний  $S_1$  и  $S_2$ ;  
ошибка  $m_{90}$  построения прямого угла;  
ошибка фиксации  $m_{\phi}$  точки.

## 5. Нивелирование трассы

Нивелирование трассы производят с целью передачи отметок на большие расстояния и составления профиля трасс.

Порядок работы:

- 1) рекогносцировка местности - осмотр местности и закрепление главных точек трассы (начало трассы (НТ), конец трассы (КТ), створные точки (СТ), вершины углов поворота трассы (ВУ);
- 2) составление пикетажного журнала;

Пикетажный журнал составляется в масштабе 1 : 2000 от руки, простым карандашом. Заполнение журнала начинается, как правило, с нанесения оси главного пути посередине страницы (снизу вверх) в виде прямой линии. Затем справа и слева от нее наносят ситуацию, расположенную в пределах полосы отвода.

Положение точек пикетажа в журнале указывается поперечными черточками длиной 2 мм для пикетажных точек и 1 мм для плюсовых точек.

Номера пикетов, а также положение плюсовых точек профиля по пикетажу указываются в журнале с правой стороны оси пути. Пикетаж точек ситуации выписывается в журнале в зависимости от расположения предмета.

Расстояния по перпендикуляру от оси пути до характерных точек ситуации указываются в той последовательности, как располагаются точки относительно оси пути, и выписываются под углом  $90^\circ$  к направлению оси пути.

В пикетажном журнале указываются также точки начала и конца полевых замеров при съемке кривых, номер кривой и направление ее поворота (рис. 5.1).

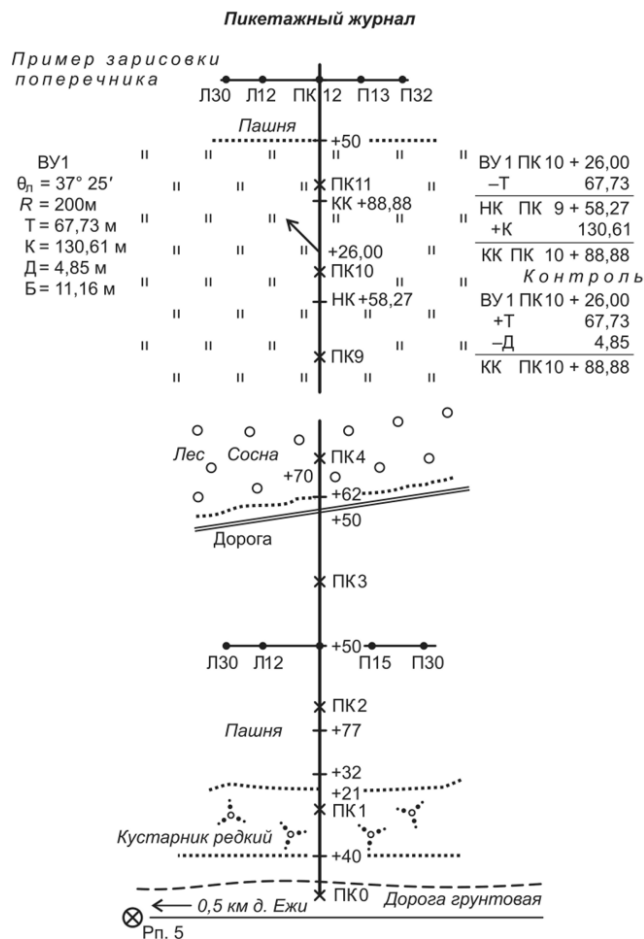


Рисунок 5.1 пикетажный журнал

3) измерение углов поворота трассы - угла между предыдущим и последующим направлением трассы. Теодолитом измеряют правые по ходу горизонтальные углы и вычисляют углы поворота трассы;

4) нивелирование трассы

Нивелируемая трасса разбивается на равные стометровые отрезки (*пикеты*), а конечные пункты линии привязывают к реперам. Нивелирование выполняют перенося нивелир и рейки с одной станции на другую (рис. 5.1).

