



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИГДиТ  
С.Е. Гавришев

25.02.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ГЕОДЕЗИЯ И МАРКШЕЙДЕРИЯ***

Направление подготовки (специальность)  
21.05.04 ГОРНОЕ ДЕЛО

Направленность (профиль/специализация) программы  
21.05.04 специализация N 9 «Горные машины и оборудование»

Уровень высшего образования - специалитет

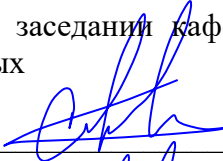
Форма обучения  
заочная

Институт/ факультет	Институт горного дела и транспорта
Кафедра	Геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых
Курс	2, 5

Магнитогорск  
2019 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по специальности 21.05.04  
ГОРНОЕ ДЕЛО (приказ Минобрнауки России от 17.10.2016 г. № 1298)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Геологии,  
маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых  
23.01.2020, протокол № 5


Зав. кафедрой  И.А. Гришин

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИГДиТ  
25.02.2020 г. протокол № 7

Председатель  С.Е. Гавришев

Согласовано:


Зав. кафедрой Горных машин и транспортно-технологических комплексов

 А.Д. Кольга

Рабочая программа составлена:

ст. преподаватель кафедры ГМДиОПИ,  С. О. Картунова

Рецензент:

директор ООО «Магнитогорская маркшейдерско-геодезическая компания» ,  
 А. А. Шекунова

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения

Протокол от 01 сентября 2020 г. № 1  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ И.А. Гришин

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ И.А. Гришин

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ И.А. Гришин

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ И.А. Гришин

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ И.А. Гришин

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ И.А. Гришин

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ И.А. Гришин

### 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Геодезия и маркшейдерия» являются: формирование у будущего горного инженера знаний совокупности геодезических и маркшейдерских работ, обеспечивающих деятельность вышеуказанных предприятий на любом этапе их существования, особенностей их выполнения, области применения.

Задачи дисциплины «Геодезия и маркшейдерия» заключается в обучении студентов способам производства геодезических измерений на местности, на различных графических материалах: топографических картах и планах, профилях.

### 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Геодезия и маркшейдерия входит в базовую часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Физика

История горного дела

Геомеханика

Строительная геотехнология

Открытая разработка месторождений полезных ископаемых

Подземная разработка месторождений полезных ископаемых

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Производственная - преддипломная практика

Научно-исследовательская работа

### 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Геодезия и маркшейдерия» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-6	готовностью использовать научные законы и методы при оценке состояния окружающей среды в сфере функционирования производств по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов
Знать	- основные определения и понятия при оценки окружающей среды - основные методы исследований, используемых в процессе оценки в сфере горного производства. - определения процессов оценки в сфере строительства и эксплуатации подземных горных предприятий.
Уметь	- выделять общее состояние окружающей среды. - обсуждать способы эффективного решения , научные законы и методы при оценке состояния окружающей среды в сфере функционирования горного производства. -корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания в процессах оценки в сфере строительства и эксплуатации подземных горных предприятий.

Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>- способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов в определении состояния окружающей среды.</li> <li>- основными методами решения задач в области определения научных законов и методов при оценке состояния окружающей среды в сфере функционирования горного производства.</li> <li>- способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды при определении процессов оценки в сфере строительства и эксплуатации подземных горных предприятий.</li> </ul>
ПК-1 владением навыками анализа горно-геологических условий при эксплуатационной разведке и добыче твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>-основные определения и понятия горно-геологических условий МПИ</li> <li>-основные методы исследований, используемых при добычи полезного ископаемого.</li> <li>-определения процессов оценки и анализа горно-геологических условий при строительстве и эксплуатации подземных объектов</li> </ul>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>- выделять общее состояние анализа горно-геологических условий в общем</li> <li>- обсуждать способы эффективного решения рационального использования добычи полезного ископаемого</li> <li>- корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания рационально использовать методы анализа горно-геологических условий при строительстве и эксплуатации подземных объектов.</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>- способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов при анализе горно-геологических условий полезного ископаемого</li> <li>-основными методами решения задач в области определения научных законов и методов при использования добычи полезного ископаемого</li> <li>- способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды и рационально использовать методы анализа горно-геологических условий при строительстве и эксплуатации подземных объектов.</li> </ul>
ПК-12 готовностью оперативно устранять нарушения производственных процессов, вести первичный учет выполняемых работ, анализировать оперативные и текущие показатели производства, обосновывать предложения по совершенствованию организации производства	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>-основные определения и понятия производственных процессов</li> <li>- основные методы исследований, используемых при нарушениях и первичный учет выполняемых работ</li> <li>- определения процессов оценки оперативных и текущих показателей производства, обосновывать предложения по совершенствованию организации производства.</li> </ul>

Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>- выделять общее состояние и устранять нарушения в производственных процессах</li> <li>- обсуждать способы эффективного решения и вести первичный учет выполняемых работ</li> <li>- корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания в оперативных и текущих показателях производства, обосновывать предложения по совершенствованию организации производства.</li> </ul>
Владеть	<p>способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов и устранения нарушений в производственных процессах.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-основными методами решения задач в области определения научных законов и методов при правильном ведении первичного учета выполняемых работ.</li> <li>- способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды при использовании оперативных и текущих показателей производства, обосновывать предложения по совершенствованию организации производства.</li> </ul>
<p>ПК-17 готовностью использовать технические средства опытно-промышленных испытаний оборудования и технологий при эксплуатационной разведке, добыче, переработке твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов</p>	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>- основные определения и понятия основных технических средств опытно-промышленных испытаний оборудования</li> <li>-основные методы исследований, используемых технологий при эксплуатационной разведке</li> <li>-определения процессов оценки технических средств при добыче, переработке твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов.</li> </ul>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>- выделять общее состояние используемых технических средств опытно-промышленных испытаний оборудования</li> <li>- обсуждать способы эффективного решения технологии при эксплуатационной разведке</li> <li>- корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания и технические средства при добыче, переработке твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов.</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>- способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов при использовании технических средств опытно-промышленных испытаний оборудования</li> <li>- основными методами решения задач в области определения научных законов и методов и технологий при эксплуатационной разведке</li> <li>- способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды и технических средств при добыче, переработке твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов.</li> </ul>

<p>ПК-20 умением разрабатывать необходимую техническую и нормативную документацию в составе творческих коллективов и самостоятельно, контролировать соответствие проектов требованиям стандартов, техническим условиям и документам промышленной безопасности, разрабатывать, согласовывать и утверждать в установленном порядке технические, методические и иные документы, регламентирующие порядок, качество и безопасность выполнения горных, горно-строительных и взрывных работ</p>	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>- основные определения и понятия технической и нормативной документации</li> <li>- основные методы исследований, используемых при контроле соответствия проектов требованиям стандартов</li> <li>- определения процессов оценки и разработки контроля по нормативной документации. Контролировать на соответствие с нормативными документами.</li> </ul>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>- выделять общее состояние технической и нормативной документации</li> <li>- обсуждать способы эффективного решения и правила контроля соответствия проектов требованиям стандартов</li> <li>- корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания требований стандартов, технических условий и документы промышленной безопасности, при разработке проектов.</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>- способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов при создания технической и нормативной документации</li> <li>- основными методами решения задач в области определения научных законов и методов контроля за проектными решениями в соответствии с требованиями стандартов</li> <li>- способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды и навыками во внедрении автоматизированных систем управления при разработке необходимой технической, нормативной и проектной документации.</li> </ul>

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц 180 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 17,1 акад. часов;
- аудиторная – 16 акад. часов;
- внеаудиторная – 1,1 акад. часов
- самостоятельная работа – 155,1 акад. часов;

– подготовка к зачёту – 3,9 акад. часа

Форма аттестации - зачет с оценкой, зачет

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. 1. Раздел Геодезия. Установочная сессия								
1.1 Предмет, задачи и методы геодезии, основные этапы истории её развития и связь с другими науками. Определение положения точек на поверхности Земли и общее представление о системах координат в геодезии. Ориентирование линий. Прямая и обратная геодезические задачи	2	2	2		17,4	Проработка лекционного материала, работа с учебной литературой. Выполнение лабораторной работы.	Текущий контроль успеваемости. Защита лабораторной работы, ответы на вопросы	ОПК-6, ПК-1
1.2 Общие сведения о измерениях. Угловые измерения. Геодезические съемки. Проложение нивелирного хода в лабораторных условиях. Составление совмещенного плана теодолитно-тахеометрической съемки в масштабе 1:1000 по результатам выполненной контрольной работы		2	2		18	Съемка пикетов в лабораторных условиях, расчетные работы. Проработка лекционного материала, работа с учебной литературой	Защита лабораторной работы.	ОПК-6, ПК-12, ПК-17
Итого по разделу		4	4		35,4			
2. 2. Раздел Зимняя сессия								
2.1 Тема Выполнение контрольной работы по составлению совмещенного плана теодолитной и тахеометрической съемок в масштабе 1:1000. Расчетные работы.	2		2		58	Вычерчивание топографического плана	Защита выполненной контрольной работы	ОПК-6, ПК-1, ПК-12, ПК-17
Итого по разделу			2		58			



