



# ГЕОДЕЗИЯ

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

по учебной геодезической практике

для студентов 1-го курса направления подготовки  
бакалавра 270800.62 «Строительство»



ВОРОНЕЖ  
2013

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**В. А. КОСТЫЛЕВ, В. В. ШУМЕЙКО, К. Г. БАРСУКОВ**

## **ГЕОДЕЗИЯ**

### **УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ**

**по учебной геодезической практике**

**для студентов 1-го курса направления подготовки  
бакалавра 21.03.03 «Геодезия и дистанционное зондирование»**

**ВОРОНЕЖ 2013**

УДК 528.3(07)  
ББК 38.115я7  
К726

*Рецензенты:*

*С.А. Макаренко, к.с.х.н., доц. каф. мелиорации, водоснабжения и геодезии ВГАУ; В.В. Кандалинцев, директор Воронежского филиала АП ЦНИИОМТП*

Геодезия: учебно-метод. пособие по учебной геодезической практике  
К726 В.А.Костылев, В.В. Шумейко, К.Г. Барсуков; Воронежский ГАСУ.–  
Воронеж, 2013. – 80 с.

Представлен порядок прохождения учебной геодезической практики, состоящей из полевых и камеральных работ. Описывается методика выполнения проверок геодезических приборов, рекогносцировки местности, угловых, линейных и высотных измерений, решения инженерно-геодезических задач, обработки результатов измерений, оформления графических материалов и отчета. Определены цели и задачи каждого этапа работ, описаны требования, предъявляемые к ним.

Предназначены для студентов направления подготовки бакалавров «Геодезия и дистанционное зондирование».

Ил.18. Табл.7. Библиогр.: 15 назв. Прилож. 16

**УДК 528.3(07)**  
**ББК 38.115я7**

## ВВЕДЕНИЕ

Завершающим этапом изучения геодезии является полевая учебная геодезическая практика. В процессе прохождения практики студенты закрепляют, расширяют и углубляют теоретические знания, самостоятельно выполняют топографические и инженерно-геодезические работы в условиях, приближенных к производственным.

Учебно-методическое пособие по геодезической практике написано в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования и учебным планом подготовки бакалавров по образовательной программе направления 21.03.03 «Геодезия и дистанционное зондирование».

Изложение материала ведется по видам работ с учётом специфики конкретных строительных специальностей.

Даны методические указания по решению общеинженерных геодезических задач и конкретных строительных.

В учебно-методическом пособии дано описание отчётной документации и образцы её оформления.

Рассмотрены общие вопросы организации работ, техники безопасности и охраны окружающей среды.

В последние годы требования к инженерам-строителям, в том числе и к геодезистам, значительно повысились. Если раньше строитель должен был обладать только техническими навыками, то в настоящее время он должен иметь еще и определенную теоретическую базу, позволяющую освоить новейшие приборы и современные технологии выполнения геодезических работ. Поэтому возникла необходимость более углубленного изучения геодезии и других смежных наук и иметь хорошую теоретическую подготовку.

С учетом всего вышеизложенного в программу геодезической практики включены задания с элементами исследовательского характера.

# 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ

## 1.1. Цели и задачи практики

Целями учебной практики является закрепление материалов теоретического курса «Геодезия», ознакомление студентов с полевыми методами инженерно - геодезических работ.

Задачей учебно-геодезической практики является приобретение практических навыков работы с геодезическими приборами, умение выполнять геодезические измерения и построения с заданной технической точностью, овладение приемами математической обработки геодезических измерений, составление и оформление технической документации, приобретение навыков организации работы в коллективе студентов.

В результате прохождения учебной геодезической практики в соответствии с требованиями квалификационной характеристики студенты должны:

- **иметь представление** о важности и ответственности, составе и содержании топографо – геодезических работ, необходимых для решения различных задач строительного производства;
- **знать:**
  - 1) типы и устройства геодезических приборов для линейных и угловых измерений и методику работы с ними;
  - 2) условные знаки топографических карт и планов и решение проектных задач по ним;
  - 3) методику нивелирования различных классов;
  - 4) виды настенных и грунтовых геодезических знаков и типы их закрепления;
  - 5) методику выполнения различных геодезических построений;
  - 6) методику выполнения простейших топографических съемок;
  - 7) методику производства геодезических работ при горизонтальной и вертикальной планировке;
  - 8) основные приемы камерального и полевого трассирования;
  - 9) методику подготовки данных для выноса проекта в натуру;
  - 10) методы достижения определенной точности геодезических измерений и выполнения требуемого контроля;
  - 11) нормы и правила техники безопасности.
- **уметь:**
  - 1) самостоятельно выполнять поверки геодезических приборов и инструментов;
  - 2) выполнять измерения углов, превышений и расстояний с требуемой точностью;
  - 3) выполнять обработку результатов измерений с соответствующим оформлением документации (ведомости, профили, планы и т.д.)

4) при решении инженерно – геодезических задач выполнять анализ полученных результатов и делать соответствующие выводы;

5) уметь применить полученные знания и практические навыки при выполнении инженерно – геодезических работ на производстве.

В процессе практики студенты должны научиться уважать и соблюдать требования действующих нормативных документов, считать правилом, что любое нарушение инструкций в допусках и технологии геодезических работ недопустимо на учебной практике так же, как и на производстве.

В целях повышения качества учебной практики приобретение навыков выполнения научных исследований студентам предлагается индивидуальное задание научно-исследовательского характера. Усвоение правильной технологии работ с учётом требований инструкций и наставлений. Освоение производственных приёмов и навыков. Применение современных средств обработки результатов полевых измерений, выполненными электронными тахеометрами, кодовыми нивелирами и лазерными дальномерами.

Ниже приведён список тем (примерный) для углубленного изучения и выполнения заданий с элементами исследовательского характера [2]:

1. Исследование точности измерения горизонтальных углов теодолитами различных типов.
2. Исследование точности измерений превышений нивелирами различных типов.
3. Исследование точности создания планово-высотного обоснования по материалам учебно-геодезической практики.
4. Исследование точности детальной разбивки круговых кривых различными методами.
5. Изучение методики измерения горизонтальных углов, расстояний и превышений электронными тахеометрами.
6. Исследования влияния магнитных полей на работу электронных тахеометров и цифровых нивелиров.
7. Исследование возможности решения некоторых инженерно-геодезических задач с помощью цифровых съёмочных камер.
8. Изучение методики обработки результатов геодезических измерений с использованием компьютерных технологий.
9. Изучение и анализ требований СНиП к выполнению геодезических работ.

Задание может выполняться как отдельными студентами, так и бригадой в целом.

## 1.2. Содержание практики

В период прохождения учебной геодезической практики студенты выполняют геодезические работы, определенные учебным планом и рабочей программы по конкретной специальности.

Перечень работ, их объем, и продолжительность выполнения определяется данными, приведенными в табл.1.

Таблица 1

Разделы (этапы) практики, краткое содержание	Виды учебной работы на практике, включая самостоятельную работу студентов, ч.				Форма текущего контроля
	подготовительные	полевые	камеральные	всего	
1. Подготовительный этап Общее собрание преподавателей и студентов. Формирование бригад. Инструктаж по технике безопасности. Получение приборов и инструментов. Осмотр, проверки и юстировки. Заключение о пригодности приборов к работе. Составление отчёта по этому разделу	2	4	-	6	
2. Топографическая съёмка. Получение задания бригадами. Рекогносцировка участка. Создание планово-высотного обоснования съёмки. Съёмка ситуации и рельефа. Обработка результатов полевых измерений. Составление плана топографической съёмки.	1	12	6	19	Полевой контроль
3. Полевое трассирование Получение задания. Рекогносцировка трассы. Определение положения исходных точек трассы. Выбор и закрепление вершины углов поворота. Проложение магистрального хода. Разбивка пикетажа по трассе с составлением пикетажного журнала. Детальная разбивка кривых. Продольно-поперечное нивелирование	1	12	6	19	Полевой контроль

трассы с привязкой к исходным реперам. Обработка материалов трассирования. Составление планов и профилей участка дороги.					
4. Разбивочные работы. Получение задания. Составление проекта. Подготовка исходных данных для выноса проекта в натуру. Составление разбивочного чертежа.	1	6	2	9	Полевой контроль
5. Нивелирование поверхности с элементами вертикальной планировки. Получение задания бригадами. Рекогносцировка участка. Разбивка и закрепление вершин квадратов. Съёмка ситуации. Нивелирование вершин квадратов и характерных точек внутри них. Обработка материалов полевых работ. Составление плана поверхности. Составление плана организации рельефа. Составление картограммы земляных работ.	1	4	3	8	Полевой контроль
6. Решение инженерных задач. Получение задания. Определение высоты сооружения. Определение неприступного расстояния. Вынос проектной отметки в натуру. Построение проектного угла. Построение линии заданного уклона	1	4	2	7	Полевой контроль
7. Сдача работы. Оформление отчёта. Сдача работы преподавателю. Зачёт.	-	-	4	4	зачет
Общая продолжительность практики	7	42	23	72	

### 1.3. Организация практики

Учебная геодезическая практика проводится на геодезическом полигоне Воронежского ГАСУ в условиях, максимально приближенных к условиям выполнения соответствующих геодезических работ на производстве.

Для руководства учебной практикой из числа преподавателей кафедры «Кадастр недвижимости, землеустройство и геодезия» приказом по универси-

тету назначаются руководители, закрепляемые за учебными группами. Руководитель распределяет студентов учебной группы по бригадам в составе 6-7 человек, выдает задание, осуществляет контроль проведения практик, проводит инструктаж по технике безопасности, объясняет правила поведения на геодезическом полигоне.

Из числа учебно-вспомогательного персонала кафедры выделяется лаборант, который организует хранение, выдачу, ремонт и приём приборов и инструментов.

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

Основной учебно-производственной единицей на практике является бригада в составе 6-7 студентов. Бригадиром по согласованию со студентами группы назначаются студенты, отличающиеся хорошими знаниями геодезии, обладающие организаторскими способностями и пользующиеся авторитетом среди товарищей. В функции бригадира входит организация работы бригады в полевых и камеральных условиях, поддержание трудовой дисциплины и обеспечение хранения приборов и инструментов, полученных бригадой.

Все студенты прибывают на практику в установленное время. Студенты, опоздавшие на практику более чем на два дня, к прохождению практики не допускаются.

Виды, объём и продолжительность работ на практике устанавливаются согласно рабочей программе практики. 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 в геокамере необходимые приборы, инструменты и принадлежности, журналы измерений, бланки для вычислений и т.п.

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.

По выполнении 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.

Продолжительность рабочего дня студентов на практике составляет 6 часов. Начало и окончание рабочего дня определяются руководителем практики.

## **1.4. Обязанности студентов на практике**

Чёткая организация и слаженность работы в бригаде являются непременным условием успешного прохождения студентами учебной геодезической практики. При этом важная роль отводится бригадиру, который организует работу с учётом равномерного участия членов бригады во всех видах работ, ведёт рабочий дневник и табель выходов членов бригады на работу, поддерживает учебную и производственную дисциплину в бригаде.

После проведения руководителем инструктажа по технике безопасности бригадир получает в геокамере под расписку необходимые приборы и принадлежности. В дальнейшем в его обязанности входит обеспечение правильного их хранения и использования. По окончании полевых работ бригадир сдаёт приборы в геокамеру в сохранности.

Каждый студент к началу практики должен подготовить все необходимые чертёжные инструменты и принадлежности, чертёжную и писчую бумагу, учебник, учебное пособие, конспект и т.п. Студент должен строго соблюдать установленный распорядок дня и трудовую дисциплину, выполнять правила техники безопасности и охраны природы и окружающей среды, проявлять сознательное отношение к порученному делу, бережно относиться к геодезическим приборам и принадлежностям.

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, так как от качества и своевременности её выполнения зависит в конечном итоге успех работы бригады в целом.

Пропуски и опоздания студентов на практику без уважительных причин недопустимы. Студенты, систематически допускающие нарушения трудовой и учебной дисциплины, правил техники безопасности и охраны природы и окружающей среды, отстраняются руководителем от дальнейшего прохождения практики.

## **1.5. Основные требования техники безопасности и охраны окружающей среды**

В процессе прохождения учебной геодезической практики студенты обязаны строго соблюдать правила безопасности, санитарии и личной гигиены, требования к охране природы и окружающей среды. К основным из них относятся следующие:

1. Все приборы и инструменты до начала работы должны быть тщательно осмотрены. Ручки или ремни ящиков и футляров приборов и штативов должны быть прочно прикреплены.

Топоры и молотки должны быть плотно насажены на рукоятки с расклиниванием их металлическими клиньями. Деревянные рукоятки не должны иметь трещин и заусениц.

2. Вехи и штативы следует переносить, держа их острыми концами вниз; при этом раздвижные ножки штативов должны быть надежно закреплены. Во избежание повреждения ног нельзя носить за спиной геодезические приборы на штативах. Топоры разрешено переносить только в чехлах; при работе с топором в радиусе взмаха топора не должны находиться люди.

3. 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.

4. При выполнении измерений вдоль дорог работающим с приборами нельзя размещаться на проезжей части дорог. Предупреждение о приближении транспорта подаётся условным сигналом. Реечнику нельзя стоять спиной к приближающемуся транспортному средству.

Во время перерывов в работе запрещается оставлять приборы вблизи дороги. При переходах с приборами следует передвигаться по левой стороне дороги навстречу движению транспорта.

5. 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.

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.

6. 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.

7. 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.

8. При производстве полевых работ следует исключать случаи нанесения ущерба природе и окружающей среде. Прокладку съёмочных ходов надо вы-

полнять вдоль дорог и троп, располагая опорные точки в местах отсутствия лесонасаждений и посевов сельскохозяйственных культур. Запрещается топтать и портить посевы и зелёные насаждения, оставлять забитые выше поверхности земли колья на пашне, лугах и проезжей части дорог. После завершения полевых работ все колышки должны быть извлечены из земли.

9. Категорически запрещается разведение костров в лесопосадках и вблизи спелых посевов. 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 быстрейшей 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].

11. 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 мощностью излучения от 1 до 3 мВт 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.

Перед началом работы руководитель бригады (исполнитель) должен убедиться в правильности сборки приборов, плотности прилегания и надёжности стяжки всех фланцевых соединений, а также в наличии и правильной установке оградительных, поглотительных и других средств защиты.

Следует соблюдать особую осторожность при работе в сырую погоду и надёжно предохранять от попадания влаги в электрические узлы и блоки приборов. Если прибор отсырел, категорически запрещается протирать узлы и детали тряпкой, его надо просушить.

При подготовке к работе источников питания и уходу за ними в процессе эксплуатации следует соблюдать требования инструкции по эксплуатации блока аккумуляторных источников питания.

Ремонт и юстировка приборов должны поручаться работникам, имеющим на то разрешение администрации экспедиции, или сдаваться в специализированные организации.

## **2. ПРАВИЛА ОБРАЩЕНИЯ С ГЕОДЕЗИЧЕСКИМИ ПРИБОРАМИ**

### **2.1. Порядок проверки технического состояния геодезических приборов при получении их со склада**

Для выполнения программы учебной геодезической практики каждая бригада должна получить на складе следующие геодезические приборы и принадлежности:

- штатив с нитяным отвесом;
- теодолит 2Т30 или 2Т30П;
- нивелир Н-3;
- мерную ленту с набором шпилек;
- нивелирную рейку.

Все полученные приборы должны быть осмотрены, желательно в присутствии преподавателя, с точки зрения их технического состояния. При обнаружении каких-либо неисправностей или некомплектности прибор должен быть возвращен на склад для его ремонта или замены [1].

#### **Штатив**

Ножки раздвижного штатива шарнирно соединены с головкой штатива специальными винтами. Необходимо проверить, чтобы эти болты были хорошо закреплены и не шатались. Регулировку болтов выполняют гаечным ключом. При выдвигании ножек штатива не следует делать больших усилий, так как можно сорвать стопорные приспособления. Штатив необходимо держать в вертикальном положении, чтобы при выдвигании ножек не нанести себе травму. Если ножки не выдвигаются, нужно ослабить сцепление, слегка покачивая их вправо и влево, держась за наконечники. После выдвигания ножек необходимо закрепить их стопорными винтами и проверить надежность закрепления. Для прикрепления теодолита к головке штатива имеется становой винт. Внутри винта должен находиться крючок для подвешивания нитяного отвеса. На одной из ножек штатива должен располагаться пенал с крышкой для нитяного отвеса. Для переноса штатива на значительные расстояния должны быть специальные ремни, которые стягивают ножки штатива.

В комплекте со штативом должен быть нитяной отвес с фиксатором длины нити. Нить отвеса должна быть без узлов, длиной не менее полутора метров [1].

#### **Теодолит 2Т30 (2Т30П)**

Установить теодолит вместе с футляром на штатив и закрепить его винтом. Снять футляр, для чего открыть замки, отжав пружины-фиксаторы и повернув рукоятки замков по направлению стрелок.

Открепить закрепленные винты алидады и зрительной трубы и вращением от руки проверить плавность вращения алидады и зрительной трубы. Закрепив винты алидады и зрительной трубы и открепив винт лимба, проверить надежность закрепления лимба. Закрепив винт лимба, проверить надежность закрепления лимба, алидады и трубы.

При закрепленном положении закрепительных винтов проверить работу наводящих винтов лимба, алидады и трубы. При их вращении труба должна плавно перемещаться в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

Наблюдением через зрительную трубу проверить работу фокусирующих устройств трубы. Для этого вращением диоптрийного кольца отфокусировать сетку нитей, то есть добиться резкости ее изображения. После этого вращением кремальеры добиться резкого изображения как удаленных, так и близлежащих предметов. Если при этом кремальера вращается вхолостую и добиться резкости изображения не удастся, необходимо повернуть опорный винт, расположенный в отверстии на кремальере.

Проверить качество изображения отсчетных шкал в микроскопе. Для этого вращением круглого зеркальца добиться полного освещения шкал и вращением диоптрийного кольца микроскопа - четкого их изображения. Четкость изображения штрихов шкал и оцифровки должна сохраняться по всему полю изображения микроскопа.

Проверить плавность вращения подъемных винтов. Если винты имеют тугой ход, необходимо пригласить со склада учебного мастера для их регулировки.

Проверить целостность исправительных винтов цилиндрического уровня и сетки нитей.

Перед укладкой теодолита в футляр установить все наводящие винты в среднее положение, зрительную трубу поставить вертикально объективом вниз. Совместить красные метки на колонке теодолита и на его основании так, чтобы шпонка футляра вошла в паз основания, и, слегка нажимая на футляр сверху, закрыть на замки, вращая их рукоятки против стрелки [1].

### **Нивелир Н-3**

Проверить комплектность принадлежностей нивелира, находящихся в упаковочном ящике.

Вынуть нивелир из ящика и установить на штативе, закрепив становым винтом.

Открепить закрепительный винт зрительной трубы и проверить плавность вращения трубы вокруг вертикальной оси.

Закрепить винт зрительной трубы, проверить работу наводящего винта нивелира.

Проверить качество оптики зрительной трубы, для чего вращением окулярного кольца установить резкость сетки нитей и с помощью кремальеры отфокусировать трубу на дальние и близкие точки.

Привести с помощью подъемных винтов пузырек круглого уровня на середину и после этого проверить работу элевационного винта, совместив изображения концов пузырька цилиндрического уровня, видимых в поле зрения окуляра [1].

### **Мерная лента со шпильками**

Мерная лента выдается намотанной на кольцо и закрепленной специальными винтами. Для осмотра ленты винты вывертываются и убираются. Ленту разворачивают два студента. Один из них вращает кольцо с лентой, а второй, взяв ленту за ручку, постепенно отходит, растягивая ленту. Студент с кольцом, разматывая ленту, внимательно осматривает ее, следя, чтобы на ленте не было следов ржавчины, надломов, грозящих разрыву ленты. Если на ленте обнаруживаются склепанные места, необходимо проверить качество клепки и в случае ненадежной или неправильной (внахлест) клепки ленту следует заменить. Свертывается лента в обратном порядке.

Проверить количество шпилек, их должно быть 6 штук. Толщина шпилек должна соответствовать диаметру вырезов на концах ленты, в которые вставляются шпильки при измерении линий местности. Если шпильки изогнуты, то необходимо их выпрямить молотком [1].

### **Нивелирная рейка**

В комплекте с нивелиром выдаётся двухсторонняя нивелирная рейка. При получении рейки необходимо её развернуть и, опустив скобу вниз, проверить надежность вхождения фиксаторов в соответствующие отверстия.

## **2.2. Порядок подготовки приборов для сдачи их на склад**

После окончания полевых работ студенты, по разрешению преподавателя-руководителя студенческой группы, сдают приборы на склад. Перед сдачей приборов необходимо:

- мягкой тряпкой протереть от пыли теодолит и нивелир, футляр теодолита и упаковочный ящик нивелира также требуется привести в порядок;
- очистить от грязи и пыли металлические части штатива и вешек, протереть влажной тряпкой нивелирные рейки;
- мерную ленту, шпильки и топор очистить от ржавчины песком и протереть тряпкой, смоченной маслом.

За утерю или поломку геодезических приборов и оборудования студенты несут материальную ответственность. Если виновный в утере или поломке не

обнаружен, материальную ответственность несут все члены бригады на равных основаниях.

При полном расчете студенческой бригады со складом заведующий геодезической лабораторией выдаёт бригадиру зачётную книжку. При отсутствии расчёта со складом зачёт по геодезической практике студентам данной бригады не ставится [1].

### 3. РАБОТА С ГЕОДЕЗИЧЕСКИМИ ПРИБОРАМИ

#### 3.1. Подготовка приборов к работе

После осмотра полученных приборов и принадлежностей выполняют проверки приборов и компарирование мерной ленты.

##### Компарирование мерной ленты

Компарирование мерной ленты выполняют упрощенным способом – путём сравнения длины рабочей мерной ленты с образцовой мерой, в качестве которой может служить 20-метровая компарированная (с точностью не ниже 1:10000) рулетка.

Для этого на ровной поверхности укладывают рядом образцовую меру (рулетку) и мерную ленту и совмещают их нулевые деления. Линейкой измеряют разность  $\Delta l_k$  между фактической длиной мерной ленты и длиной  $l_0$  рулетки, т.е.

$$\Delta l_k = l - l_0,$$

где  $\Delta l_k$  – поправка за компарирование.

В рабочей тетради записывают дату компарирования, длину ленты и температуру компарирования [2].