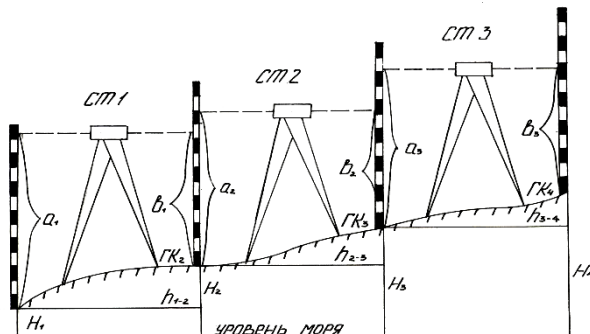


Рис. 5.1. Схема последовательного нивелирования трассы

Превышение между точками равняется разности отсчетов по задним и передним рейкам:  $h = a - b$ ,

$$\sum_1^n h = h_1 + h_2 + \dots + h_n = (a_1 - b_1) + (a_2 - b_2) + \dots + (a_n - b_n) = \sum_1^n a - \sum_1^n b.$$

Отметки точек вычисляют по формуле

$$H_i = H_1 + \sum_1^n h_i.$$

Поворотные точки и точки перегиба рельефа (промежуточные или плюсовые) вычисляют через горизонт инструмента (рис. 5.2).

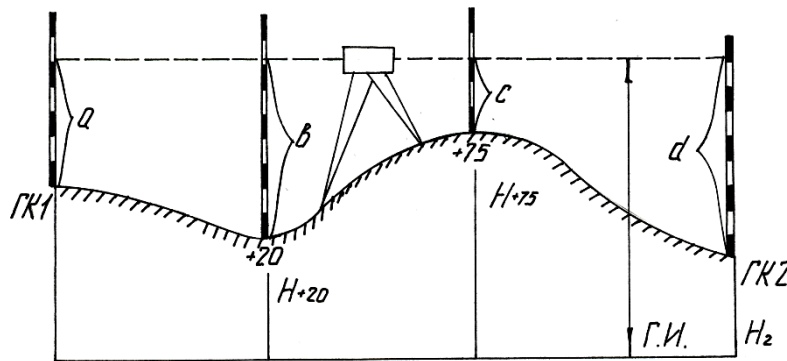


Рис. 5.2. Схема нивелирования плюсовых точек

Название плюсовых точек (на схеме + 20 и + 75) означает расстояние в метрах от предыдущего пикета.

Так, для точки + 20 (рис. 5.2) отметку определяют следующим образом:

$$\text{ГИ} = H_1 + a = H_2 + d,$$

$$H_{+20} = \text{Г.И.} - b.$$

При нивелировании крутых скатов определяемое превышение может оказаться больше длины рейки (рис. 5.3). В этом случае выбирают дополнительные связующие точки, называемые иксовыми.

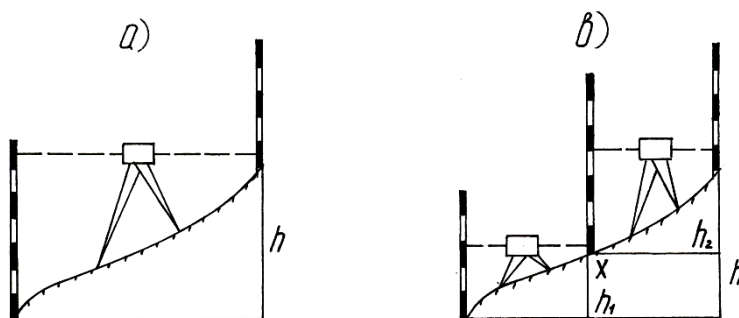


Рис. 5.3. Схема нивелирования крутых скатов

Качество нивелирования определяют по невязке (несоответствие практического и теоретического значения), вычисляемой по равенствам:

- для разомкнутого хода  $f_h = \sum_1^n h - (H_2 - H_1)$ ;

- для замкнутого хода  $f_h = \sum_1^n h$

Допустимая невязка при техническом нивелировании определяется по формуле

$$f_{\text{доп}} = \pm 50 \sqrt{L} \text{ или } \pm 10 \sqrt{n}$$

где  $L$  - число километров в ходе;  $n$  - число станций.