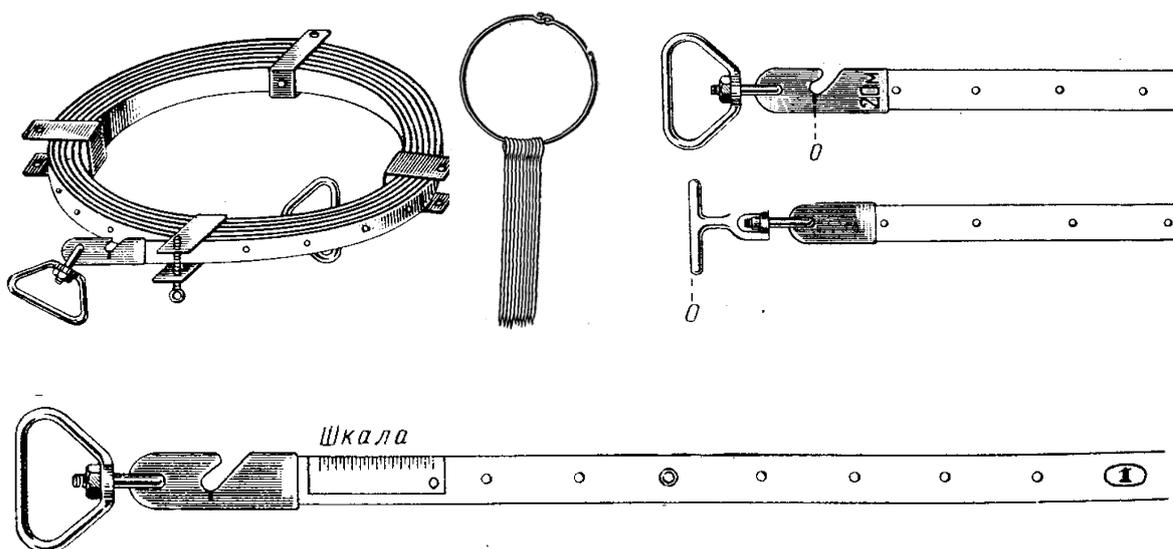


Рис.1. Мерная лента с набором шпилек

## Поверки и юстировка теодолита

*Ось уровня при алидаде горизонтального круга должна быть перпендикулярна к вертикальной оси теодолита.*

Устанавливают уровень параллельно линии, соединяющей два подъемных винта, и, вращая эти винты в разные стороны, приводят пузырек уровня на середину ампулы. Поворачивают алидаду на 180°. При отклонении пузырька уровня от середины более чем на одно деление исправительными винтами уровня смещают пузырек к середине на половину дуги отклонения и окончательно приводят его на середину вращением подъемных винтов. Для контроля поверку повторяют.

Перед выполнением следующих проверок приводят вертикальную ось теодолита в отвесное положение. Для этого уровень ставят параллельно двум подъемным винтам и с их помощью приводят пузырек уровня на середину ампулы. Поворачивают алидаду на 90° и третьим подъемным винтом вновь приводят пузырек уровня на середину. После этого при любом положении алидады пузырек уровня не должен отклоняться от середины более чем на одно деление.

*При отвесном положении вертикальной оси теодолита одна из нитей сетки должна быть вертикальна, другая - горизонтальна.*

В 5-6 м от теодолита подвешивают отвес. Вертикальную нить сетки наводят на нить отвеса. Если нить сетки совпала с нитью отвеса, условие выполнено. В противном случае отверткой ослабляют винты, скрепляющие окуляр с корпусом трубы, и поворачивают окуляр так, чтобы вертикальная нить сетки совпала с нитью отвеса. Для проверки горизонтальности нити эту нить наводят на хорошо видимую точку местности. При перемещении трубы в горизонтальной плоскости изображение точки не должно сходить с нити.

*Визирная ось зрительной трубы должна быть перпендикулярна оси вращения трубы.*

Угол отклонения визирной оси от перпендикуляра к оси вращения трубы называется коллимационной ошибкой. Для выявления коллимационной ошибки выбирают удаленную хорошо видимую точку, расположенную так, чтобы линия визирования была примерно горизонтальна. Наводят зрительную трубу на эту точку при положении вертикального круга слева от трубы и берут отсчет по горизонтальному кругу (КЛ). Переведя трубу через зенит, открепляют алидаду, наводят трубу на ту же точку и снова берут отсчет (КП). Величину коллимационной ошибки  $C$  вычисляют по формуле

$$C = \frac{КЛ - КП \pm 180^\circ}{2}.$$

Если величина  $C$  превышает удвоенную точность отсчета, необходимо произвести исправление. Для этого вычисляют исправленный отсчет по горизонтальному кругу:  $КП_{испр} = КП + C$  или  $КЛ_{испр} = КЛ - C$ , и устанавливают

его наводящим винтом алидады. Перекрестие сетки нитей сместится относительно наблюдаемой точки. Ослабив предварительно вертикальные исправительные винты, боковыми винтами передвигают сетку до совмещения перекрестия с изображением точки. После исправления поверку повторяют.

*Ось вращения зрительной трубы должна быть перпендикулярна вертикальной оси теодолита.*

Наводят трубу на высоко расположенную точку, находящуюся на стене какого-либо здания. Наклонив трубу примерно до горизонтального положения, отмечают на стене точку, в которую проектируется перекрестие сетки нитей. Повернув трубу через зенит, повторяют те же действия при другом положении вертикального круга. Если проекции точки совпадут, то условие выполнено. В современных теодолитах соблюдение этого условия гарантируется заводом, если оно не соблюдается, то исправление необходимо выполнять в специальной мастерской или на заводе [2].

### **Поверки и юстировка нивелира**

*Ось круглого уровня должна быть параллельна оси вращения прибора.*

Подъёмными винтами пузырёк круглого уровня приводят в центр ампулы (в нуль-пункт) и поворачивают верхнюю часть нивелира на 180° вокруг вертикальной оси. Если пузырёк остаётся в нуль-пункте, то условие выполняется. В противном случае исправительными винтами круглого уровня перемещают пузырёк к центру ампулы на половину его отклонения, а подъёмными винтами нивелира приводят точно в нуль-пункт уровня.

Чтобы убедиться, что после исправления это условие выполняется, поверку повторяют.

При выполнении последующих поверок пузырёк круглого уровня должен находиться в нуль-пункте.

*Горизонтальная нить сетки зрительной трубы должна быть перпендикулярна оси вращения нивелира.*

Среднюю нить сетки наводят на ясно видимую точку (можно использовать установленную неподвижно нивелирную рейку на расстоянии 8-10 метров от нивелира) и наводящим винтом плавно вращают трубу.

Если нить не сходит с точки, то условие выполнено. При несоблюдении условия, ослабив винты, скрепляющие сетку с корпусом трубы, поворачивают сетку в нужную сторону. После исправления поверку повторяют.

*Ось цилиндрического уровня должна быть параллельна визирной оси зрительной трубы.*

Поверка этого главного условия нивелира выполняется способом нивелирования "из середины" линии длиной около 100 м, закрепленной кольшками.

Нивелир устанавливают по середине линии и определяют превышение между точками:

$$h = 3 - П.$$

Затем переставляют нивелир как можно ближе к передней точке и снимают отчет по передней рейке  $\Pi_1$ . Прибавив к нему превышение, получают отчет по задней рейке  $Z_1$ , который должен показать прибор с данной станции:

$$Z_1 = \Pi_1 + h.$$

После этого нивелир наводят на заднюю рейку и проверяют правильность отсчета. Если прибор показывает неправильный отчет, то элевационным винтом устанавливают среднюю нить сетки на отчет  $Z_1$  и исправительными винтами цилиндрического уровня добиваются совпадения изображений концов его пузырька.

После исправления главного условия поверка должна быть повторена.

Результаты выполненных поверок нивелира заносятся в рабочую тетрадь бригады [2].

### 3.2. Выполнение угловых и линейных измерений

#### Измерение горизонтальных и вертикальных углов на местности

*Горизонтальный угол*  $BAC$  (рис. 2) на местности измеряют следующим образом. В вершине измеряемого угла устанавливают теодолит. Головку штатива располагают примерно над знаком, а ее верхнюю площадку приводят в горизонтальное положение. Наконечники ножек штатива вдавливают в грунт.

Теодолит центрируют над точкой  $A$  с помощью нитяного отвеса. По уровню на алидаде горизонтального круга приводят с помощью подъемных винтов ось вращения теодолита в вертикальное положение. На точках  $B$  и  $C$ , фиксирующих направления, между которыми измеряется угол, устанавливают визирные цели: марки, вехи, шпильки и т. п.

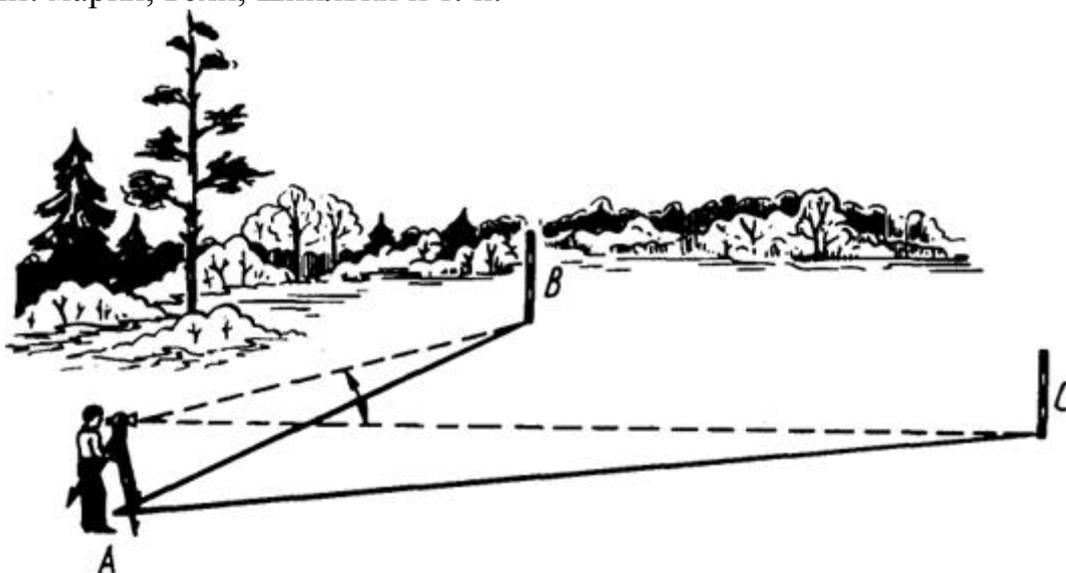


Рис. 2. Измерение горизонтального угла

Сетку нитей трубы устанавливают в соответствии со зрением наблюдателя. Для этого трубу наводят на светлый фон (небо, белую стену) и, вращая окулярное кольцо в поле зрения трубы, добиваются четкого изображения сетки нитей.

Глядя вверх трубы, совмещают крест оптического визира с визирной целью (цель должна появиться в поле зрения трубы). После попадания в поле зрения трубы визирной цели фиксируют направление, зажимая крепежные винты алидады и трубы. Вращением фокусирующей кремальеры добиваются резкого изображения визирной цели. Наводящими винтами алидады и трубы совмещают центр сетки с изображением визирной цели.

Центр сетки нитей следует наводить на самую нижнюю видимую часть шпильки (вехи, рейки).

Чтобы измерить горизонтальный угол, нужно, находясь в вершине угла, повернуться лицом в сторону измеряемого угла и из отсчета на правую (заднюю) цель вычитать отсчет на левую (переднюю) цель. Если правый отсчет меньше левого, то к нему следует прибавить  $360^\circ$ .

Измерение угла при одном положении круга называют *полуприемом*. Как правило, угол измеряют полным приемом - измерением при левом (КЛ) и правом (КП) положениях вертикального круга, а затем усредняют полученные значения угла. Результаты измерений записывают в полевой журнал (табл. 2).

Начинают обычно с полуприема (КЛ). Из отсчета на правую точку № 1 ( $217^\circ 26,5'$ ) вычитают отсчет на левую точку № 3 ( $136^\circ 54,5'$ ). Получаем угол равный  $80^\circ 32,0'$ . Аналогично вычисляем угол при КП. Расхождение между величинами углов в полуприемах не должно превышать двойной точности прибора, т.е.  $1'$ .

Контролем служит разность отсчетов на одну точку при разных полуприемах, которая должна быть равной  $180^\circ$ . Например:

$$217^\circ 26,5' - 37^\circ 26,5' = 180^\circ.$$

Существует еще один способ измерения углов "от нуля". В этом случае нуль алидады совмещают с нулем лимба. Алидаду закрепляют, оставляя незакрепленным лимб. Трубу наводят на визирную цель и закрепляют лимб. После этого алидаду открепляют, наводят трубу на другую визирную цель и закрепляют алидаду. Отсчет на лимбе даст значение измеряемого угла. Как правило, отсчеты по лимбу производят дважды.

**Вертикальные углы** измеряют теодолитом в вертикальной плоскости для определения углов наклона (рис. 3).

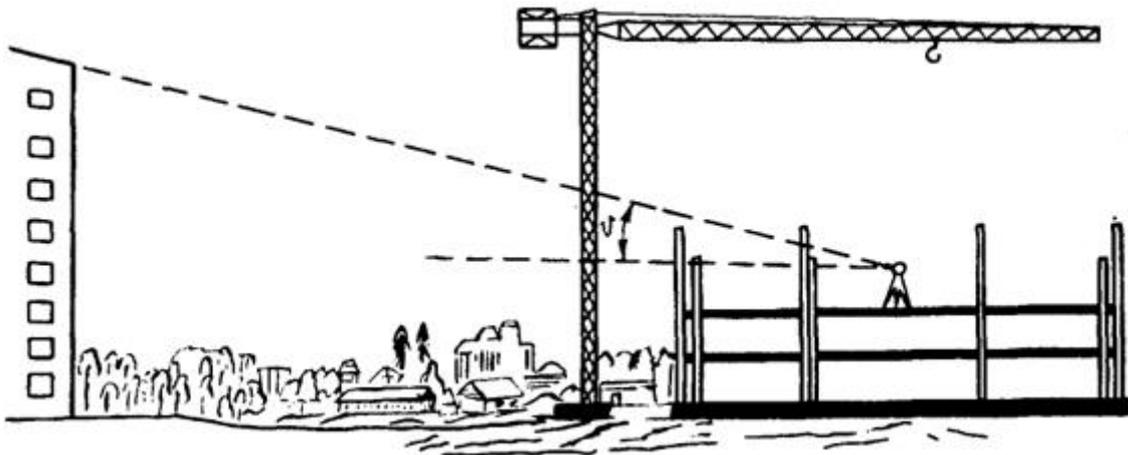


Рис. 3. Измерение вертикального угла

Углы наклона принято различать на положительные и отрицательные. Положительный угол образуется разностью между направлением на предмет, располагаемым выше уровня горизонтальной оси вращения трубы, и направлением, соответствующим горизонтальному положению визирной оси. Отрицательный угол образуется между горизонтальным положением визирной оси трубы и направлением на точку, располагаемую ниже горизонтальной оси вращения трубы.

При измерении вертикальных углов исходным (основным) направлением является горизонтальное. Отсчеты ведут по шкалам, нанесенным на вертикальный круг теодолита.

Для вычисления значений углов наклона определяют место нуля МО. Место нуля - это отсчет по вертикальному кругу, соответствующий горизонтальному положению визирной оси.

МО определяют так: устанавливают теодолит, приводят его в рабочее положение, находят хорошо видимую точку и наводят на нее трубу при круге "лево" (Л) и снимают отчет по вертикальному кругу. Трубу переворачивают через зенит и вновь, теперь уже при круге "право" (П), наводят пересечение сетки нитей на ту же точку и берут второй отсчет по вертикальному кругу.

МО вычисляют по формуле

$$МО = (КЛ + КП) / 2,$$

где КЛ и КП - отсчеты по вертикальному кругу теодолита при Л и П соответственно.

Угол наклона вычисляют по формулам

$$v = КЛ - МО; v = МО - КП.$$

Угол наклона линии местности определяется для того, чтобы найти длину проекции этой линии на горизонтальную плоскость (проложение), а также, пре-

вышение между точками, являющимися началом и концом линии. Для этого перекрестье сетки нитей наводят на метку, сделанную на вехе или рейке, соответствующую высоте инструмента. Часто, для удобства, вертикальные углы измеряют только при круге «лево», т.е. при основном положении прибора. Угол наклона каждой линии измеряется дважды – в прямом и обратном направлении, затем усредняется и берется со знаком прямого измерения. Результаты измерений записывают в полевой журнал (табл. 2).

Таблица 2

Журнал измерения горизонтальных углов

Номер станций	Полуприем	Номер пунктов	Отсчеты по ГК	Угол, $\beta$	Средний угол, $\beta_{ср}$	Верт. угол	Длина линии
2	КЛ	1	217° 26,5'	80°	80° 32,25'	2°15'	18,91
		3	136° 54,5'	32,0'		-3°36'	32,05
	КП	1	37°26,5'	80°			
		3	316°54,0'	32,5'			

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. МО исправляют так. После определения МО вращением трубы теодолита при Л устанавливают отсчет по вертикальному кругу, равный вычисленному углу наклона. В этом случае средняя горизонтальная нить сетки сойдет с изображения точки. Вертикальными исправительными винтами сетки среднюю горизонтальную нить наводят на точку [1].

### Измерение длин линий местности мерной лентой

Измерение линий местности мерной лентой выполняют два мерщика - передний и задний. При первом укладывании ленты передний мерщик берет в левую руку ручку ленты и десять штук шпилек, обращенных колечками в правую сторону. Одиннадцатая шпилька и кольцо, на которое надеваются шпильки, должны находиться у заднего мерщика. В начале измерений задний мерщик втыкает в землю свою шпильку у начальной точки, вставляет вырез ленты в шпильку и выставляет переднего мерщика в створ так, чтобы конец ленты проектировался на вешку в конце линии. Передний мерщик энергично встряхивает ленту и, натянув ее, берет правой рукой шпильку, вставляет ее в вырез ленты и втыкает в землю. После этого задний мерщик вынимает свою шпильку и надевает ее на кольцо. Лента протягивается вперед по линии, задний мерщик вставляет вырез ленты в шпильку, воткнутую в землю, снова выставляет переднего

мерщика в створ линии. Далее работа выполняется аналогично. Передний мерщик выставляет шпильки, а задний их собирает и надевает на кольцо. Если у заднего мерщика набирается 6 шпилек, то это означает, что измерено 100 метров. В этом случае следует передача 5 шпилек переднему мерщику и измерения продолжают. У конца линии по ленте отсчитывается остаток, т.е. расстояние от последней шпильки до конца линии. При измерении остатка необходимо проверить, чтобы нулевой штрих ленты был сзади, т.е. у заднего мерщика. Кроме того, следует быть внимательным при фиксировании цифр 6 и 9, обращая внимание на соседние цифры.

Каждая линия измеряется два раза в прямом и обратном направлениях. Расхождение в полученных значениях длин линий не должно превышать 1/1500 длины для средних условий измерений. В случае недопустимого расхождения линия измеряется еще раз и неверный результат отбраковывается [1].

### **Измерение расстояний нитяным дальномером**

Для измерения длины линии местности нужно навести перекрестье сетки нитей трубы на отчет нивелирной рейки, соответствующий высоте инструмента. Расстояние до рейки в метрах равно числу сантиметровых делений между дальномерными штрихами (два коротких штриха) сетки нитей.

Для большей точности вводится коэффициент дальномера теодолита, и тогда длина линии местности определяются по формуле

$$d = k \cdot n,$$

где  $k$  - коэффициент дальномера;

$n$  - число делений нивелирной рейки, видимых в трубу между дальномерными штрихами.

Для определения коэффициента дальномера на горизонтальном участке местности от закрепленной точки откладывают мерной лентой отрезки длиной 20 и 60 м. Установив теодолит над исходной точкой, последовательно устанавливают рейку в конце каждого отрезка и берут отсчеты  $n$  между дальномерными нитями. Для каждого отсчета определяется коэффициент дальномера по формуле  $k = d/n$  и из полученных значений берется среднее. Обычно  $k = 100$ . Тогда при определении расстояний местности число сантиметров, находящихся между дальномерными нитями, выразит искомое расстояние в метрах [1].

### 3.3. Определение превышений между точками местности методом геометрического нивелирования

Превышения между точками местности чаще всего определяют методом геометрического нивелирования способом «из середины».

Нивелир устанавливают на равном расстоянии от двух точек (не обязательно на одной линии с ними), а в точках строго вертикально устанавливают нивелирные рейки, по которым выполняют реечные отсчеты. Задняя рейка – это первая рейка, по которой выполняется реечный отсчет (З). Передняя рейка – это вторая рейка (П). По каждой рейке выполняется два отсчета: по черной стороне (Ч) и по красной (К). Контролем правильности взятия отсчетов служит разность К и Ч отсчетов, равная пятке рейки (П). Пятка рейки – число, соответствующее началу красной шкалы рейки.

$$К - Ч = П (\pm 5\text{мм}).$$

На станции вычисляют превышение как разность заднего и переднего отсчетов.

$$h = З - П.$$

Так как по каждой рейке выполняют два отсчета Ч и К, то и превышений получают два  $h_{\text{ч}}$  и  $h_{\text{к}}$ :

$$h_{\text{ч}} = З_{\text{ч}} - П_{\text{ч}},$$

$$h_{\text{к}} = З_{\text{к}} - П_{\text{к}}.$$

Из двух превышений вычисляют среднее  $h_{\text{ср}}$ , как среднее арифметическое:

$$h_{\text{ср}} = (h_{\text{ч}} + h_{\text{к}})/2.$$

Установка нивелира на станции производится по круглому уровню с помощью подъемных винтов. Рейки устанавливаются в отвесное положение на глаз; при отсчетах, больших 1000 мм, рекомендуется покачивать рейки в плоскости визирования, беря при этом минимальные отсчеты. Перед взятием отсчета по рейке пузырёк цилиндрического уровня следует тщательно выводить в нуль-пункт с помощью элевационного винта. На связующих точках отсчеты берутся по чёрной и красной сторонам рейки с точностью до 1 мм, на промежуточных – только по чёрной стороне. Расхождения в превышениях на станции, вычисленных из отсчетов по чёрным и красным сторонам реек, не должны превышать 10 мм [2].

Результаты измерений записывают в полевой журнал (табл. 3).

Таблица 3

## Журнал нивелирования

Номера станций	Номера реечных точек	Отсчеты по рейке, мм			Превышения, мм (±) h=3-Π		Высоты, Н, м	Номера реечных точек
		задний З	передний Π	промежуточный Πр	h <sub>ч</sub> h <sub>к</sub>	h <sub>ср</sub>		
1	1	1058	1661		-603	-603	160,440	1
	2	5842	6445		-603		159,837	2
		4784	4784					
2	2	1458	1353		+105	+104	159,837	2
	3	6240	6138		+102		159,941	3
		4782	4785					

## **4. УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТ**

### **4.1. Создание планово-высотной геодезической сети (геодезического обоснования) строительной площадки**

#### **Подготовительные работы**

Изучить правила техники безопасности и охраны окружающей среды. Выполнить поверку теодолитов и нивелиров, прокомпарировать ленты и рулетки.

#### **Полевые работы**

##### **Рекогносцировка и закрепление пунктов геодезической сети**

Рекогносцировка и закрепление пунктов геодезической сети производится бригадой в полном составе под руководством преподавателя, который указывает границы участка съёмки, исходные геодезические пункты и условия прокладки теодолитных ходов. Пункты геодезической сети выбираются с расчётом, чтобы было обеспечено удобство установки прибора на станции и выполнения угловых и линейных измерений. Длины сторон должны быть не более 250 м и не менее 10 м, предельная длина ходов – 2500 м; углы наклона линий не должны превышать  $5^\circ$ . В результате рекогносцировки составляют схему сети теодолитных ходов, которая прилагается к отчёту.

Пункты геодезической сети закрепляют на местности деревянными колышками, забиваемыми вровень с поверхностью земли; центр обозначается гвоздём, забиваемым в торец колышка. В 20-30 см от точки забивают сторожок, на котором подписывают номер бригады, номер пункта и дату его закладки [2].

##### **Измерение углов и длин сторон теодолитного хода при создании плановой геодезической сети**

Для создания плановой геодезической сети прокладывают теодолитный ход, в котором измеряются правые по ходу горизонтальные углы при обходе полигона по часовой стрелке. Для этого зрительную трубу теодолита наводят сначала на заднюю, а затем на переднюю веху и из отсчета на заднюю веху вычитают отсчет на переднюю. Наведение делается на нижнюю часть вехи. При небольших расстояниях вместо вехи удобнее использовать шпильку. Каждый угол измеряется двумя полуприёмами. Расхождение в углах между полуприёмами не должно превышать двойной точности отсчета. При большом расхождении запись в журнале аккуратно зачеркивается, лимб смещается на произвольное число градусов и измерения повторяются.

На пункте опорной геодезической сети (исходном пункте) кроме внутреннего угла  $\beta_1$  (рис. 4, а, б) измеряются примычные углы  $\beta_1'$ ,  $\beta_1$  также полным

приемом каждый. Контролем измерений будет являться сходимость  $\beta_1 + \beta_1' + \beta_1'' = 360$  (рис. 4, а) или  $\beta_1' + \beta_1'' = \beta_1$  (рис. 4, б).

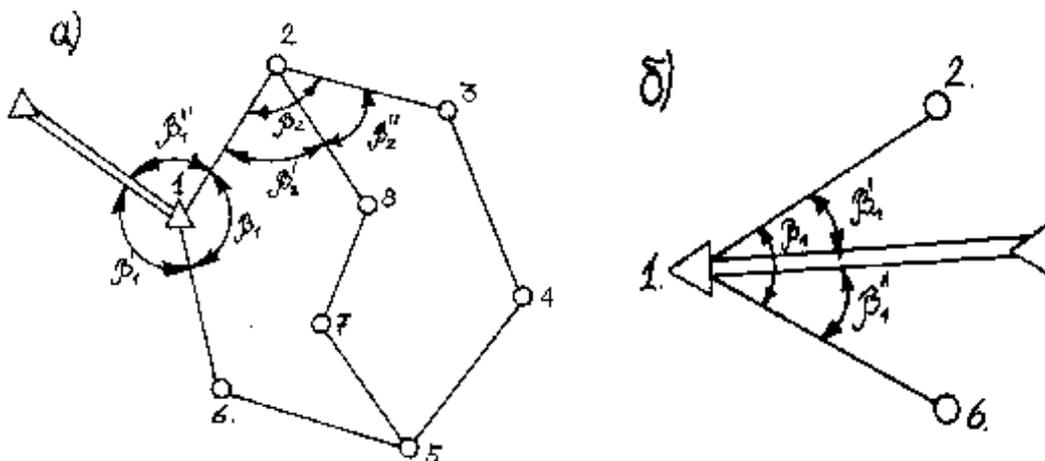


Рис. 4. Измерение углов теодолитного хода

Допустимое отклонение определяется по формуле

$$f_{\beta_{пред.}} = 1' \sqrt{n}.$$

В примычных точках диагонального хода (точки 2 и 5 на рис. 4, а) кроме внутреннего угла основного хода измеряются также правый и левый углы ( $\beta_2'$  и  $\beta_2''$ ) с контролем по сходимости суммы этих двух углов с внутренним углом ( $\beta_2$ ).

Параллельно с измерением горизонтальных углов измеряются стороны теодолитных ходов. Измерения производятся стальной 20-метровой лентой или рулеткой в прямом и обратном направлениях. Расхождение прямого и обратного значения длин линий не должно превышать 1/1500 при средних условиях измерений.

Для определения горизонтальных проекций линий измеряются углы наклона каждой линии. Измерение угла наклона производится при положении вертикального круга слева от трубы (КЛ) путём наведения зрительной трубы на метку, соответствующую высоте прибора и сделанную на вехе или рейке, устанавливаемой в конце линии. Угол наклона линии рассчитывают по формуле

$$v = \text{КЛ} - \text{МО}.$$

### Определение превышений между пунктами высотной геодезической сети

При создании высотной геодезической сети прокладывают нивелирный ход и определяют превышения между пунктами методом геометрического нивелирования. Для этого измеряют расстояния между точками хода и находят

середины. Затем в эту срединную точку устанавливают нивелир и берут отсчёты по чёрной и красной сторонам рейки на заднюю и переднюю точки хода. Тут же, на станции, выполняется «пяточный» контроль. В случае ошибки измерения следует повторить. Превышение между точками находится по формуле

$$h = З - П.$$

Если известно горизонтальное проложение линии  $d$  между точками хода, то превышение может быть вычислено по формуле

$$h = d \cdot \operatorname{tg} \nu.$$

Превышения определяются в прямом и обратном направлениях. Прямое и обратное превышения не должны отличаться по абсолютной величине более чем на  $0,04D$  см, где  $D$  - длина линии в сотнях метров. Результаты измерений заносятся в журнал нивелирования.

### **Камеральные работы**

Камеральные работы складываются из вычислений и графических построений. В результате вычислений определяют плановые координаты ( $X$ ,  $Y$ ) и отметки ( $H$ ) пунктов планово-высотной геодезической сети (геодезического обоснования); конечной целью графических построений является получение плана геодезического обоснования.

Камеральную обработку результатов измерений начинают с проверки и обработки полевых журналов. Повторно выполняют все вычисления, сделанные в поле, и выводят средние значения измеренных углов (с округлением  $0,1'$ ) и длин сторон (до  $0,01$  м). На схему теодолитных ходов, ориентированную по сторонам света, выписывают средние значения горизонтальных углов и горизонтальные длины сторон. На схему также наносят пункты геодезической сети, к которым осуществлялась привязка теодолитных ходов, координаты исходных пунктов и дирекционные углы исходных сторон (прил. 3).

### **Вычисление координат пунктов плановой геодезической сети**

Вычисление координат пунктов плановой геодезической сети выполняют в ведомости координат (прил. 4). Из теодолитного журнала в графу 2 ведомости выписывают измеренные углы замкнутого хода и подсчитывают угловую невязку  $f_{\text{по}}$  формуле

$$f_{\beta} = \sum \beta_{\text{изм.}} - 180^{\circ}(n-2).$$

Полученную невязку сравнивают с допустимой  $f_{\text{доп}} = \pm 1' \sqrt{n}$ , где  $n$  - число углов хода. Если полученная невязка меньше или равна предельной, то её распределяют поровну на все углы с противоположным знаком, округляя до 0,1'. В противном случае углы должны быть измерены заново. Сумма исправленных углов должна быть точно равна теоретической сумме.

По данным привязки вычисляют дирекционный угол начальной стороны хода. Дирекционные углы последующих сторон вычисляются по формуле

$$\alpha_i = \alpha_{i-1} + 180^\circ - \beta_{\text{испр.}}$$

т.е. дирекционный угол линии последующей равен дирекционному углу линии предыдущей плюс  $180^\circ$  и минус правый угол, заключенный между этими сторонами. Контролем правильности вычислений будет являться получение в конце вычислений дирекционного угла исходной стороны.

Горизонтальные проложения сторон хода  $d$  вычисляются по формуле

$$d = D \cdot \cos v.$$

Приращения координат (графы 8 и 10) вычисляются по формулам

$$\Delta x = d \cdot \cos \alpha; \Delta y = d \cdot \sin \alpha.$$

Невязки в приращениях координат для замкнутого хода находятся по формулам

$$f_x = \sum \Delta x; f_y = \sum \Delta y.$$

Для определения допустимости невязок подсчитывают абсолютную невязку  $f_{\text{абс}}$  хода

$$f_{\text{абс}} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$$

и относительную невязку  $f_{\text{отн}} = \frac{f_{\text{абс}}}{\sum d}$ , которая должна быть меньше 1/2000.

Если полученные невязки допустимы, то они распределяются между приращениями пропорционально длинам сторон с противоположным знаком с округлением до 0,01 м. Поправки в приращения вычисляются по формулам

$$V_{\Delta x} = -\frac{f_x}{\Delta x_i} \cdot d_i \quad \text{и} \quad V_{\Delta y} = -\frac{f_y}{\Delta y_i} \cdot d_i$$

Сумма поправок должна быть равна невязке с противоположным знаком, а сумма исправленных приращений должна равняться нулю.

По координатам исходного пункта, полученным в результате привязки хода к опорной геодезической сети, и исправленным приращениям координат определяют координаты всех пунктов по формулам

$$X_{\text{посл}} = X_{\text{пред}} + \Delta X_{\text{испр}}; \quad Y_{\text{посл}} = Y_{\text{пред}} + \Delta Y_{\text{испр}}.$$

Контролем правильности вычисления координат является получение в конце вычислений координат исходного пункта.

### **Вычисление высот (отметок) пунктов высотной геодезической сети**

Вычисление высот пунктов высотной геодезической сети выполняют в журнале технического нивелирования (прилож.6), в котором во время полевых работ были записаны отчеты по рейке и вычислены контрольные «пятки» реек.

$$h = 3 - П.$$

Обработку журнала выполняют в следующей последовательности:

1. Контролируют взятие отсчетов по рейкам (выполняют в поле). Отсчет по красной стороне рейки - отсчет по черной стороне =  $4785 \pm 5$  мм (начало отсчета по красной стороне).
2. Вычисляют превышения ( $h=3-П$ ) по отсчетам, снятым по черной и красной сторонам реек. Расхождение между  $h_{\text{черн}}$  и  $h_{\text{крас}}$  не должно превышать  $\pm 5$  мм.
3. Вычисляют  $h_{\text{ср}} = \frac{h_{\text{чер}} + h_{\text{кр}}}{2}$ .
4. После подсчета превышений между всеми связующими точками на каждой странице журнала выполняют постраничный контроль по формуле

$$\frac{\sum 3 - \sum П}{2} = \frac{\sum(+h) + \sum(-h)}{2} = \sum(h_{\text{ср}}) + \sum(-h_{\text{ср}}),$$

где  $\sum 3$  - сумма отсчетов по задней рейке,  $\sum П$  - сумма отсчетов по передней рейке.

Постраничный контроль позволяет выявить ошибки, сделанные при вычислении превышений. Пример выполнения постраничного контроля приведен в журнале геометрического нивелирования.

5. Производят увязку средних превышений ( $h_{\text{ср}}$ ). Для этого находят невязку  $f_h$  по формуле (для разомкнутого хода)

$$f_h = \sum h_{\text{ср}} - (H_{\text{Рп2}} - H_{\text{Рп1}}) \text{ мм},$$

Для замкнутого нивелирного хода невязка  $f_h$  вычисляется по формуле

$$f_h = \sum h_{\text{ср}}.$$

Вычисляют допустимую невязку  $f_{h\text{доп}}$  по формуле

$$f_{h\text{доп}} = \pm 50 \text{ мм} \sqrt{L},$$

где  $L$  - длина хода в км.

6. При выполнении условия  $f_h \leq f_{h\text{доп}}$  невязку  $f_h$  распределяют с обратным знаком между средними превышениями (вводится поправка) с округлением до целого миллиметра. Контролем распределения является равенство,  $\sum V_h = f_h$ , где  $V_h$  - поправка в средние превышения.
7. Вычисляют исправленные превышения по формуле

$$h_{\text{ср}}^{\text{исп}} = h_{\text{ср}} + v.$$

8. Вычисляют отметки опорных точек по формуле

$$H_{\text{посл}} = H_{\text{пред}} + (\pm h_{\text{ср}}^{\text{исп}}).$$

Контролем правильности вычисления высот является получение в конце вычислений высоты исходного пункта.

### **Построение плана геодезического обоснования**

Графические работы включают построение координатной сетки, нанесение пунктов геодезического обоснования на план с его последующим оформлением.

Построение координатной сетки со сторонами  $10 \times 10$  см для плана масштаба 1:500 выполняется линейкой Дробышева на листе ватмана формата А1. При правильном построении сетки  $5 \times 5$  квадратов вершины малых квадратов долж-

ны лежать на диагоналях большого квадрата либо линиях, параллельных им. Расхождения между диагоналями малых квадратов не должны превышать 0,2 мм. При несоблюдении указанных условий сетку квадратов следует построить заново.

Цифровые подписи линий координатной сетки по осям  $X$  и  $Y$  должны быть кратными длине стороны квадрата, т.е. 50 м (0,05 км). При оцифровке сетки следует помнить, что значения абсцисс возрастают снизу вверх, а ординат – слева направо.

Нанесение на план пунктов геодезического обоснования следует выполнять по их вычисленным координатам с помощью циркуля-измерителя и поперечного масштаба. Правильность нанесения на план пунктов теодолитного хода необходимо проверить по длинам сторон (расхождение измеренных на плане расстояний между точками хода и горизонтальными проекциями соответствующих линий местности не должно превышать 0,2 мм, по горизонтальным углам и дирекционным углам сторон).

Рядом с пунктом геодезического обоснования подписывается его номер и высота (отметка).

Выполнение зарамочного оформления и вычерчивание плана тушью необходимо производить со строгим соблюдением правил топографического черчения.

Оформляется соответствующий раздел отчета [1].

## **4.2. Геодезическая подготовка проекта к выносу и вынос проекта в натуру**

### **Подготовительные работы**

Изучить правила техники безопасности и охраны окружающей среды. Выполнить поверку теодолитов и нивелиров, прокомпарировать ленты и рулетки. Получить задание.

### **Полевые работы**

#### **Вынос проекта в натуру**

Вынос проекта в натуру выполняется от закрепленных на местности пунктов геодезического обоснования. Каждая вершина проектного сооружения выносится по разбивочным элементам с двух пунктов геодезического обоснования.

Обычно используют способ полярных координат. Установив и отцентрировав теодолит над пунктом геодезического обоснования, ориентируют лимб нулем на соседний пункт. Поворачивают зрительную трубу на необходимый угол (согласно разбивочной схеме) и в створе визирной оси откладывают лен-

той или рулеткой нужное расстояние. Закрепляют вершину кольшком. Последовательно выносятся все вершины проектного сооружения.

После этого делается исполнительная съемка: измеряются длины сторон и внутренние углы сооружения по вынесенным осям. Фактические параметры должны соответствовать проектным (допускаются небольшие отклонения). Заключительным этапом полевых работ является закрепление разбивочных осей проектного сооружения на местности.

### **Камеральные работы.**

Камеральные работы разделяются на две части. Первая часть предшествует полевым работам. Это подготовительные расчеты, необходимые для выноса проекта в натуру.

Вторая часть выполняется по окончании полевых работ и включает в себя исполнительные схемы вынесенных на местность вершин и осей проектного сооружения (прил. 12).

### **Геодезическая подготовка проекта к выносу**

Геодезическая подготовка проекта к выносу производится на основе плана геодезического обоснования, выполненного бригадой. На плане размещается здание прямоугольной формы заданного размера и обозначаются разбивочные оси. Необходимо определить по плану графические координаты и вычислить проектные координаты вершин сооружения. Затем нужно построить на плане проектный контур сооружения по проектным координатам, который должен совпасть с предварительным контуром с точностью до 1-2 мм.

Далее следует рассчитать разбивочные элементы ( $\alpha$  и  $d$ ) для каждой вершины сооружения решением обратных геодезических задач по проектным координатам его вершин и координатам геодезических пунктов. Рассчитывается румб направления нужной линии через разность координат ее начала и конца:

$$r = \operatorname{arctg} \frac{\Delta y}{\Delta x}.$$

По знакам приращений координат определяю четверть, где находится румб  $r$ , и по соответствующей формуле рассчитывается дирекционный угол  $\alpha$  данного направления.

Горизонтальное проложение линии  $d$  определяют по любой из формул:

$$d = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}; \quad d = \frac{\Delta x}{\cos r}; \quad d = \frac{\Delta y}{\sin r}.$$

Все расчеты выписываются в таблицы, и составляется разбивочный чертеж (прил. 11), на котором показываются все необходимые для разбивок данные.

После проверки расчетов руководитель практики разрешает приступить к выносу проекта в натуру.

По результатам исполнительной съёмки вычерчиваются исполнительные схемы вершин и разбивочных осей проектного сооружения и их закрепления на местности.

Оформляется соответствующий раздел отчета [1].

### **4.3. Продольно-поперечное нивелирование и проектирование трассы линейного сооружения**

#### **Подготовительные работы**

Изучить правила техники безопасности и охраны окружающей среды. Выполнить поверку теодолитов и нивелиров, прокомпарировать ленты и рулетки. Получить задание.

#### **Полевые работы**

##### **Рекогносцировка и разбивка пикетажа**

Начало и направление трассы, вершины углов поворота и протяженность трассы задаются бригаде руководителем практики в процессе рекогносцировки местности. Нивелирный ход, как правило, должен быть разомкнутым, иметь два угла поворота и 2-3 поперечника.

Начало, вершины углов поворота и конец трассы закрепляют кольями. В вершинах углов поворота теодолитом измеряют правые по ходу горизонтальные углы одним полным приёмом. При необходимости одновременно с измерением горизонтальных углов следует произвести вешение линий между вершинами углов поворота.

Разбивка пикетов выполняется через каждые 100 м 20-метровой мерной лентой в одном направлении с контролем по нитяному дальномеру. Пикет ПК0 соответствует началу трассы. Пикеты закрепляют деревянными кольшками, забиваемыми вровень с землёй; в 5-10 см справа от пикета по ходу трассы забивается сторожок, на котором подписывают номер бригады и номер пикета (например, Бр. №5/ПК 4).

Характерные точки перегиба скатов, а также точки пересечения трассы с естественными препятствиями (овраги, ручьи и т.п.) и инженерными сооружениями (дорогами, подземными и наземными коммуникациями) отмечают «плюсовыми» точками. «Плюсовые точки» закрепляются сторожками, на кото-

рых указывают расстояние от заднего (младшего) пикета (например, ПК 4 + 32,48).

В характерных местах рельефа перпендикулярно к направлению трассы разбивают поперечные профили длиной по 20 м в обе стороны от трассы. На поперечных профилях закрепляются деревянными колышками характерные точки рельефа; на колышках подписываются пикетажные обозначения точек (например,  $\frac{ПК5 + 23,56}{Л15,7}$ ) [1].

### **Разбивка кривых на трассе**

В каждой вершине угла порота по измеренному горизонтальному углу вычисляют угол поворота трассы. По углу  $Q$  и радиусу кривой  $R$ , задаваемому руководителем практики, вычисляются элементы закруглений: тангенс  $T$ , кривая  $K$ , биссектриса  $B$  и домер  $D$ . По вычисленным элементам кривой на местности выносят главные точки кривой НК, КК и СК, которые закрепляются колышками со сторожками. Далее выполняется расчёт пикетажных обозначений главных точек кривой с обязательным контролем.

Вынос пикетов с тангенсов на кривую выполняется способом прямоугольных координат. Детальная разбивка кривой производится также способом прямоугольных координат; при этом дополнительные точки на кривой закрепляются через каждые 10 м.

Все расчёты элементов кривой, пикетажных обозначений главных точек кривой, исходных данных для выноса пикетов на кривую и детальной разбивки кривой выполняются с помощью микрокалькуляторов непосредственно в поле. Дальнейшая разбивка пикетажа допускается только после завершения расчётов, закрепления на местности главных точек и пикетов, детальной разбивки кривой на каждой вершине угла поворота и выноса пикетов на кривую.

### **Съёмка полосы местности**

Съемка полосы местности по обе стороны от оси трассы на отстоянии 20 м рекомендуется выполнять способом перпендикуляров (ординат) одновременно с разбивкой пикетажа. Перпендикуляры из характерных точек контуров восстанавливают к оси трассы с помощью угломерных приборов, их длины измеряют рулеткой.

В процессе разбивки трассы и контурной съёмки полосы местности в обязательном порядке ведётся пикетажный журнал в масштабе 1:1000 (прил. 16). Для удобства ведения записей журнал изготавливается в виде полосы миллиметровой бумаги шириной 10 см. В пикетажный журнал заносится ось трассы в виде прямой линии, показывается расположение пикетов, плюсовых точек, точек на поперечниках, вершин углов поворота и их обозначения с элементами кривых, характерных точек ситуации, даются необходимые размеры, получен-

ные в результате съёмки, с пояснительными записями; повороты трассы показываются стрелками.

### **Нивелирование трассы**

Начало трассы (ПК 0) привязывается к ближайшему реперу нивелирной сети или к условному реперу по указанию преподавателя. Нивелирование трассы производят поверенным нивелиром и двухсторонними рейками способом из середины. Расстояние от нивелира до реек принимается в среднем равным 50 м. В нивелирный ход включаются все пикеты, плюсовые точки, точки поперечников.