4. Графические работы заключаются в составлении плана трассы в масштабах 1:5000. Кроме плана, вычерчивают продольный профиль трассы и профили поперечников. Продольный профиль составляют в горизонтальном масштабе: 1:2000 и вертикальном масштабе 1:200. На продольном профиле проводят проектную линию, вычисляют проектные и рабочие отметки пикетов и плюсовых точек и объемы земляных работ. Профили поперечников строят в одинаковом масштабе по горизонтали и вертикали 1:500.

По окончании полевых работ получают следующие документы: пикетажный журнал, журнал нивелирования и профиль трассы.

## 6. Решение инженерно-геодезических задач

### Задача №1 *Проведение границ водосборной площади*

**Пример решения.** На карте масштаба 1:10000 провести границы водосборной площади для искусственного сооружения (рис.6.1. Границами водосборной площади служат линии водоразделов, пересекающие горизонталы под прямым углом. Таким образом от точки В проводим линию, перпендикулярную к горизонтали, затем продолжаем эту линию по водоразделу от горизонтали к горизонтали до точки С. Между точками С и D, а также D и E граница проходит по гребням седловин, перпендикулярно к горизонталям образующих их холмов. Аналогично проводим границу бассейна от точки F до точки E. На рис. 6.1 границы бассейна показаны пунктиром. Водораздельная линия проходит по точкам BCDEF.

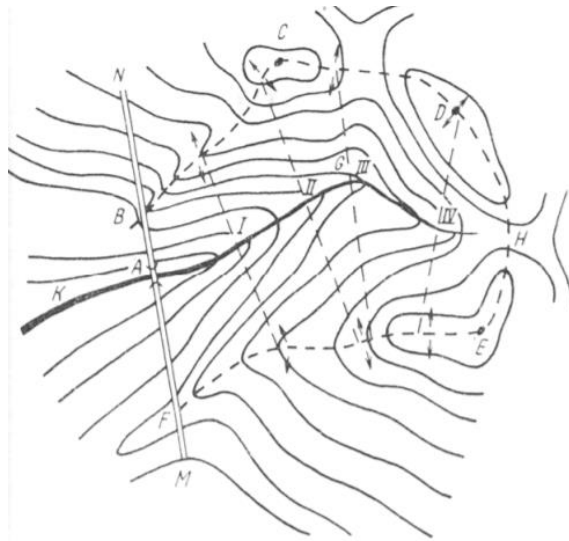


Рисунок 6.1 Границы водосборной площади

Задача 2 Определить длину горизонтального проложения линии AB, (рис.6.2).

На отрезках AC и CD (рис.6.2) измерялись углы наклона  $\nu_1$  и  $\nu_2$ , а на отрезке DB известно превышение  $h_{дв}$  между концами отрезка. Результаты измерений приведены в табл.6.1

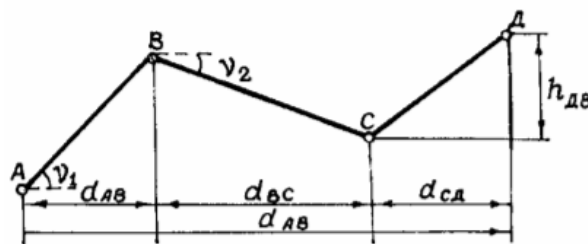


Рисунок 6.2 Измеряемые линии

Таблица 6.1 Результаты измерений линий и углов наклона

Номер варианта	AC	$\nu_1$	CD	$\nu_2$	DB	$h_{дв}$
1	30,00	$-6^{\circ}10'$	81,80	$+3^{\circ}40'$	39,20	-1,5
2	75,00	$+4^{\circ}40'$	94,00	$-2^{\circ}10'$	84,35	+0,5