Установка нивелира на станции производится по круглому уровню. Рейки устанавливаются в отвесное положение на глаз; при отсчётах, больших 1000 мм, рекомендуется покачивать рейки в плоскости визирования, принимая при этом минимальные отсчёты. Перед взятием отсчёта по рейке пузырёк цилиндрического уровня следует тщательно выводить в нуль-пункт с помощью элевационного винта. На связующих точках отсчёты берутся по чёрной и красной сторонам рейки с точностью до 1 мм, на промежуточных – только по чёрной стороне. Расхождения в превышениях на станции, вычисленных из отсчётов по чёрным и красным сторонам реек, не должны превышать 5 мм.

Если нивелирный ход опирается на одну опорную точку с известной абсолютной меткой, то нивелирование трассы выполняется в прямом и обратном направлениях. В прямом ходе нивелируют все связующие и промежуточные точки, а в обратном – только связующие. Разница в превышениях между одноимёнными связующими точками, определённых из прямого и обратного ходов, не должна превышать 5 мм.

### **Камеральные работы**

Камеральные работы включают обработку журнала нивелирования, построение профиля трассы и построение проектной линии на профиле.

В полевом журнале проверяют все записи и вычисления, сделанные в поле, и выполняют постраничный контроль. Расчёт средних превышений и отметок точек производится с точностью до 1 мм.

Допустимая высотная невязка хода определяется по формуле

$$f_{h_{доп.}} = \pm 50 \text{ мм} \sqrt{L},$$

где  $L$  – длина хода в км.

Отметки связующих точек вычисляются через превышения, а промежуточных – через горизонт инструмента ГИ по формуле соответственно

$$\begin{aligned} \text{ГИ} &= H_3 + 3, \\ H_c &= \text{ГИ} - C, \end{aligned}$$

где  $H_c$  – отметка промежуточной точки,  $C$  – отчет на промежуточную точку.

### Разбивка круговой кривой с расчетом основных элементов кривой

При строительстве линейных сооружений, в местах поворота трассы, возникает необходимость разбивки на местности круговых кривых.

Разбивка кривой начинается с разбивки главных точек, т.е. начала кривой  $A$ , конца кривой  $C$  и середины кривой  $M$  (рис. 5, а).

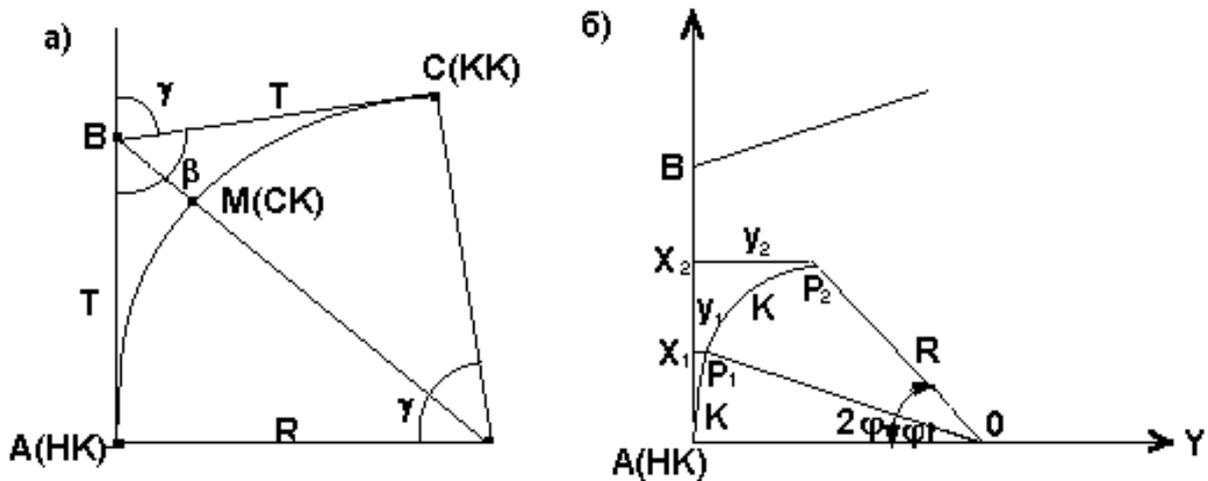


Рис. 5. Разбивка круговой кривой

Для получения этих точек необходимо знать угол поворота  $\gamma = 180^\circ - \beta$  и радиус кривой  $R$ . Угол  $\beta$  измеряется теодолитом,  $R$  задается техническим нормативам. Разбивочными элементами для разбивки главных точек будут являться отрезки  $AB = BC = T$ , называемые тангенсом, длина кривой  $AMC = K$  и биссектриса  $BM = B$ . Эти элементы могут быть получены по формулам:

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2},$$

$$B = R \cdot \left[ \operatorname{Sec} \frac{\gamma}{2} - 1 \right],$$

$$K = \frac{\pi R}{180^\circ} \cdot \gamma.$$

Рассчитанные элементы кривой заносят в ведомость прямых и кривых (прил. 15).

Последовательность обработки ведомости прямых и кривых приведено в [6].

На углах поворота (ВУ) производят подготовку к детальной разбивке круговой кривой способом прямоугольных координат, т.е. находят положение ее промежуточных точек с интервалом равным  $k$ . Выбор интервала между промежуточными точками должен обеспечить необходимую кривизну.

При определении прямоугольных координат за ось  $X$  принимается ось тангенсов, а за ось  $Y$  – перпендикуляр к оси тангенсов. За начало системы координат принимается НК для  $\frac{1}{2} K$  и КК для второй половины кривой (рис. 6).

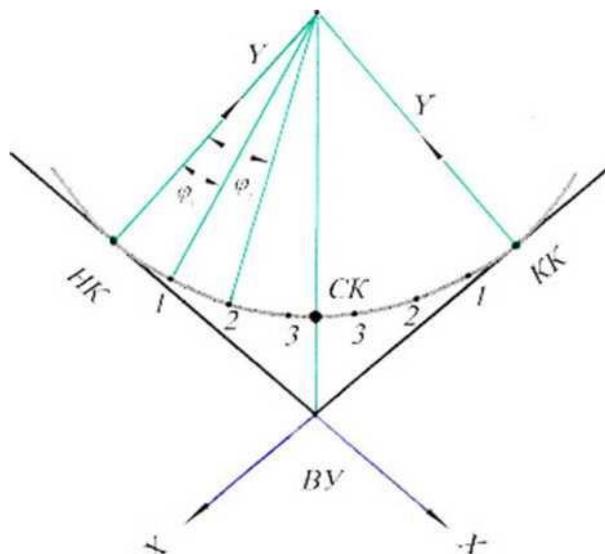


Рис. 6. Система прямоугольных координат

Порядок вычисления координат промежуточных точек:

1. Вычисляют центральные углы  $\varphi_i$  по формуле  $\varphi_i = \frac{k_i \cdot 180^\circ}{R \cdot \pi}$
2. Вычисляют координаты промежуточных точек по формулам

$$X_i = R \cdot \sin \varphi_i,$$

$$Y_i = R \cdot (1 - \cos \varphi_i).$$

В табл. 4 показаны расчеты и координаты для промежуточных точек круговой кривой  $P_1$  и  $P_2$  (рис. 5).

Таблица 4

Детальная разбивка кривой при  $R = 100$  м и  $K = 10$  м

Точки кривой	Расстояние точек от НК и КК, м	x, м	y, м
$P_1$	10	9.98	0.50
$P_2$	20	19.87	1.99

Детальная разбивка кривой на местности производится в последовательности:

1. Выносят НК и КК. Для этого с помощью рулетки (безотражательного дальномера) откладывают от ВУ по направлениям к  $H_{тр}$  и  $K_{тр}$  тангенсы и закрепляют колышками.

2. Откладывают от НК (КК) в направлении к вершине угла (ВУ) координаты  $X_i$  в соответствии с интервалом  $k_i$ , восстанавливают координаты  $Y_i$ .

3. Точки кривой закрепляют.

Совокупность закрепленных точек на местности обозначают круговую кривую.

Так как разбивка пикетажа ведется по кривой, то координаты пикетов, лежащих на кривой, рассчитывают по приведенным выше формулам.

В этом случае за  $k$  принимается расстояние от НК (КК) до последующего пикета и расстояние между последующими пикетами как сумма  $k_1 + 100$  м (рис. 7).

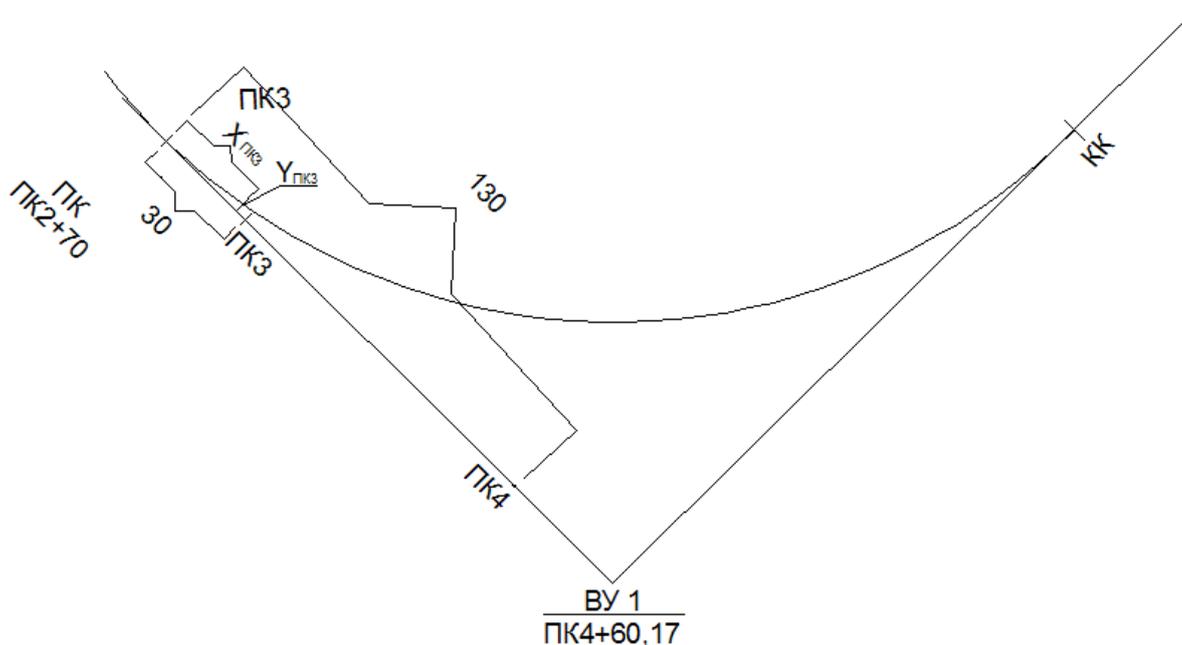


Рис. 7. Вынос ПК на кривую

Вычисление координат для выноса пикетов на кривую приведено в табл. 5.

Таблица 5

Расчет координат пикетов на кривой

Номера пикетов	Длина дуги (от НК или КК), $k_{ПК}$ , м	$R$ , м	$\varphi_{ПК}$	$X_{ПК}$	$k-X_{ПК}$	$Y_{ПК}$
<u>ВУ 1</u>						
3	30,00	350	4,91	29,96	0,40	1,28
4	130,00	350	21,28	127,02	2,98	23,86
5	18,40	350	3,01	18,39	0,01	19,83
6	118,40	350	19,38	116,14	2,26	

## Построение продольно - поперечного профиля и проектирование трассы линейного сооружения

Построение профиля трассы выполняется на листе миллиметровой бумаги в масштабах: горизонтальном – 1:2000, вертикальном – 1:200; масштаб поперечных профилей – 1:500. Выбирается условный горизонт. Для построения профилей используются данные журнала нивелирования прямого хода (отметки пикетов и плюсовых точек), пикетажного журнала и ведомости углов поворота прямых и кривых.

Поперечные профили строят выше продольного профиля над теми точками трассы, от которых они разбиты на местности. После построения профиля приступают к проектированию трассы линейного сооружения.

А. Рассмотрим пример проектирования трассы самотечного трубопровода.

Проектирование заключается в проведении проектной линии трубопровода и вычислении отметок верха трубы. При этом необходимо соблюдать следующие правила: уклоны проектной линии трубопровода должны быть в одном направлении, при этом проектный уклон не должен быть меньше минимально допустимого уклона; глубина заложения труб должна быть минимальной, но не меньше глубины промерзания грунта; в местах изменения направлений и уклонов трассы, а также на равных участках через 100 метров проектируют смотровые колодцы.

Проектирование начинается с нанесения на профиль начальной глубины заложения трубы (глубина промерзания грунта), затем рассчитывается конечная отметка линии заданного уклона. Все проектные отметки рассчитывают по формуле

$$H_k = H_n + i \times L,$$

где  $H_n$  – проектная отметка начальной точки линии данного уклона  $i$ ;

$H_k$  – проектная отметка любой точки этой линии;

$L$  – расстояние от начальной точки уклона до определяемой точки.

Проектный уклон на некоторых участках трассы рассчитывают по формуле

$$i = (H_k - H_n) / L.$$

Затем рассчитывают глубину заложения трубы (рабочую отметку) на каждом пикете и плюсовой точке:

$$h_{\text{раб}} = H_{\text{абс}} - H_{\text{проект.}}$$

Рабочие отметки подписывают синим цветом над линией трубопровода. Отметки земли и проектные отметки записывают в соответствующие графы с округлением до 1 см. Все линии и подписи, относящиеся к проектной части профиля, выполняются красным цветом.

Б. Рассмотрим пример проектирования трассы автомобильной дороги. При проектировании дорог ставятся требования соблюдения предельно допустимых уклонов, минимальных объемов земляных работ при их нулевом балансе.

После графического задания проектной линии ее уклон  $u$  вычисляется по начальной  $H_{нач.}$  и конечной  $H_{кон.}$  отметкам линии, взятым с профиля, и расстоянию  $d$  между точками с этими отметками:

$$u = \frac{H_{кон} - H_{нач}}{d}.$$

Полученный уклон округляется до 3-го знака после запятой и по этому значению уклона вычисляют проектные отметки пикетных и плюсовых точек по формуле

$$H_{k+1} = H_k + u \cdot d,$$

где  $H_k, H_{k+1}$  – отметки предыдущей и последующих точек;

$d$  – расстояние между этими точками.

При большой протяженности линейного объекта проектная линия может состоять из нескольких отрезков неодинаковой длины и с разными уклонами.

Вычисленные проектные отметки округляют до 0,01 метра и записывают в соответствующую графу. Рабочие отметки, характеризующие высоту насыпи и глубину выемки на пикете или плюсовой точке, получают, вычитая из проектной отметки фактическую.

Положительные рабочие отметки соответствуют насыпи. Их записывают над проектной линией. Отрицательные рабочие отметки (выемка) записывают ниже проектной линии. Знаки плюс и минус у рабочих отметок не ставятся.

Пересечение проектной линии с линией профиля – точка нулевых работ; она определяется расстоянием  $x$  от предыдущего пикета (пикета с меньшим номером) до этой точки по формуле

$$x = \frac{|a|}{|a| + |b|} \cdot d,$$

где  $a$  – рабочая отметка на предыдущей точке профиля,

$b$  – рабочая отметка на последующей точке профиля,

$d$  – расстояние между точками с отметками  $a$  и  $b$ , определяемое по профилю.

Величина  $x$  округляется до 0,01 метра. Её записывают слева от пунктирной линии, опущенной из точки нулевых работ до линии условного горизонта, справа от этой линии записывают дополнение  $x$  до 100 метров.

Оформляется соответствующий раздел отчета [2].

#### 4.4. Нивелирование поверхности с элементами вертикальной планировки

##### Построение сетки квадратов на местности

Построение сетки квадратов на местности выполняется теодолитом и лентой. Стороны квадратов в зависимости от масштаба съемки и рельефа местности принимают равными 10, 20, 40 и более метров. В нашем примере рассмотрен вариант разбивки 25 квадратов со сторонами 20 м (рис. 16).

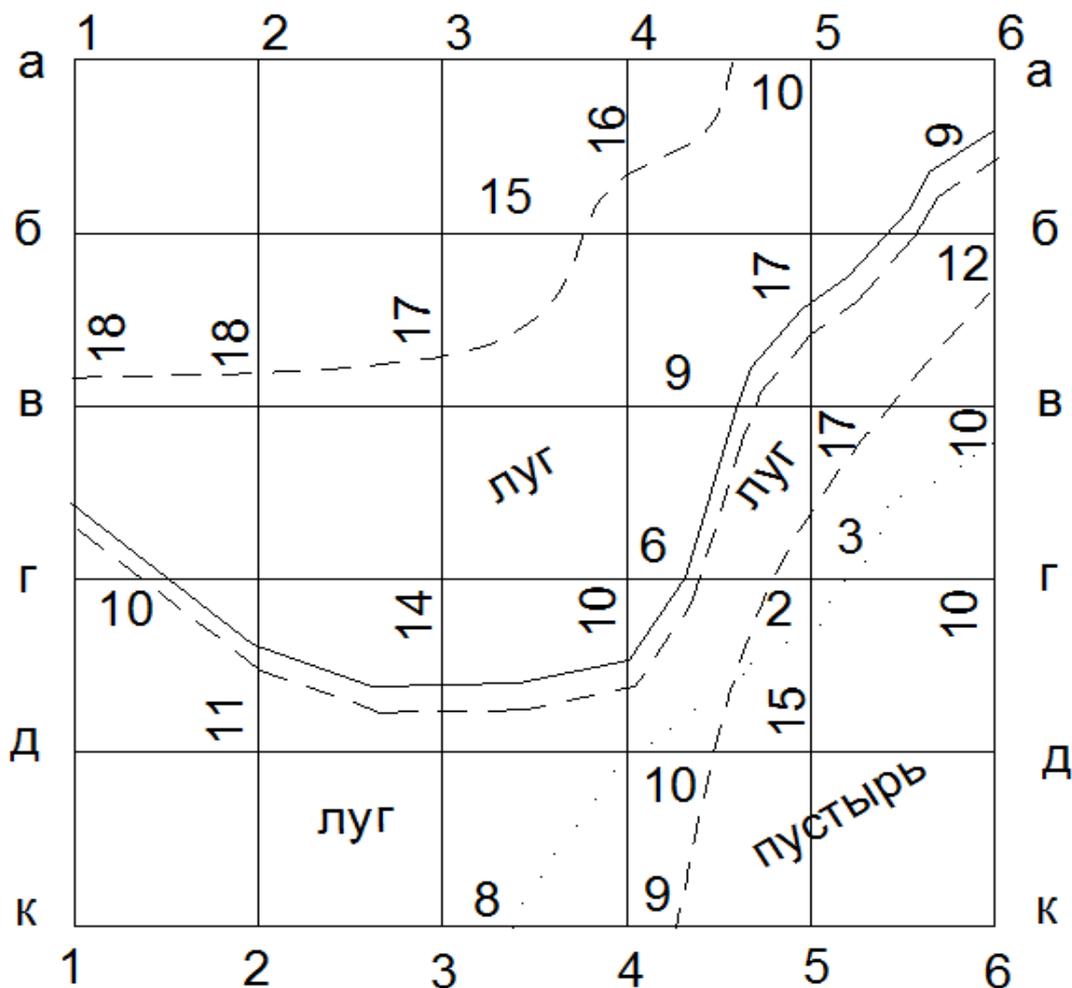


Рис. 16. Полевой абрис разбивки квадратов и съемки ситуации

Выбрав за начальное направление линию  $a/1 - a/6$ , через 20 м в ее створе закрепляют вершины, соответствующие точкам  $a/1, a/2, a/3, a/4, a/5, a/6$ . В угловых точках  $a/1$  и  $a/6$  строят прямые углы (см. задачу «Построение проектного угла») и откладывают отрезки  $a/1 - к/1$  и  $a/6 - к/6$ , закрепляют угловые точки  $к/1$  и  $к/6$ . Для контроля измеряют сторону  $к/1 - к/6$  и если ее длина не отличается от проектной более чем на 1:2000 ( $<5$  см на 100 м), то выполняют разбивку точек  $б/1, б/6, в/1, в/6, г/1, г/6, д/1, д/6$  и вешением в соответствующих створах точек  $б/2, б/3, б/4, б/5; в/2, в/3, в/4, в/5$  и т.д.

Колышки забивают в открытой местности вровень с поверхностью земли, рядом забивают колышки – «сторожки», на которых подписывают их обозначения, на застроенной территории используют краску, металлические стержни и др.

Плановое положение элементов ситуации определяют линейными промерами от вершин и сторон квадратов способами прямоугольных координат, линейных засечек и створов (рис. 16).

### **Нивелирование вершин квадратов и вычисление их отметок**

После проложения опорного нивелирного хода, со станций I, II, III производится нивелирование вершин квадратов. Отсчеты по черной стороне рейки, установленной поочередно в вершинах квадратов записывают в журнале-схеме (рис. 17).

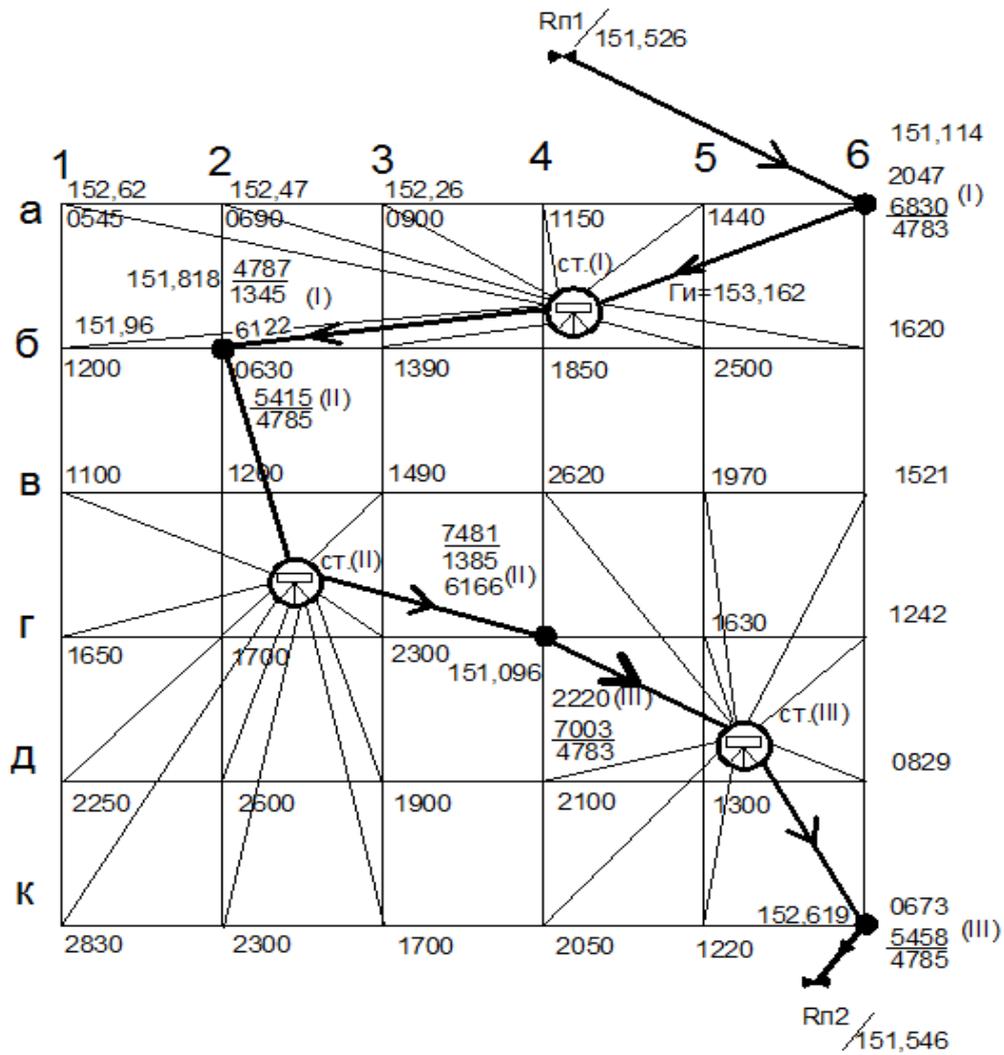


Рис. 17. Схема нивелирования и вычисления отметок связующих точек и вершин квадратов

В таблице 7 приведён обработанный журнал технического нивелирования точек опорного хода.

Таблица 7

Журнал технического нивелирования

Номер станции	Номер реечных точек	Отсчёты по рейке, мм			Превышения, мм $h = 3 - \Pi$		Высота $H$ , м	Номер реечных точек
		задний	передний	промежуточный	$h_{\text{ч}}$ $h_{\text{кр}}$	$h_{\text{ср}}$		
1	Рп1	0425	0840		-0415	+2	151,526	Рп1
		5210	5623			-0414		
	а/6	4785	4783		-0413	-0412	151,114	а/6
2	а/6	0923	0219		+0704	+2	151,114	а/6
		5705	5005			+0702		
	б/2	4782	4786		+0700	+0704	151,818	б/2

3	б/2	1305	2058		-0753	+2	151,818	б/2
		6091	6840			-0751		
	г/4	4786	4782		-0749	-0749	151,069	г/4
4	г/4	2666	1119		+1547	+2	151,069	г/4
		7450	5901			+1548		
	к/6	4784	4782		+1549	+1550	152,619	к/6
5	к/6	0716	1790		-1074	+2	152,619	к/6
		5499	6575			-1075		
	Рп2	4783	4785		-1076	-1073	151,546	Рп2

$$\frac{\Sigma Z - \Sigma \Pi}{2} = \frac{\Sigma(+h) - \Sigma(-h)}{2} = \Sigma h_{cp}$$

Абсолютные отметки вершин квадратов вычисляются через горизонт инструмента (ГИ) станции, с которой были занивелированы эти вершины, по формуле  $H_i = \text{ГИ} - \text{отсчёт}$ .

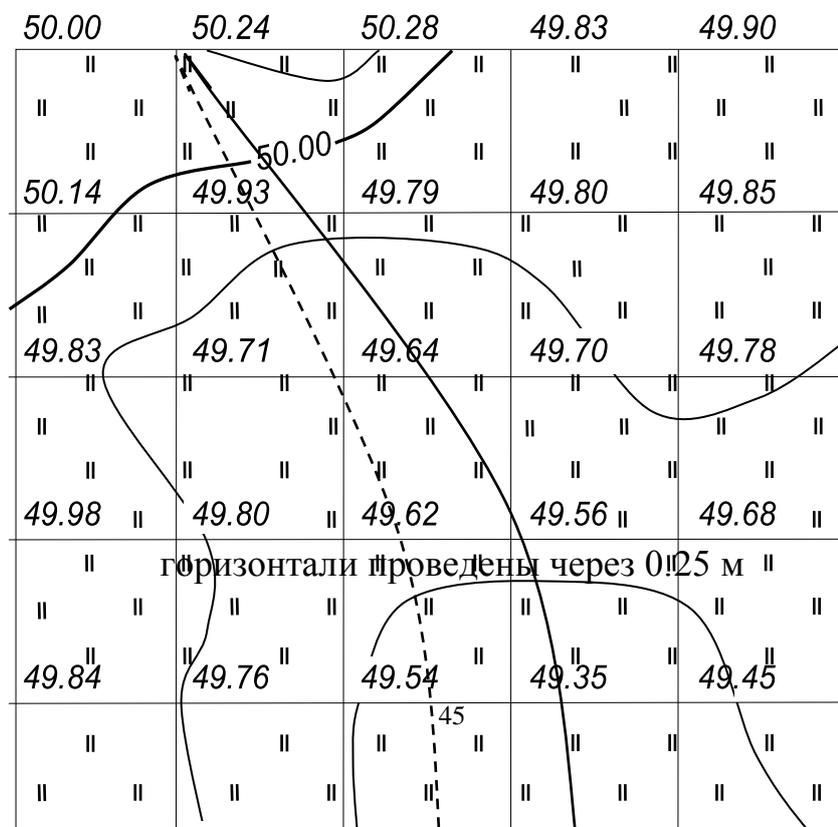
Для вычисления  $\text{ГИ}_i$  используются абсолютные отметки связующих точек. Так, например  $\text{ГИ}_{\text{ст1}} = 151,114 + 2,047 = 153,161$  м. Для контроля:  $\text{ГИ}_{\text{ст1}} = 151,818 - 1,345 = 153,163$  м.  $\text{ГИ}_{\text{ст1}}^{\text{cp}} = 153,162$  м используется для вычисления отметок. Например  $H_{a/1} = 153,162 - 0,545 = 152,617$  м.  $\text{ГИ}_{\text{ст2}} = 153,162 - 0,690 = 152,472$  м и т.д.

Вычисленные абсолютные отметки выписывают с округлением до 0.01 м около соответствующей вершины на «Схеме нивелирования...» (рис. 17.)

### Построение плана нивелирования поверхности по квадратам

На чертежной бумаге (формат А4) в масштабе 1:1000 вычерчивают сетку квадратов. С абриса переносят ситуацию. У вершин квадратов выписывают соответствующие отметки. Способом графической (с помощью палетки) или аналитической интерполяции проводят горизонталы через 0.25 м.

Составленный план оформляют в туши строго по «Условным знакам». Фрагмент плана показан на рис. 18.



При оформлении плана рекомендуется сетку вычерчивать синим цветом; отметки черным; горизонтالي – коричневым.

### **Составление проекта вертикальной планировки**

В состав проекта вертикальной планировки включают два рабочих чертежа: план организации рельефа и план земляных работ. При разработке плана организации рельефа естественную поверхность называют фактической, а преобразованную – проектной. Проектные и фактические отметки наносят на план в виде дроби с проектной отметкой в знаменателе и фактической – в числителе. Разность между проектной и фактической отметками называют рабочей отметкой. Положительные рабочие отметки определяют высоту насыпи, отрицательные – глубину выемки (срезки). Точка, для которой рабочая отметка равна нулю, называется точкой нулевых работ. Геометрическое место этих точек образует линию нулевых работ [6].

## **5. РЕШЕНИЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ НА МЕСТНОСТИ**

Кроме основных съёмочных работ каждая бригада должна выполнить комплекс инженерно-геодезических задач, включающих:

- 1) вынос с проекта в натуру горизонтального угла и длины линии;
- 2) перенесение на местность проектной отметки;
- 3) определение неприступного расстояния;
- 4) определение высоты сооружения;
- 5) определение крена сооружения.

Перечень инженерных задач, предлагаемых студентам для решения на местности, может быть расширен.

Руководителем практики выдается индивидуальное задание каждому члену бригады, причем студент должен самостоятельно теоретически обосновать и практически выполнить поставленную перед ним задачу. Разработка задачи выполняется непосредственно самим студентом, а реализация ее решения на местности – с привлечением других членов бригады под руководством разработчика.

### **5.1. Вынос в натуру проектного горизонтального угла и проектной длины линии**

Разбивочные работы по существу сводятся к фиксации на местности точек, определяющих проектную геометрию сооружения. Плановое положение этих точек может быть определено с помощью построения на местности проектного угла от исходной стороны и отложения проектного расстояния от исходного пункта.

При построении проектного угла одна точка (вершина угла) и исходное направление обычно бывают заданы. Необходимо на местности отыскать второе направление, которое образовывало бы с исходным проектный угол  $\beta$  (рис. 8). В нашем случае  $BA$  – исходное направление,  $B$  – вершина проектируемого угла.

Работы ведут в следующем порядке. Устанавливают теодолит в точку  $B$ . Наводят зрительную трубу на точку  $A$  и берут отсчет по лимбу. Далее прибавляют к этому отсчету проектный угол  $\beta$  и, открепив алидаду, устанавливают вычисленный отсчет. Теперь визирная ось зрительной трубы теодолита указывает второе искомое направление. Это направление на соответствующем проекту расстоянии фиксируют на местности в точке  $C_1$ . Аналогичные действия выполняют при другом круге теодолита и отмечают на местности вторую точку  $C_2$ . Из положения двух точек берут среднее (точка  $C$  на рис. 8), принимая угол  $ABC$  за проектный.

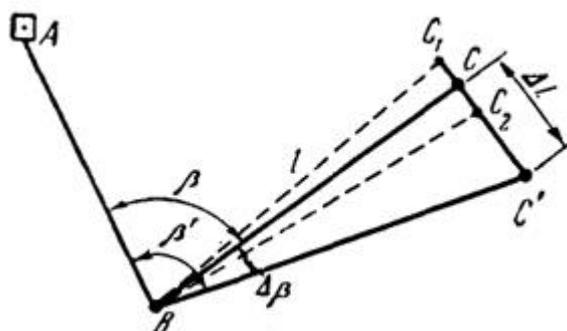


Рис. 8. Схема построения в натуре проектного угла

Стандартные геодезические приборы, изготовленные серийно, по точности предназначены для выполнения измерений, а не построений. В результате точность построения разбивочных элементов этими приборами оказывается ниже, чем точность измерений. Поэтому если необходимо построить проектный угол с повышенной точностью, то поступают следующим образом.

Построенный в натуре угол измеряют несколькими приемами и определяют его более точное значение  $\beta'$ . Число приемов  $n$  измерения угла можно определить по приближенной формуле

$$n = \frac{(m'_{\beta})^2}{m_{\beta}^2},$$

где  $m'_\beta$  - номинальная для данного теодолита средняя квадратическая ошибка измеренного угла;  $m_\beta$  - требуемая средняя квадратическая ошибка отложения угла.

Например, для того, чтобы отложить угол со средней квадратической ошибкой  $2''$  теодолитом 2Т5, надо его измерить числом приемов, равным

$$n = \frac{5^2}{2^2} = 6.$$

Измерив построенный в натуре угол, вычисляют поправку, которую необходимо ввести для уточнения построенного угла. Зная проектное расстояние  $BC = l$ , вычисляют линейную поправку  $CC' = \Delta l$ . Из геометрии построений (см. рис. 8) следует, что

$$\Delta l = l \frac{\Delta\beta}{\rho},$$

где  $\Delta\beta$  и  $\rho$  выражены в секундах.

Далее откладывают от точки  $C$  перпендикулярно к линии  $BC$  величину вычисленной поправки  $\Delta l$  и фиксируют точку  $C'$ . Угол  $ABC'$  и будет равен проектному углу с заданной точностью. Для контроля угол  $ABC'$  измеряют. Если полученное значение отличается от проектного на допускаемую величину, то работу заканчивают. В противном случае требуется дальнейшее уточнение.

Точность построения на местности проектного угла зависит от инструментальных ошибок, ошибок собственно измерения (визирования и отсчета по лимбу), а также ошибок из-за влияния внешних условий. Ошибки центрирования, редукиции и исходных данных (ошибки в положении пунктов  $A$  и  $B$ ) на точность отложения проектного угла влияния не оказывают, что позволяет учитывать их отдельно. В этом заключается еще одна особенность разбивочных работ. Однако эти ошибки вызывают смещение на местности направления  $BC$  и выносимой точки  $C$ .

Необходимая точность отложения линейной поправки (редукции)  $\Delta l$  может быть подсчитана по формуле

$$m_{\Delta l} = l \frac{m_{\Delta\beta}}{\rho}.$$

Если  $l = 200$  м,  $m_{\Delta\beta} = 2''$ , то получим  $m = 2$  мм. Очевидно, что с такой точностью линейную редукицию можно легко отложить при помощи рулетки или линейки с миллиметровыми делениями.

Для построения проектной длины линии необходимо от исходной точки отложить в заданном направлении расстояние, горизонтальное приложение которого равно проектному значению. Надо помнить, что в проекте задается именно горизонтальное проложение. Поправки в линию за компарирование, температуру и наклон местности необходимо вводить непосредственно в процессе ее построения. Но это затрудняет работу, особенно при необходимости вынесения линии с высокой точностью. Поэтому часто поступают таким же образом, как и при построении углов, т. е. используют способ редукиции. На местности от исходной точки  $A$  (рис. 9) сначала откладывают и закрепляют приближенное значение проектного расстояния (точка  $B'$ ). Это расстояние с необходимой точностью измеряют компарированными мерными приборами или точными дальномерами, учитывая все поправки. Вычислив длину закрепленного отрезка, сравнивают его с проектным значением, находят линейную поправку  $\Delta l = l_{пр} - l_{изм}$  и откладывают ее с соответствующим знаком от конечной точки  $B'$  отрезка. Затем для контроля построенную линию  $AB$  измеряют.

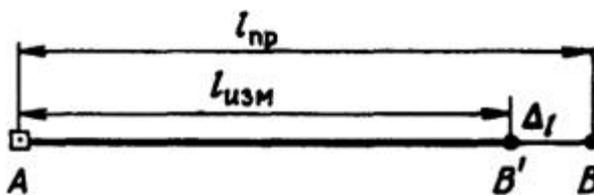


Рис. 9. Схема отложения проектной длины линии

Точность построения проектного расстояния  $l_{пр}$  в способе редукиции в основном зависит от точности линейных измерений расстояния  $AB'$ . Исходя из требуемой точности определения проектного расстояния выбирают приборы для измерений.

В зависимости от требуемой точности для отложения проектных расстояний используют стальные и инварные мерные приборы, электронные тахеометры [2].

## 5.2. Перенесение на местность проектной отметки

Перенесение на местность проектной отметки производится при выносе в натуру проектов вертикальной планировки, при установке на заданную отметку отдельных деталей конструкций зданий и сооружений.

Пусть требуется перенести на местность проектную отметку  $H_B$ , т.е. забить в точке  $B$  колышек, верхний срез которого будет иметь отметку  $H_B$  (рис. 10).

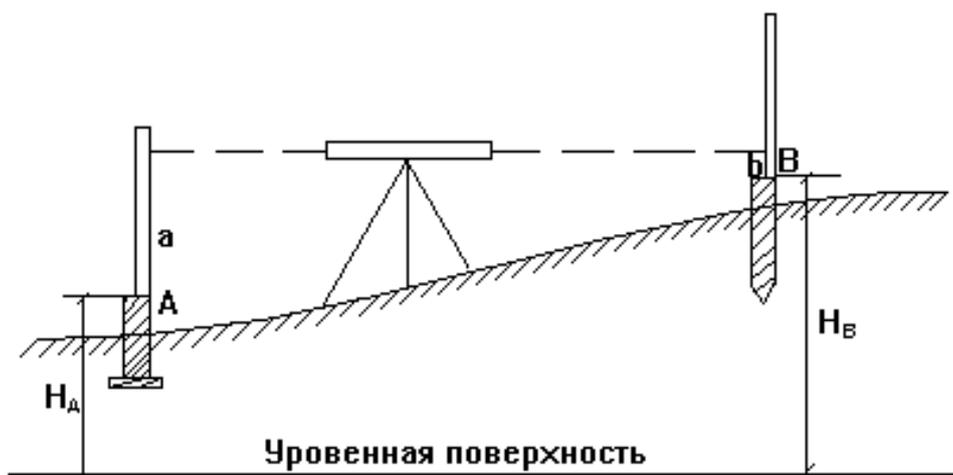


Рис. 10. Перенесение на местность проектной отметки

Для этого между репером А с известной отметкой  $H_A$  и точкой В устанавливают нивелир. По рейке, стоящей на репере, производят отсчет  $a$  и вычисляют отсчет  $b = H_A + a - H_B$ . После этого в точке В забивают кол так, чтобы отсчет по рейке, установленной на нем, был равен вычисленному  $b$ , при котором высота пятки рейки и будет равна проектной отметке.

Контролем выноса отметки является сравнение превышения между точками А и В, которое получается теоретически, как  $h = H_B - H_A$ , и практически, как разность отсчетов по рейкам, установленным на точках А и В, т.е.  $h = a' - b'$ .

### 5.3. Определение недоступного расстояния

А. По теореме синусов.

В практике геодезических измерений бывают случаи, когда измерить непосредственно линию на местности нельзя, например, через реку, овраг и т.д. (рис. 11).

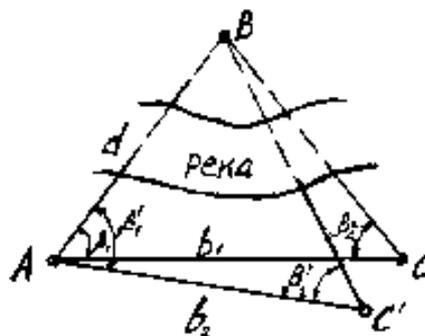


Рис. 11. Определение недоступного расстояния по теореме синусов

В таком случае задачу можно решать по теореме синусов. Для определения расстояния  $AB = d$  измеряют лентой расстояние  $AC = b_1$ , называемое бази-

сом, и теодолитом горизонтальные углы  $\beta_1$  и  $\beta_2$  между базисом и направлением на точку В. Длину базиса выбирают так, чтобы угол при точке В был близок к  $90^\circ$ . Искомое расстояние найдется из треугольника АВС по формуле

$$d = \frac{b_1 \cdot \sin \beta_2}{\sin(\beta_1 + \beta_2)};$$

Для контроля определения расстояния  $d$  произвольно смещают на небольшое расстояние точку С в положение  $C'$  и в полученном треугольнике  $ABC'$  производятся аналогичные измерения, т.е. измеряют базис  $b_2$  и горизонтальные углы  $\beta_1'$  и  $\beta_2'$ . Расстояние  $d'$  будет равно

$$d' = \frac{b_2 \cdot \sin \beta_2'}{\sin(\beta_1' + \beta_2')};$$

Расхождение между расстояниями, полученными из двух треугольников, не должно превышать 1:1500 определяемого расстояния, т.е.

$$\frac{d - d'}{d} \leq \frac{1}{1500}.$$

За окончательное принимается среднее из двух определений.

Б. По теореме косинусов.

Если между точками А и В нет взаимной видимости, то для определения расстояния АВ может быть использовано другое построение (рис. 12).

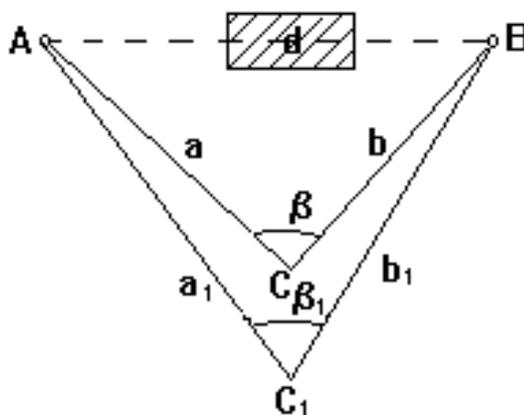


Рис. 12. Определение неприступного расстояния по теореме косинусов

Разбиваются два базиса с общей точкой С так, чтобы из этой точки была видимость на точки А и В. Оба базиса  $a$  и  $b$  измеряют рулеткой и теодолитом

измеряют горизонтальный угол  $\beta$ . Тогда искомое расстояние можно определить по теореме косинусов:

$$d = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cdot \cos \beta}.$$

Для контроля аналогичным образом выбирается точка  $C_1$  и производятся вновь измерения базисов  $a_1$ ,  $b_1$  и угла  $\beta_1$  и вычисляется искомое расстояние:

$$d' = \sqrt{a_1^2 + b_1^2 - 2a_1b_1 \cdot \cos \beta_1}.$$

При расхождении полученных значений  $d$  и  $d'$  не более 1:1500 находится средняя величина расстояния  $AB$  [1].

#### 5.4. Определение высоты сооружения

Для определения высоты сооружения, например, здания (рис. 13), в точке  $A$ , расположенной на расстоянии примерно 1,5 высоты сооружения, устанавливают теодолит и измеряют углы наклона  $\nu_1$  и  $\nu_2$ , визируя на верхнюю и нижнюю точки здания. Измеряют расстояние  $AB = d$  и определяют высоту здания по формуле

$$h = d \cdot (\operatorname{tg} \nu_1 - \operatorname{tg} \nu_2).$$

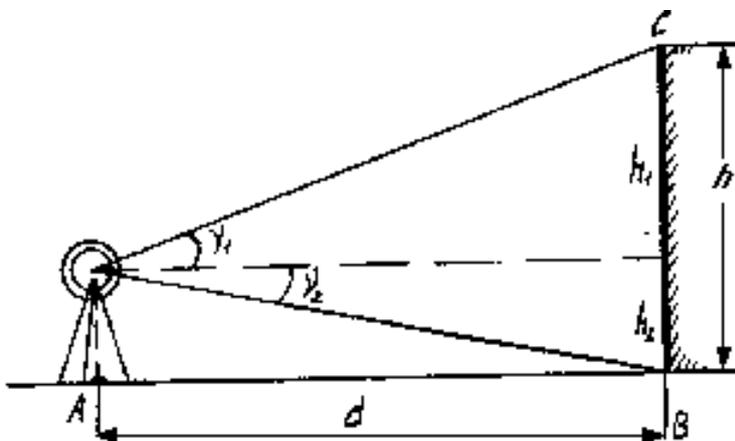


Рис. 13. Определение высоты сооружения

При использовании формулы необходимо учитывать знак угла наклона.