Пример решения. Исходные данные для варианта 1. Длину горизонтального проложения линии получают введением в измеренное наклонное расстояние поправки на наклон, которую вычисляют по формулам:

$$\delta D_{\nu} = -2D \sin^2 \frac{\nu}{2};$$



$$\delta D = -\frac{h^2}{2D};$$

$$d = D - \delta D_v \text{ или } d = D \cdot \cos v.$$

$$\delta D_{AC} = -2 \cdot 30 \cdot \sin^2 \frac{6^\circ 10'}{2} = -0,173; \quad d_{AC} = 30,0 - 0,173 = 29,827;$$

$$\delta D_{CD} = -2 \cdot 81,80 \cdot \sin^2 \frac{3^\circ 40'}{2} = -0,167; \quad d_{CD} = 81,80 - 0,167 = 81,633;$$

$$\delta D_{DB} = -\frac{(1,5)^2}{2 \cdot 39,20} = -0,029; \quad d_{DB} = 39,20 - 0,029 = 39,171;$$

$$d_{AB} = d_{AC} + d_{CD} + d_{DB} = 150,631.$$

#### Список литературы

1. Инженерная геодезия: Учебное пособие для вузов / Г.Г. Поклад, С.П. Гриднев, Б.А. Попов – Direct MEDIA Москва/Берлин. 2020. – 495 с.
2. Геодезия в строительстве: Учебное пособие для вузов// Попов Б.А., Реджепов М.Б., Нетребина Ю.С., Вобликова Я.В.. Воронеж: Центрально-черноземное книжное издательство, 2021. – 153с.

## Содержание

Введение.....	3
1. Общие сведения о практике.....	4
1.1 Организация учебной практики .....	4
1.2 Основные требования техники безопасности и охраны окружающей среды.....	6
2. Поверка и юстировка геодезических приборов.....	7
2.1 Поверки теодолитов.....	7
2.2 Поверки нивелиров.....	9
3. Создание геодезической разбивочной основы (ГРО).....	12
3.1 Алгоритм работ по созданию ГРО.....	12
4. Содержание и основные этапы выполнения геодезических разбивочных работ.....	13
4.1 Основные положения геодезических разбивочных работ.....	13
4.2 Элементы геодезических разбивочных работ.....	15
4.2.1 Вынос в натуру проектного угла.....	15
4.2.2 Вынос в натуру проектной линии.....	16
4.2.3 Вынос в натуру проектной отметки.....	17
4.2.4 Построение на местности линии заданного уклона.....	17
4.3 Способы разбивочных работ.....	18
5. Нивелирование трассы.....	20
6. Решение инженерно-геодезических задач.....	23
Список литературы.....	25

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для студентов направлений  
08.03.01 Строительство профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция»  
08.03.01 «Водоснабжение и водоотведение»  
всех форм обучения.  
(бакалавриат)

Составители:  
Попов Борис Алексеевич  
Щербатых Юлия Олеговна

Отпечатано в авторской редакции

Подписано к изданию 10.03. 2022.  
Объем данных 350 Кб

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»  
394026 Воронеж, Московский проспект, 14

ФГБОУ ВО

«Воронежский государственный технический  
университет»

СПРАВОЧНИК МАГНИТНОГО ДИСКА  
(Кафедра кадастра недвижимости, землеустройства и геодезии)

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
для студентов направлений  
08.03.01 Строительство профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция»  
08.03.01 «Водоснабжение и водоотведение»  
всех форм обучения.  
(бакалавриат)

Составители: Б.А. Попов,  
Ю.О. Щербатых

<u>МУ ППРЭД (очное).pdf</u>	000 <u>Кб</u>	10.03..2022	<u>1,2 уч.-изд.л</u>
(наименование файла)	(объем файла)	(дата)	(объем издания)