Если линия местности  $AB$  наклонна и равна  $D$ , то нужно измерить ее наклон  $\nu_D$  и вычислить горизонтальное проложение  $d$ .

За окончательное значение  $h$  берут среднее, если расхождение не более 1: 300 высоты измеряемого сооружения:

$$\frac{h - h_1}{h_{cp}} = \frac{1}{460} < \frac{1}{300}.$$

## 5.5. Определение крена сооружения

Проверка вертикальности колонн высотой более 5 м проводится способом наклонного проектирования с использованием теодолита. В этом случае строго в створе разбивочной оси на расстоянии от колонны немногим более ее высоты устанавливают теодолит в точке 1 (рис. 14).

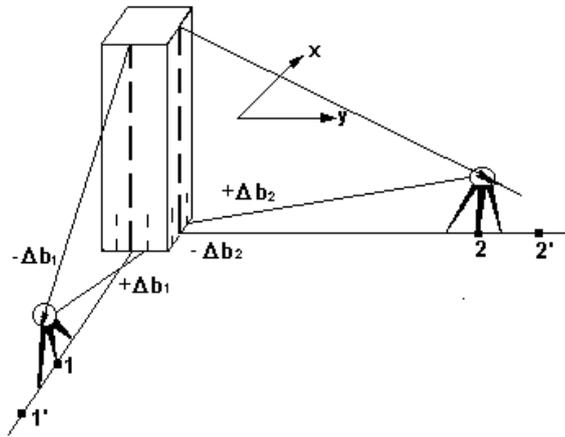


Рис. 14. Определение крена сооружения

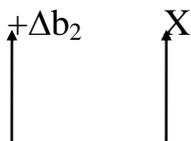
С помощью цилиндрического уровня вертикальная ось вращения теодолита с особой тщательностью приводится в вертикальное положение. Контроль вертикальности проводится путем проектирования верхней осевой риски на нижнюю часть колонны. Проектирование проводится при двух положениях вертикального круга. Для этого к нижней осевой риске прикладывают горизонтально линейку и берут отсчеты, которые записывают в табл. 6 [1].

Таблица 6

Отсчёты отклонения колонны

Точка стояния	Δb, мм.			Δb <sub>ср.</sub>
	КЛ	КП	(КЛ+КП)/2	
1	+32	+35	+34	+34
1'	+34	+36	+35	
2	- 28	- 30	- 29	- 29
2'	- 27	- 31	- 29	

После наблюдения составляется исполнительная схема (рис. 15).



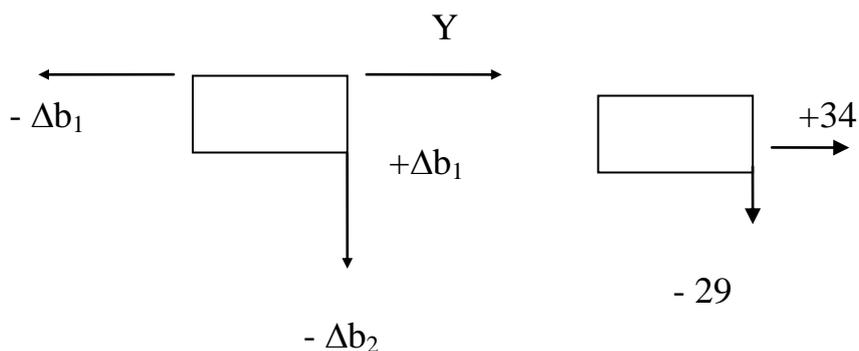


Рис.15. Исполнительная схема

## 6. ОБЩИЕ ПРАВИЛА ВЕДЕНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ ПРАКТИКИ

### 6.1. Требования к ведению полевой документации и материалам ее обработки

Все материалы учебной геодезической практики состоят из полевой документации и материалов вычислительных и графических работ.

К полевым материалам относятся результаты проверок и исследований приборов, журналы измерений, схемы, абрисы, пикетажные журналы и т.п. Полевые материалы должны быть подлинными; записи на отдельных листах (черновиках) с последующим переписыванием их в журнал начисто категорически запрещается. В журнал обязательно записывают все данные, указанные на титульном листе, заполняют сведения об используемых приборах, состоянии погоды и видимости, указывают дату наблюдений, фамилии наблюдателя и бригадира, вычерчивают схему ходов и приводят другие дополнительные сведения.

Для каждого вида работ следует использовать полевые журналы установленной формы. Перед началом работы страницы журналов должны быть пронумерованы и число их заверено руководителем практики. Все записи в журнале ведутся карандашом или шариковой ручкой четко и аккуратно. Исправление цифр, их подчистка резинкой или лезвием, написание цифры по цифре не допускается. Во всех случаях ошибочной записи в результатах измерений на станции или в одном приеме наблюдения выполняются заново. Прием, в котором допущена ошибка или описка, аккуратно зачеркивается по линейке и указывается причина вычеркивания. Если допущены ошибки в вычислениях, ошибочный результат разрешается зачеркнуть по линейке, а правильный - записать на свободном месте выше или ниже зачеркнутого. Журнал должен заполняться таким образом, чтобы другой исполнитель, не участвующий в полевых работах, мог безошибочно выполнить последующую обработку результатов измерений.

Результаты измерений, произведенных с одинаковой точностью, пишутся с одинаковым числом знаков; при угловых измерениях значения минут и секунд записывают двузначными числами (например,  $48^{\circ}06'05''$ , а не  $48^{\circ}6'5''$ ). При заполнении полевых журналов числа в столбцах записывают так, чтобы цифры соответствующих разрядов располагались одни под другими без смещения (например,  $\frac{315,27}{87,42}$ ).

Для дневника учебной практики может быть использована общая тетрадь. Дневник бригады должен содержать следующие сведения:

- 1) список приборов, оборудования, принадлежностей, учебной и методической литературы, закрепленных за бригадой;
- 2) табель учета выхода членов бригады на работу;
- 3) замечания и указания по работе бригады и отдельных ее членов, которые даются руководителем в процессе прохождения практики;
- 4) корректурные листы, составляемые руководителем практики при контроле и приемке отдельных видов работ, с отметками бригадира об устранении сделанных замечаний;
- 5) краткое описание ежедневно выполненных работ по результатам практики, выполняемое поочередно членами бригады. В нем должны быть приведены результаты исследований, поверок и юстировок приборов, приведено содержание выполненных за день геодезических работ: рекогносцировка местности, способ закрепления точек съемочного обоснования и их число, методика измерений, допуски, фактические невязки, способы увязки, результаты контроля и т.д.

К окончательным вычислениям следует приступать только после тщательной проверки полевых материалов; их выполняют на бланках (ведомостях) установленной формы. Принятая форма вырабатывает определенную последовательность вычислений, ускоряет их выполнение и сокращает количество ошибок. Особые требования при этом следует предъявлять к аккуратности и четкости записи чисел в вычислительных бланках. Результаты вычислений (горизонтальные и вертикальные углы, дирекционные углы и румбы, приращения координат  $\Delta x$  и  $\Delta y$ , координаты  $x$  и  $y$ , превышения  $h$  и отметки точек  $H$ ) должны определяться с точностью, соответствующей точности исходных данных и результатов измерений; не следует работать с излишним числом знаков.

Все результаты промежуточных вычислений необходимо контролировать выполнением их «в две руки», повторением этих вычислений либо получением результатов другим способом. Не проконтролировав предыдущих действий, нельзя переходить к последующим вычислениям. Вычисления следует заканчивать определением погрешностей и обязательным их сравнением с допусками, предусмотренными соответствующими инструкциями.

Все вычисления как в полевых, так и камеральных условиях следует выполнять с помощью микрокалькуляторов. Однако при выполнении простых вычислений с небольшим количеством цифр (особенно при сложении и вычитании чисел) нельзя приуменьшать роли устного счета (вычислений «в уме»), позволяющего легко и быстро получить окончательный результат. Устным счетом следует также пользоваться при приближенном контроле вычислений, подставляя в формулы округленные значения входящих в них величин.

*Графические работы* должны выполняться чертежными инструментами и принадлежностями. Для обеспечения необходимого качества и производительности чертежных работ следует своевременно позаботиться о надлежащей организации рабочего места. Чертежные работы должны выполняться на листах качественной чертежной бумаги, закрепленных на ровном столе либо на чертежной доске. Составленный карандашом чертеж после тщательной проверки и корректировки оформляется в туши в соответствии с установленными условными знаками [2]. Допускается выполнению расчетно-графических работ на компьютере.

## **6.2. Основные требования к содержанию и оформлению отчёта**

К концу практики каждая студенческая бригада составляет отчет по всем видам работ, предусмотренным программой учебной геодезической практики. В отчет включаются все материалы полевых и камеральных работ по разделам, объединяющим отдельные виды работ.

В отчете в обязательном порядке должны быть представлены следующие основные материалы по видам работ:

### **1. Создание плано-высотной геодезической сети (геодезического обоснования) строительной площадки:**

- журнал измерения углов и длин линий;
- схема теодолитного хода с указанием углов и длин сторон;
- ведомость вычисления координат пунктов теодолитного хода;
- журнал нивелирования пунктов теодолитного хода;
- схема нивелирного хода;
- схема вычисления высот пунктов нивелирного хода;
- план геодезического обоснования в масштабе 1:500.

### **2. Геодезическая подготовка проекта к выносу и вынос проекта в натуру:**

- ведомость вычисления дирекционного угла исходной стороны;
- вычисление проектных координат вершин инженерного сооружения;

- расчет разбивочных элементов и разбивочный чертеж;
- проектный контур здания на плане геодезического обоснования;
- журнал измерения внутренних углов сооружения и исполнительная схема выноса разбивочных осей сооружения;
- схемы закрепления осей и высот вершин сооружения.

### ***3. Продольно-поперечное нивелирование и проектирование трассы линейного сооружения:***

- журнал нивелирования трассы;
- пикетажный журнал;
- схемы разбивки кривых с расчетами основных элементов кривых;
- ведомость углов поворота, прямых и кривых;
- продольный и поперечные профили трассы;
- проект линейного сооружения.

### ***4. Решение инженерно-геодезических задач на местности:***

- расчет исходных данных для перенесения проекта в натуру;
- схемы решения задач на местности;
- вынос с проекта в натуру горизонтального угла и длины линии;
- перенесение на местность проектной отметки;
- определение неприступного расстояния;
- определение высоты сооружения;
- определение крена сооружения.

### ***5. Нивелирование поверхности с элементами вертикальной планировки:***

- полевой абрис разбивки сетки квадратов и съёмки ситуации;
- схема нивелирования связующих точек и вершин квадратов;
- журнал нивелирования с увязанными средними превышениями и вычисленными отметками связующих точек;
- план местности с горизонталями в масштабе 1:1000;
- план организации рельефа в масштабе 1:1000;
- картограмма земляных работ [16].

Полевые, вычислительные и графические материалы сопровождаются пояснительной запиской по каждому виду работ. В пояснительной записке приводится задание, описание места производства работ, применяемых приборов и выполненных поверок, методики выполнения полевых измерений и камераль-

ной обработки их результатов. Во введении излагаются цели и задачи практики, дается описание места прохождения практики и перечень выполненных видов работ. В заключении члены бригады должны высказать свое мнение, что дала им учебная практика, и предложения по ее совершенствованию.

Графические материалы должны быть вычерчены в туши в соответствии с требованиями действующих инструкций по производству топографо-геодезических работ с соблюдением установленных условных знаков.

Все материалы практики, включая пояснительную записку, подшиваются в одну папку, на титульном листе которой указывается название отчета, группа, номер бригады и ее состав. Обязательно приводится содержание отчета и список использованной литературы. Нумерация материалов в отчете сквозная.

Материалы отчета должны быть проверены и подписаны всеми членами бригады и руководителем практики. К отчету обязательно прилагается дневник бригады.

### **6.3. Контроль работ и порядок сдачи отчета по практике**

В процессе практики руководитель систематически контролирует выполнение бригадой всех этапов полевых и камеральных работ и выявляет степень усвоения каждым студентом данного вида работ. После завершения отдельного вида работ руководитель практики проверяет содержание, правильность и полноту оформления материала, качество исполнения и обработки. Сделанные замечания заносятся в корректурный лист, который прилагается к материалам раздела отчета. Замечания должны быть устранены бригадой, после чего работа принимается руководителем.

Для получения зачета по практике бригада должна представить исправленный и окончательно оформленный отчет с приложением справки о сдаче лаборанту кафедры всех приборов и принадлежностей в исправном состоянии. Зачет по практике принимается у студентов, полностью выполнивших программу практики. Оценка выводится каждому члену бригады индивидуально с учетом результатов защиты отчетов, оценки знаний при промежуточных контролях, качества выполнения студентом полевых и расчетно-графических работ, инициативы и трудовой дисциплины в период прохождения практики.

Студенты, не получившие зачет, проходят геодезическую практику повторно [2].

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В настоящее время весьма актуальным является вопрос подготовки специалистов в вузах, конкурентоспособных на рынке труда, способных к компетентной, ответственной и эффективной деятельности по своей специальности.

Он должен не только хорошо знать геодезию, теорию, методы, состав и организацию инженерно-геодезических работ, но и приобретать практические навыки работы, приближенные максимально к производственным условиям.

Быстро «переориентироваться» на выполнение работ по новым технологиям с применением современных геодезических приборов.

Поэтому роль летних учебных геодезических практик в условиях, приближенных в смысле производства измерений и съемок на местности к реальным условиям деятельности выпускника вуза резко возрастает.

Авторы надеются, что данное пособие по геодезической практике поможет студентам освоить методику выполнения основных геодезических работ на требуемом уровне.

## Библиографический список

1. Геодезическая практика: учебн. пособие/ В.Д. Астраханцев, Г.Е. Стрельников, П.Н. Губонин, В.Я. Шипулин; под общ. ред. Г.Г. Асташенкова.- Новосибирск, 1999. – 87 с.
2. Геодезическая практика: учебн. пособие / В.Ф. Лукьянов, В.Е. Новак, В.Г. Ладонников, М.И. Киселев и др.-М.: Недра, 1986.-152 с.
3. Дементьев В.Е. Современная геодезическая техника и ее применение. М.: Академический проект, 2008. -591с.
4. Интулов И.П. Инженерная геодезия : учеб. Пособие/ И.П. Интулов.- Воронеж : [б.и.], 2001.-273 с.:ил.
5. Инструкция по топографической съемке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500. –М.: Недра, 1985.
6. Инженерная геодезия [Текст]: расчетно-графич. Работы и метод, указания к их выполнению для студ. 1-го курса спец. 270201, 270205. Ч. II/ Воронеж. Гос. арх.-строит. ун-т.: сост. В.А. Костылев и др.- Воронеж, 2006.- 32с.
7. Инженерная геодезия [Текст]: метод, указания к выполнению лаб. Работ для студ. 1-го курса спец. 270201, 270205. Ч. II/ Воронеж. Гос. арх.-строит. ун-т.: сост. В.А. Костылев, В.В. Гурьев – Воронеж, 2006.
8. Маслов А.В. Геодезия: Учебник по специальности «Землеустройство».- 6-е изд.- М.: КолосС, 2007.
9. Поклад Г.Г., Гриднев С.П. П 48 Геодезия: Учебное пособие для вузов. -3-е изд., перераб. И доп.- М.: Академический проект ; Парадизма, 2011.- 538с.- (Фундаментальный учебник).
10. Правила по технике безопасности на топографических работах (ПТБ - 88). –М.: Недра, 1991.
11. СНиП 3.01.03-84. Геодезические работы в строительстве/ Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985.- 28с.
12. СНиП 11-02-92 "Инженерные изыскания для строительства. Основные положения" .
13. ГОСТ 21.101-93 "Основные требования к рабочей документации".
14. Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500. –М.: Недра, 1989.
15. ГОСТ 26433.0-85 "Правила выполнения измерений." Общие положения.

# Приложения

Пример оформления титульного листа отчёта об учебной геодезической  
практике

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**КАФЕДРА КАДАСТРА НЕДВИЖИМОСТИ, ЗЕМЛЕУСТРОЙ-  
СТВА И ГЕОДЕЗИИ**

# **Отчёт о летней геодезической практике**

**Выполнили:**

студенты \_\_ - го курса

\_\_\_\_\_, гр. \_\_\_\_\_

---

(фамилия, инициалы)

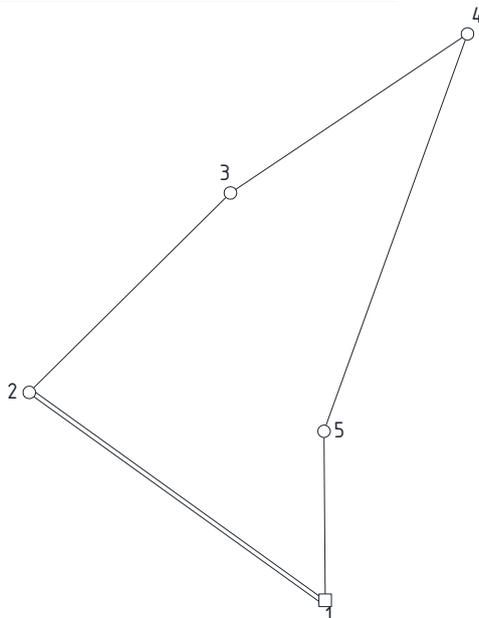
**Воронеж 20**

Пример оформления журнала измерения углов и линий теодолитного хода

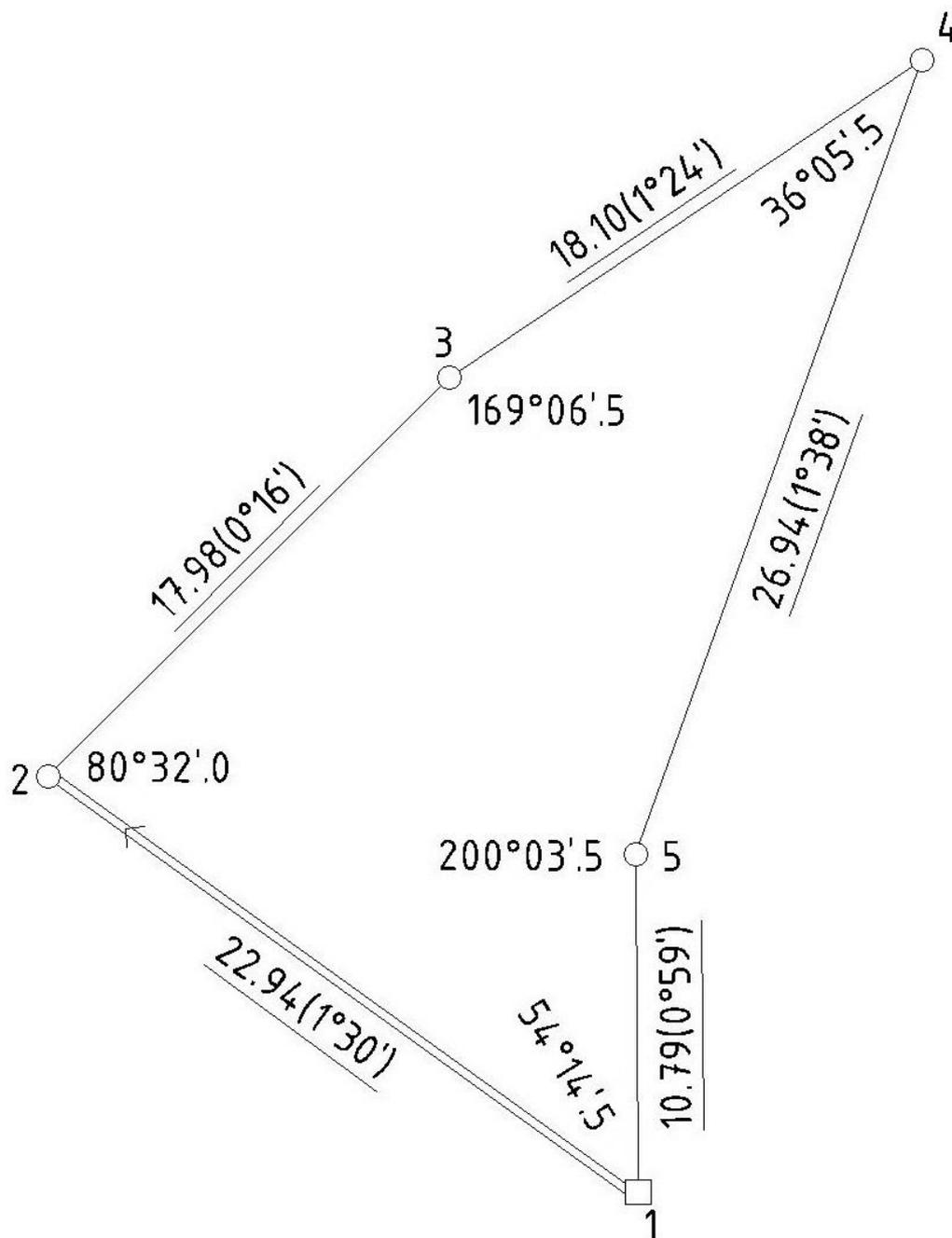
МО = +1'

№№ станций	полуприём	№№ точек визирования	Отсчёты по горизонтальному кругу	Угол в полу-приёме	Средняя величина угла	Длина линии	Отсчёт по вертикальному кругу	Угол наклона линии	Схема
1	КЛ	5	241°50.0'	54°14.0'	54°14.5'	10,80	-0°58'	-0°59'	
		2	187°36.0'			22,96	-1°29'	-1°30'	
	КП	5	61°48.0'	54°15.0'					
		2	7°33.0'						
2	КЛ	1	207°26.0'	80°32.0'	80°32.0'	22,92	+1°31'	+1°30'	
		3	126°54.0'			17,97	+0°17'	+0°16'	
	КП	1	27°26.0'	80°32.0'					
		3	306°54.0'						
3	КЛ	2	67°33.0'	169°07.0'	169°06.5'	17,99	-0°15'	-0°16'	
		4	258°26.0'			18,11	-1°24'	-1°25'	
	КП	2	247°32.0'	169°06.0'					
		4	78°26.0'						
4	КЛ	3	79°52.0'	36°05.0'	36°05.5'	18,09	+1°24'	+1°23'	
		5	43°47.0'			26,96	+1°38,5'	+1°37,5'	
	КП	3	259°53.0'	36°06.0'					
		5	223°47.0'						
5	КЛ	4	71°27.0'	200°04.0'	200°03.5'	26,92	-1°37,5'	-1°38,5'	
		1	231°23.0'			10,78	+1°00'	+0°59'	
	КП	4	251°26.0'	200°03.0'					
		1	51°23.0'						

Схема теодолитного хода



Пример оформления схемы теодолитного хода



Исходные данные

$\alpha_{1-2} = 305^{\circ}25'.0$

$X_1 = 765.25\text{ м}$

$Y_1 = 477.16\text{ м}$

Выполнили  
студенты 1 курса  
гр.113  
2 бригада

Пример оформления ведомости координат (замкнутый теодолитный ход)

№№ пунктов	Горизонтальные углы (правые)			Дирекционные углы α	Наклонные расстояния, м (углы накл.) D, (v)	Горизонтальные продолжения, м d=D cos v	Приращения, м					Координаты, м		№№ пунктов	
	Измерен β <sub>изм</sub>	Попр V <sub>β</sub> ±	Исправл β <sub>испр</sub>				Вычисленные ±			Исправленные ±		x	y		
							Δx <sub>выч</sub> = d cos α	Попр VΔx	Δy <sub>выч</sub> = d sin α	Попр VΔy	Δx				Δy
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	54°14.5'	-0.4'	54°14.1'												
				305°25.0'	22.94 (1°30')	22.93	+13.29	-0.02	-18.69	0.00	+13.27	-18.69	765.25	477.16	1
2	80°32.0'	-0.4'	80°31.6'										778.52	458.47	2
				44°53.4'	17.98 (0°16')	17.98	+12.74	-0.01	+12.69	+0.01	+12.73	+12.70			
3	169°06.5'	-0.4'	169°06.1'										791.25	471.17	3
				55°47.3'	18.10 (1°24')	18.09	+10.17	-0.02	+14.96	+0.01	+10.15	+14.97			
4	36°05.5'	-0.4'	36°05.1'										801.40	486.14	4
				199°42.2'	26.94 (1°38')	26.93	-25.35	-0.01	-9.08	+0.02	-25.36	-9.06			
5	200°03.5'	-0.4'	200°03.1'										776.04	477.08	5
				179°39.1'	10.79 (0°59')	10.79	-10.79	0.00	+0.07	+0.01	-10.79	+0.08			
1	54°14.5'	-0.4'	54°14.1'										765.25	477.16	1
Σ	540°02.0'	-2.0'	540°00.0'			96.72	+0.06	-0.06	-0.05	+0.05	0.00	0.00			
Σ <sub>т</sub>	540°00.0'	Σβ <sub>т</sub> =180°(n±2)=180°×(5-2)=540°00.0'					0.00		0.00	ΣΔx <sub>т</sub> =0		ΣΔy <sub>т</sub> =0			
f <sub>β</sub>	+2.0'	Невязка угловая (f <sub>β</sub> )=540°02.0'-540°00.0'=++2.0'				f <sub>x</sub> =	+0.06	f <sub>y</sub> =	-0.05						
f <sub>β<sup>доп</sup></sub>	±2.4'	f <sub>β<sup>доп</sup></sub> =±1'√n=±1'√5=±2.4'													

$$f_{абс} = \pm 1' \sqrt{f\Delta x^2 + f\Delta y^2} = \sqrt{0,06^2 + 0,05^2} = \pm 0,08$$

$$f_{отн} = \frac{f_{абс}}{\sum D} = \frac{1}{\sum D : f_{абс}} = \frac{1}{96,72/0,08} = \frac{1}{1200}$$

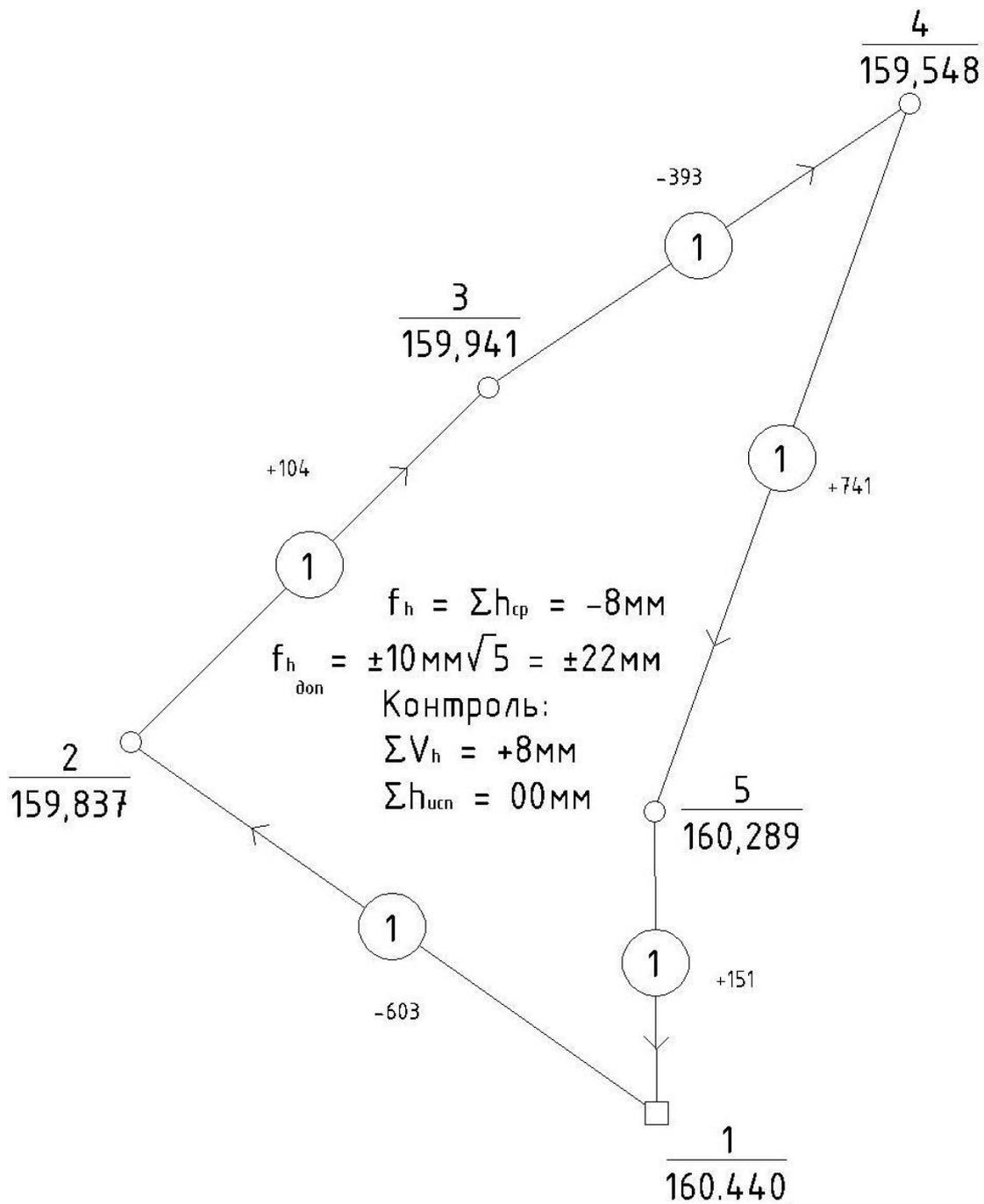
Пример оформления журнала технического нивелирования

№№ станций	№№ реечных точек	Отсчеты по рейке, мм			Превышения, мм (±) h=З-П		Высо- ты, Н, м	№№ реечных точек
		Зад- ний З	Перед- ний П	Промежуточ- ный Пр	hч hk	hср		
1	1	1057	1662		-0605	-0605	160,440	1
	2	5841	6446		-0605	+2	159,837	2
		4784	4784			-0603		
2	2	1457	1354		0103	0103	159,837	2
	3	6240	6138		0102	+1	159,941	3
		4783	4784			0104		
3	3	909	1303		-0394	-0395	159,941	3
	4	5692	6087		-0395	+2	159,548	4
		4783	4784			-0393		
4	4	1958	1219		0739	0740	159,548	4
	5	6741	6000		0741	+1	160,289	5
		4783	4781			0741		
5	5	1583	1435		0148	0149	160,289	5
	1	6369	6219		0150	+2	160,440	1
		4786	4784			0151		
	Σ	37847	37863			Σh <sub>ср</sub> = f <sub>h</sub> = -8 мм		

$$\Sigma h_{\text{испр}} = 0 \text{ мм}$$

$$\text{Контроль: } \frac{\Sigma \text{З} - \Sigma \text{П}}{2} = \frac{37847 - 37863}{2} = \frac{-16}{2} = -8 \text{ мм}$$

Пример оформления схемы нивелирного хода



Исходные данные  
 $H_1 = 160.440 \text{ м}$

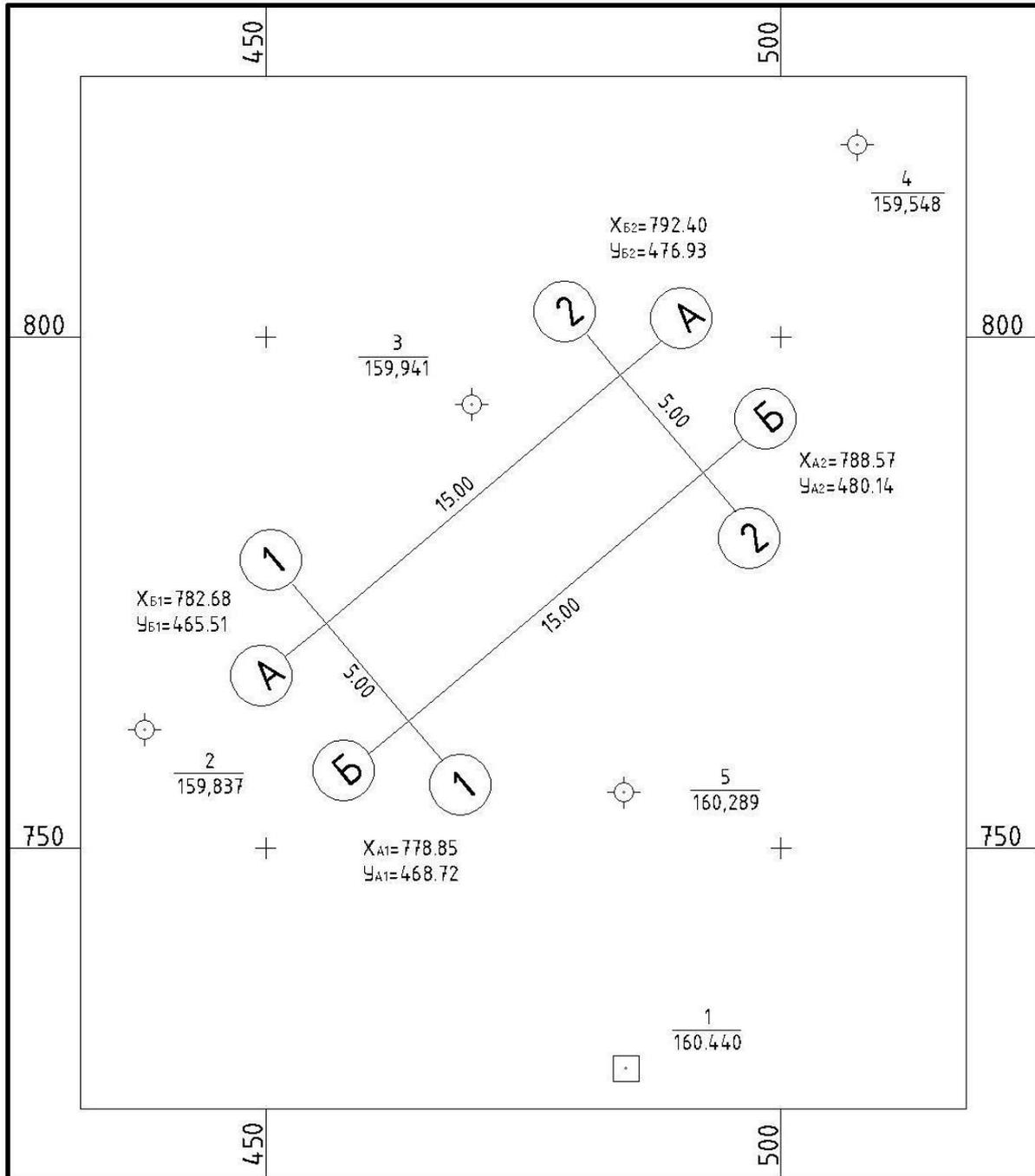
Выполнили  
 студенты 1 курса  
 гр.113  
 2 бригада

Пример оформления плана геодезического обоснования

Система координат местная

г. Воронеж

**План геодезического обоснования**



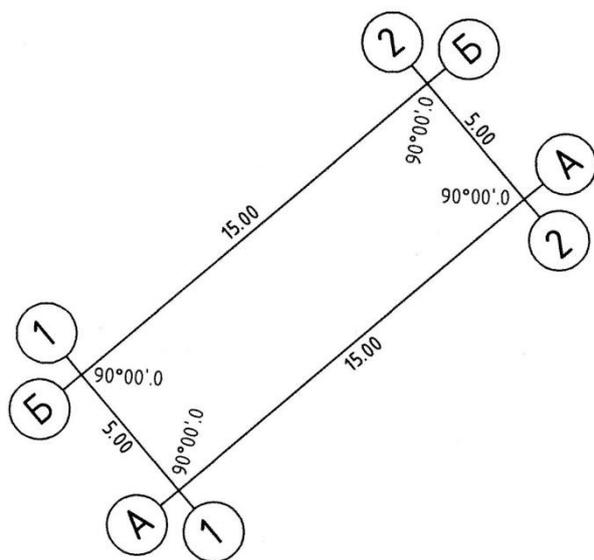
ВГАСУ  
ПГС гр.113  
2 бригада

1:500  
В 1 см 5 м

2012 г.

Примерное оформление вычисления дирекционного угла исходной стороны  
стороны

Ведомость графических координат вершин

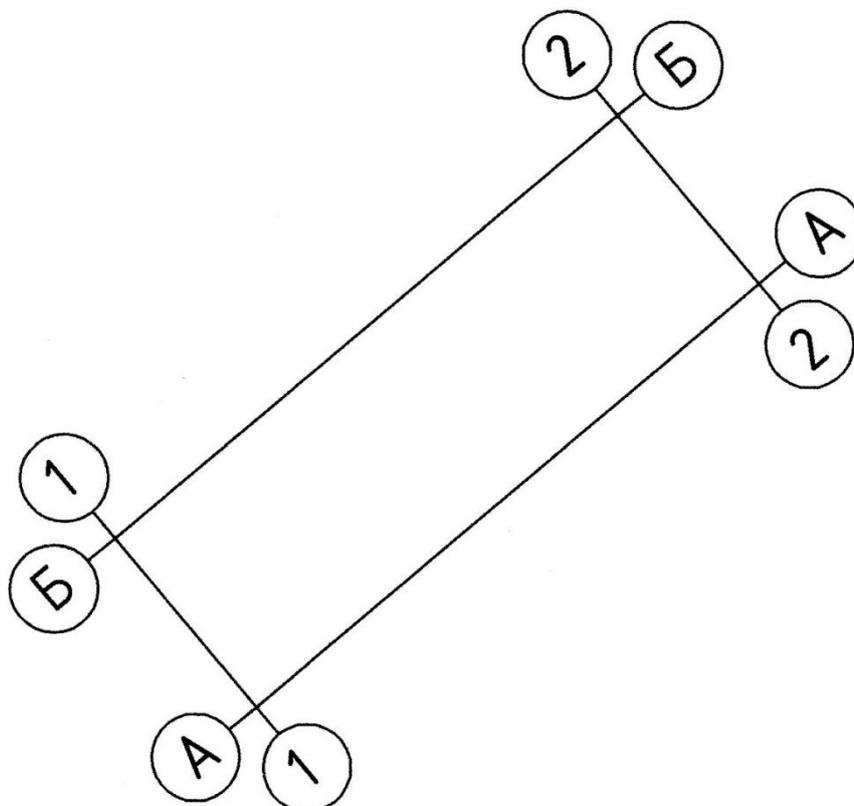


Назв. верш.	X, м	Y, м
Б2	792.40	476.93
А2	788.57	480.14
А1	778.85	468.72
Б1	782.68	465.51

Ведомость вычисления дирекционного угла исходной стороны Б1-Б2

Действия	Результат
$X_{Б2}$	792.40
$Y_{Б2}$	476.93
$X_{Б1}$	782.68
$Y_{Б1}$	465.51
$\Delta X = X_{Б2} - X_{Б1}$	9.72
$\Delta Y = Y_{Б2} - Y_{Б1}$	11.42
$r_{CB} = \arctg \frac{\Delta Y}{\Delta X}$	49°35'51''
$\alpha_{Б1-Б2}$	49°35'51''
$d = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$	15.00
$d = \frac{\Delta X}{\cos r}$	15.00
$d = \frac{\Delta Y}{\sin r}$	15.00

Вычисление проектных координат вершин инженерного сооружения



Ведомость вычисления проектных координат вершин сооружения

Назв. верш.	Проект. гориз. углы	Дирекц. углы $\alpha$	Проект. длины, м	Приращения координат		Координаты, м		Назв. верш.
				$\Delta X$	$\Delta Y$	X	Y	
Б1		49°35'51''	15.00	+9.72	+11.42			Б1
Б2	90°00'.0	139°35'51''	5.00	-3.81	+3.24	792.40	476.93	Б2
А2	90°00'.0	229°35'51''	15.00	-9.72	-11.42	788.59	480.17	А2
А1	90°00'.0	319°35'51''	5.00	+3.81	-3.24	778.87	468.75	А1
Б1	90°00'.0					782.68	465.51	Б1
Б2								Б2
$\Sigma$	360°00'.0		40.00	0.00	0.00			

Расчет разбивочных элементов

1. Вершина Б2

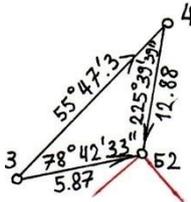
Пункт		Пункт		Схема
Действия	Результат	Действия	Результат	
X <sub>Б2</sub>	792.40	X <sub>Б2</sub>	792.40	
Y <sub>Б2</sub>	476.93	Y <sub>Б2</sub>	476.93	
X <sub>3</sub>	791.25	X <sub>4</sub>	801.40	
Y <sub>3</sub>	471.17	Y <sub>4</sub>	486.14	
$\Delta X = X_{Б2} - X$	1.15	$\Delta X = X_{Б2} - X$	-9	
$\Delta Y = Y_{Б2} - Y$	5.76	$\Delta Y = Y_{Б2} - Y$	-9.21	
$r_{CB} = \arctg \frac{\Delta Y}{\Delta X}$	78°42'33''	$r_{ЮЗ} = \arctg \frac{\Delta Y}{\Delta X}$	45°39'39''	
$\alpha_{3-Б2}$	78°42'33''	$\alpha_{4-Б2}$	225°39'39''	
$d = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$	5.87	$d = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$	12.88	
$d = \frac{\Delta X}{\cos r}$	5.87	$d = \frac{\Delta X}{\cos r}$	12.88	
$d = \frac{\Delta Y}{\sin r}$	5.87	$d = \frac{\Delta Y}{\sin r}$	12.88	

2. Вершина А2

Пункт		Пункт		Схема
Действия	Результат	Действия	Результат	
X <sub>А2</sub>	788.59	X <sub>А2</sub>	788.59	
Y <sub>А2</sub>	480.17	Y <sub>А2</sub>	480.17	
X <sub>4</sub>	801.40	X <sub>5</sub>	776.04	
Y <sub>4</sub>	486.14	Y <sub>5</sub>	477.08	
$\Delta X = X_{А2} - X$	-12.81	$\Delta X = X_{А2} - X$	12.55	
$\Delta Y = Y_{А2} - Y$	-5.97	$\Delta Y = Y_{А2} - Y$	3.09	
$r_{ЮЗ} = \arctg \frac{\Delta Y}{\Delta X}$	24°59'15''	$r_{CB} = \arctg \frac{\Delta Y}{\Delta X}$	13°49'55''	
$\alpha_{4-А2}$	204°59'15''	$\alpha_{5-А2}$	13°49'55''	
$d = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$	14.13	$d = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$	12.92	
$d = \frac{\Delta X}{\cos r}$	14.13	$d = \frac{\Delta X}{\cos r}$	12.92	
$d = \frac{\Delta Y}{\sin r}$	14.13	$d = \frac{\Delta Y}{\sin r}$	12.92	

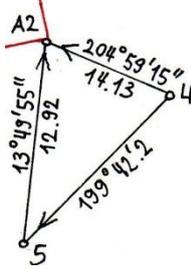
Продолжение приложения 10

3. Вершина А1

Пункт		Пункт		Схема
Действия	Результат	Действия	Результат	
$X_{A1}$	778.87	$X_{A1}$	778.87	
$Y_{A1}$	468.75	$Y_{A1}$	468.75	
$X_5$	776.04	$X_1$	765.25	
$Y_5$	477.08	$Y_1$	477.16	
$\Delta X = X_{A1} - X$	2.83	$\Delta X = X_{A1} - X$	13.62	
$\Delta Y = Y_{A1} - Y$	-8.33	$\Delta Y = Y_{A1} - Y$	-8.41	
$r_{C3} = \arctg \frac{\Delta Y}{\Delta X}$	71°14'08''	$r_{C3} = \arctg \frac{\Delta Y}{\Delta X}$	31°41'39''	
$\alpha_{5-A1}$	288°45'52''	$\alpha_{1-A1}$	328°18'21''	
$d = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$	8.80	$d = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$	16.01	
$d = \frac{\Delta X}{\cos r}$	8.80	$d = \frac{\Delta X}{\cos r}$	16.01	
$d = \frac{\Delta Y}{\sin r}$	8.80	$d = \frac{\Delta Y}{\sin r}$	16.01	

$\beta_{A1} = 39^\circ 32' 29''$   
 $\beta_5 = 109^\circ 06' 46''$   
 $\beta_1 = 31^\circ 20' 45''$   
 $\Sigma = 180^\circ 00' 00''$

4. Вершина Б1

Пункт		Пункт		Схема
Действия	Результат	Действия	Результат	
$X_{B1}$	782.68	$X_{B1}$	782.68	
$Y_{B1}$	465.51	$Y_{B1}$	465.51	
$X_2$	778.52	$X_3$	791.25	
$Y_2$	458.47	$Y_3$	471.17	
$\Delta X = X_{B1} - X$	4.16	$\Delta X = X_{B1} - X$	-8.57	
$\Delta Y = Y_{B1} - Y$	7.04	$\Delta Y = Y_{B1} - Y$	-5.66	
$r_{CB} = \arctg \frac{\Delta Y}{\Delta X}$	59°25'15''	$r_{ЮЗ} = \arctg \frac{\Delta Y}{\Delta X}$	33°26'33''	
$\alpha_{2-B1}$	59°25'15''	$\alpha_{3-B1}$	213°26'33''	
$d = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$	8.18	$d = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$	10.27	
$d = \frac{\Delta X}{\cos r}$	8.18	$d = \frac{\Delta X}{\cos r}$	10.27	
$d = \frac{\Delta Y}{\sin r}$	8.18	$d = \frac{\Delta Y}{\sin r}$	10.27	

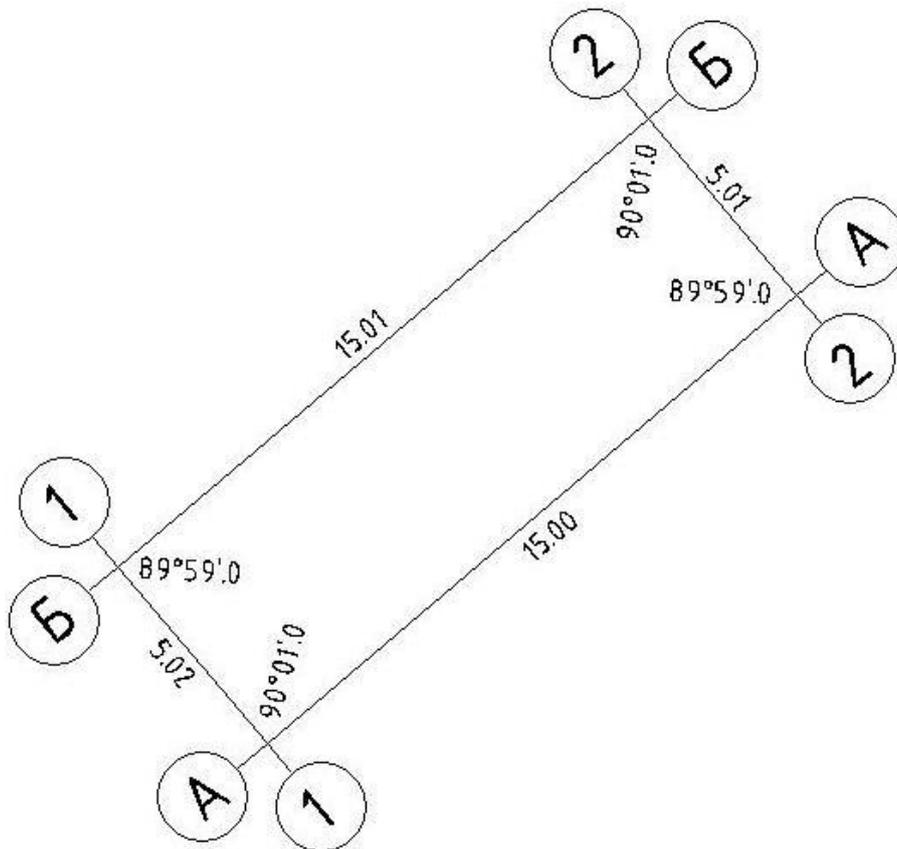
$\beta_{B1} = 154^\circ 01' 18''$   
 $\beta_2 = 14^\circ 31' 33''$   
 $\beta_3 = 11^\circ 27' 09''$   
 $\Sigma = 180^\circ 00' 00''$



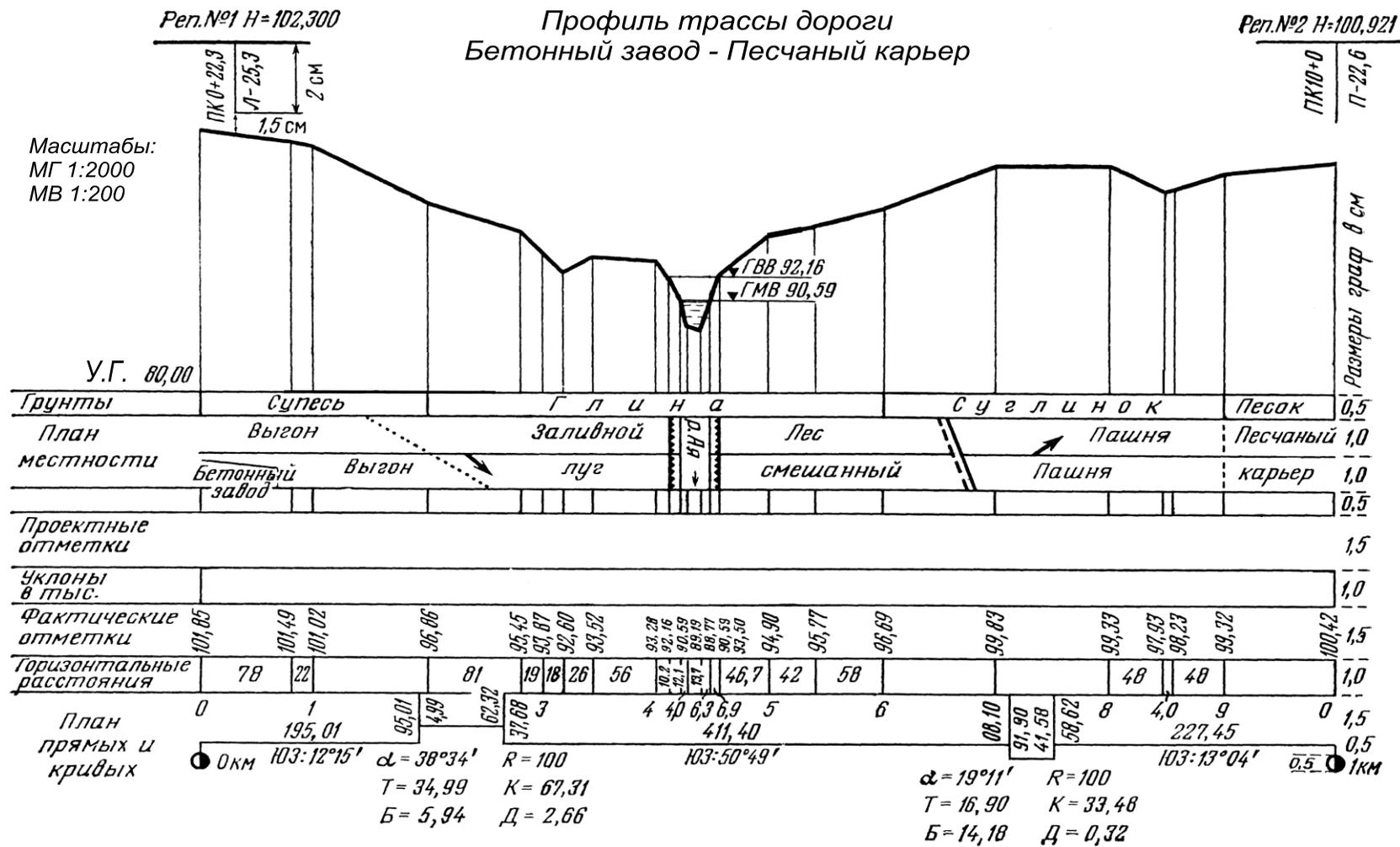
Образец журнала измерения внутренних углов сооружения

№№ станций	№№ пунктов	Отсчеты по ГК		Длина линии	Средняя длина	Схема
		КЛ	КП			
Б2	Б2 с Б1	290°02.0'	114°40.0'	5.00	5.01	
	Б2 с А2	200°00.0'	24°40.0'	5.02		
	$\Delta\beta$	90°02.0'	90°00.0'			
	$\beta_{\text{ср}}$	90°01.0'				
А2	А2 с Б2	348°26.0'	174°17.0'	15.01	15.00	
	А2 с А1	258°26.0'	84°19.0'	14.99		
	$\Delta\beta$	90°00.0'	89°58.0'			
	$\beta_{\text{ср}}$	89°59.0'				
А1	А1 с А2	237°44.0'	57°46.0'	5.01	5.02	
	А1 с Б1	147°44.0'	327°44.0'	5.03		
	$\Delta\beta$	90°00.0'	90°02.0'			
	$\beta_{\text{ср}}$	90°01.0'				
Б1	Б1 с А1	335°38.0'	155°42.0'	15.00	15.01	
	Б1 с Б2	245°40.0'	65°42.0'	15.02		
	$\Delta\beta$	89°58.0'	90°00.0'			
	$\beta_{\text{ср}}$	89°59.0'				

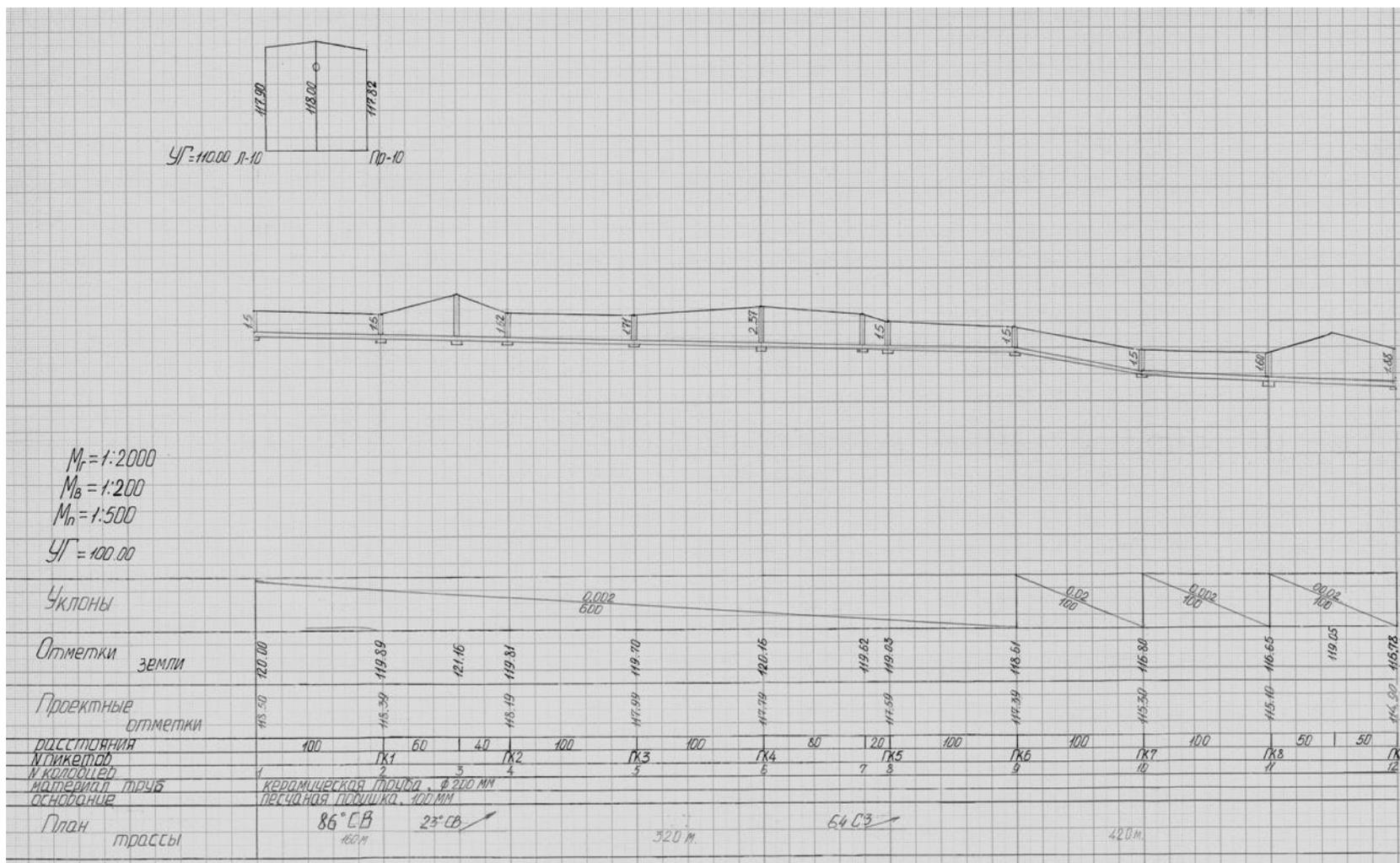
Исполнительная схема разбивочных осей



Пример оформления продольного профиля продольно-поперечного нивелирования трассы автомобильной дороги



Профиль продольно-поперечного нивелирования трассы трубопровода

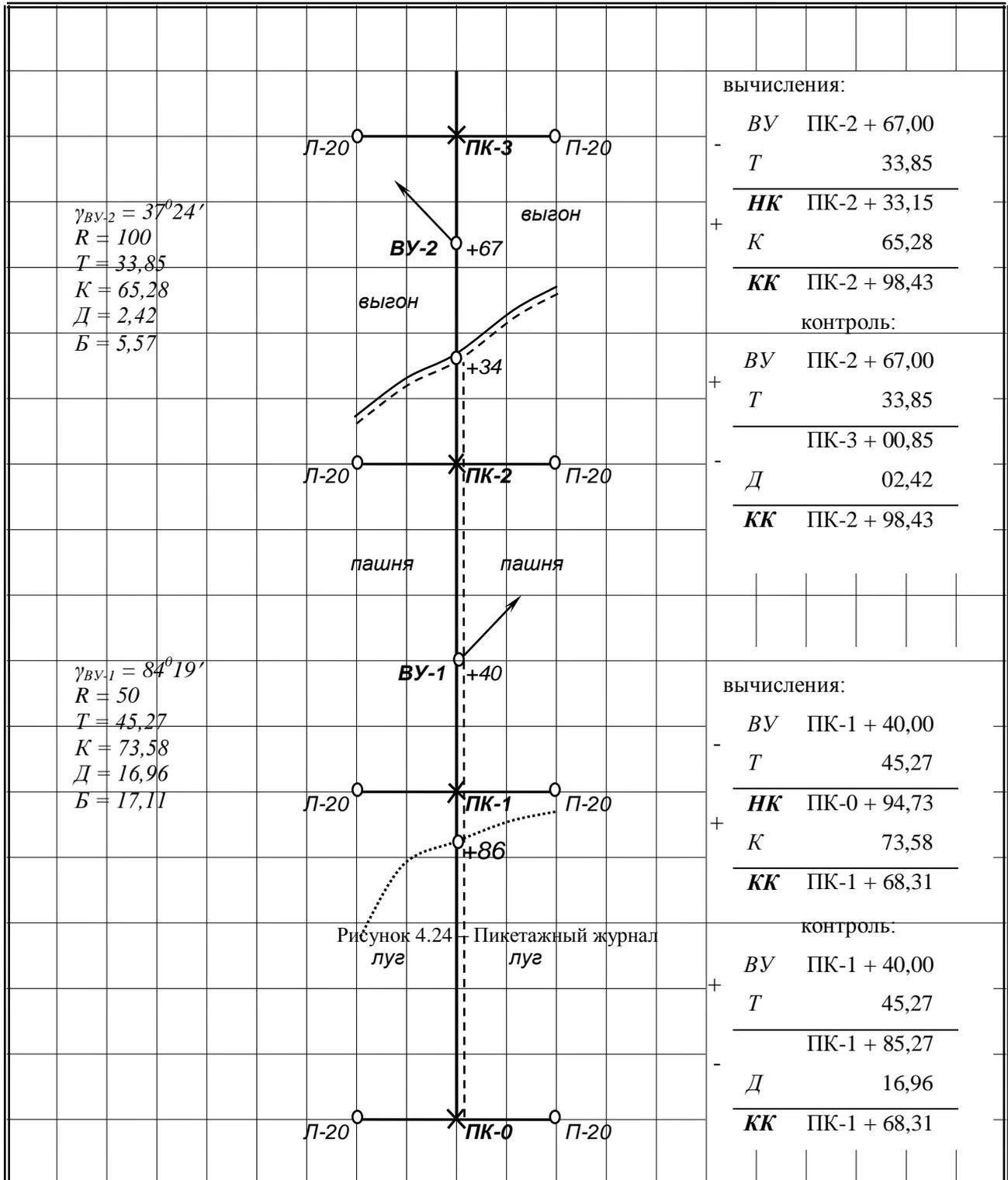


## Ведомость прямых и кривых

Номер вершины	Километры	Положение вершины, ПК+	Углы поворота		Элементы круговых кривых					Положение		Прямая вставка, м	Расстояния между вершинами углов, L, м	Дирекционный угол, $\alpha$	Румб, градус	
			Величина угла		Радиус R, м	Тангенс T, м	Кривая K, м	Биссектриса B, м	Домер D, м	Начало кривой (НК) ПК+	Конец кривой (КК) ПК+					
			вправо, градус $\gamma_{пр}$	влево, градус $\gamma_{л}$												
н. тр. ПК 0+00																
												223,38	1150	299	СЗ 61	
ВУ 1	2	11+50		49,3	2010	926,62	1756,32	203,31	96,92	2+23,38	19+59,89					
												1584,8	3050	249,5	ЮЗ 69,50	
ВУ 2	5	40+83,27	30		2010	538,58	1052,43	70,91	24,72	35+44,69	45+97,13					
												2945,41	4400	279,5	СЗ 80,50	
ВУ 3	9	84+58,55		49	2010	916,01	1718,97	198,89	113,04	75+42,54	92+16,51					
												664,29	2717,5	230,5	ЮЗ 50,50	
ВУ 4	12	110+63,00	59		2010	1137,2	2069,79	299,4	204,62	99+25,80	119+95,59					
												204,61	1341,8	289,5	ЮЗ 70,50	
к. тр. ПК 122+20,00																

Контроль: 1.  $\sum \gamma_{пр} - \sum \gamma_{л} =$   
 2.  $L = \sum d - \sum D =$   
 3.  $L = \sum K + \sum P =$

Пример оформления пикетажного журнала трассы автомобильной дороги



вычисления:	
ВУ	ПК-2 + 67,00
T	33,85
<hr/>	
НК	ПК-2 + 33,15
K	65,28
<hr/>	
КК	ПК-2 + 98,43
контроль:	
ВУ	ПК-2 + 67,00
T	33,85
<hr/>	
	ПК-3 + 00,85
Д	02,42
<hr/>	
КК	ПК-2 + 98,43

вычисления:	
ВУ	ПК-1 + 40,00
T	45,27
<hr/>	
НК	ПК-0 + 94,73
K	73,58
<hr/>	
КК	ПК-1 + 68,31
контроль:	
ВУ	ПК-1 + 40,00
T	45,27
<hr/>	
	ПК-1 + 85,27
Д	16,96
<hr/>	
КК	ПК-1 + 68,31

Рисунок 4.24 Пикетажный журнал луг

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. СВЕДЕНИЯ О ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ	4
1.1 Цели и задачи практики	4
1.2 Содержание практики	6
1.3 Организация практики	7
1.4 Обязанности студентов на практике	9
1.5 Основные требования техники безопасности и охраны окружающей среды	9
2. ПРАВИЛА ОБРАЩЕНИЯ С ГЕОДЕЗИЧЕСКИМИ ПРИБОРАМИ	12
2.1 Порядок проверки технического состояния геодезических приборов при получении и сдачи их на склад	12
3. РАБОТА С ГЕОДЕЗИЧЕСКИМИ ПРИБОРАМИ	16
3.1 Подготовка приборов к работе	16
3.2 Выполнение угловых и линейных измерений	19
3.3 Определение превышений между точками местности геометрическим нивелированием	24
4. УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТ	26
4.1 Создание планово-высотной геодезической сети (геодезического обоснования) строительной площадки	26
4.2 Геодезическая подготовка проекта к выносу и вынос проекта в натуру	32
4.3 Продольно-поперечное нивелирование и проектирование трассы линейного сооружения	34
4.4 Нивелирование поверхности с элементами вертикальной планировки	42
5. РЕШЕНИЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ НА МЕСТНОСТИ	50
5.1 Вынос в натуру проектного горизонтального угла и проектной длины линии	50
5.2 Перенесение на местность проектной отметки	51
5.3 Определение неприступного расстояния	52
5.4 Определения высоты сооружения	53
5.5 Определение крена сооружения	
6. ОБЩИЕ ПРАВИЛА ВЕДЕНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ ПРАКТИКИ	55
6.1 Требования к ведению полевой документации и материалам ее обработки	55
6.2 Основные требования к содержанию и оформлению отчета	57
6.3 Контроль работ и порядок сдачи отчета по практике	59
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	60
Библиографический список	61

Приложения		62
Приложение 1.	Пример оформления титульного листа отчёта об учебной геодезической практике	63
Приложение 2.	Пример оформления журнала измерения углов и линий теодолитного хода	64
Приложение 3.	Пример оформления схемы теодолитного хода	65
Приложение 4.	Пример оформления ведомости координат (замкнутый теодолитный ход)	66
Приложение 5.	Пример оформления журнала технического нивелирования	67
Приложение 6.	Пример оформления схемы нивелирного хода	68
Приложение 7.	Пример оформления плана геодезического обоснования	69
Приложение 8.	Примерное оформление вычисления дирекционного угла исходной стороны	70
Приложение 9.	Вычисление проектных координат вершин инженерного сооружения	71
Приложение 10.	Расчет разбивочных элементов	72
Приложение 11.	Пример оформления разбивочного чертежа	74
Приложение 12.	Образец журнала измерения внутренних углов сооружения	75
Приложение 13.	Пример оформления продольного профиля продольно-поперечного нивелирования трассы автомобильной дороги	76
Приложение 14.	Профиль продольно-поперечного нивелирования трассы трубопровода	77
Приложение 15.	Ведомость прямых и кривых	78
Приложение 16.	Пример оформления пикетажного журнала трассы автомобильной дороги	79

Учебное издание

## ГЕОДЕЗИЯ

Учебно-методическое пособие по учебной геодезической практике  
для студентов 1-го курса направления подготовки бакалавра  
270800.62 «Строительство»

Составители: доц. Костылев Владимир Алексеевич,  
ст.преп. Шумейко Вячеслав Владиславович,  
асс. Барсуков Кирилл Григорьевич

Редактор: Акритова Е.В.

Подписано в печать 2013. Формат 50/84 1/8. Уч. изд. л. 4,0.  
Уч. изд. Усл.печ. л. 4,2. Бумага писчая. Тираж 200 экз. Заказ № 683

Отпечатано: отдел оперативной полиграфии Воронежского  
государственного архитектурно-строительного университета  
394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84