Итого за семестр	4	6		93,4		зао	
3. 1. Раздел Маркшейдерия. Зимняя сессия							
3.1 Введение. Маркшейдерская до-кументация. Геомет-ризация месторож-дений полезных ископаемых. Маркшейдерские работы при разработке месторождений. Оперативное пла-нирование добычи руды	5	1	1	5,7	Расчетные работы	Защита выполненных практических работ	ОПК-6, ПК-1, ПК-12, ПК-17
3.2 Маркшейдерские сети на поверхности и в подземных выработках. Ориентирно-соединительные съемки. Съемка подробностей горных выработок - объекты съемок; методы марк-шейдерских съемок; тахеометрический, фотограмметрический, съемка сечений выработок		1	1	12	Проработка лекционного материала, работа с учебной литературой	Ответы на поставленные работы	ПК-20
Итого по разделу		2	2	17,7			
4. 2. Раздел Летняя сессия							
4.1 Специальные маркшейдерские работы: построение предохранительного целика под здание.	5		2	44	Построение предохранительного целика	Защита выполненных практических работ	ОПК-6, ПК-1, ПК-12, ПК-17
Итого по разделу			2	44			
Итого за семестр		2	4	61,7		зачёт	
Итого по дисциплине		6	6	155,1		зачет с оценкой, зачет	ОПК-6,ПК-1,ПК-12,ПК-17,ПК-20

## **5 Образовательные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Геодезия и маркшейдерия» используются традиционная, проектно-исследовательская и модульно - компетентностная технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Картография с основами топографии» происходит с использованием мультимедийного оборудования.

Лекции проходят в традиционной форме, в форме консультаций, проблемных и диалоговых лекций. Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса (задачи) и поиска путей его решения. На лекциях – консультациях изложение нового материала

сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы.

При проведении практических занятий используются работа в команде и методы ИТ (применение компьютеров для доступа к Интернет-ресурсам).

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки домашних заданий, при решении задач на практических занятиях, при подготовке к контрольным работам и итоговой аттестации

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Ерилова, И.И. Геодезия [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.И. Ерилова. — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2017. — 55 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/105279>. — Загл. с экрана.

2. Несмеянова, Ю.Б. Геодезия : лабораторный практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.Б. Несмеянова. — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2015. — 54 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93650>. — Загл. с экрана.

3. Дьяков, Б.Н. Геодезия [Электронный ресурс] : учебник / Б.Н. Дьяков. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 416 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/102589>. — Загл. с экрана.

4. Захаров, М.С. Картографический метод и геоинформационные системы в инженерной геологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.С. Захаров, А.Г. Кобзев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 116 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/97679>. — Загл. с экрана

### **б) Дополнительная литература:**

1. Геодезия [Электронный ресурс]: Учебник / В.Н. Попов, С.И. Чекалин. - М.: Горная книга, 2007. - 722с. Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=3294](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=3294). — Заглавие с экрана ISBN: 5-91003-028-6

2. Г.В. Багратуни, В.Н. Ганьшин, Б.Б. Данилевич. Инженерная геодезия. М.: Недра, 1984

Б.С. Хейфец, Б.Б. Данилевич. Практикум по инженерной геодезии. М.: Недра, 1987

3. Д.Н. Оглобин. Маркшейдерское дело – М.: Недра, 1981.

**в) Методические указания:**

1. В.Н. Хонякин, И.И. Опалев. Рабочая тетрадь по дисциплинам «Геодезия», «Геодезия и маркшейдерия» и «Инженерная геодезия» для студентов специальностей 130404, 130408, 190701, 270105, 270109, 270205. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2011.

В приложении А

2. В.Н. Хонякин, И.И. Опалев. Контрольная работа по составлению совмещенного плана теодолитной и тахеометрической съемок в масштабе 1:1000 с использованием геодезического панно Г.И. Хунджуа. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2011.

Приложение Б

3. Н.В.Рубцов. Работа с теодолитом. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Инженерная геодезия» для студентов специальностей 050103, 270102, 270105, 270106, 270112, 270205, 130402 и направлений 2070100. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010.

4. В.Н. Хонякин. Работа с нивелиром. Методические указания к лабораторным занятиям по дисциплинам «Инженерная геодезия», «Геодезия и маркшейдерия», «Картография с основами топографии» для студентов специальностей 050103, 270102, 270105, 270106, 270112, 270205, 130402 и направлений 2070100. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010. Приложение В

5. В.Н. Хонякин. Графические работы. Методические указания по составлению совмещенного плана теодолитно-тахеометрической съемки по дисциплинам «Геодезия», «Геодезия и маркшейдерия», «Инженерная геодезия» и «Картография с основами топографии» для студентов специальностей 050103, 270102, 270105, 270106, 270109, 270301, 130402 дневной формы обучения. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010 – 32с. Приложение Г

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Windows 7 Professional (для классов)	Д-757-17 от 27.06.2017	27.07.2018
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>

## **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории    Оснащение аудитории

Лекционная аудитория    В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются - лекционная аудитория,

мультимедийные

средства хранения, передачи и представления учебной информации, а также имеющиеся на кафедре средства

обучения.

Практические занятия    Геодезические приборы: теодолиты Т30, 2Т30, нивелиры НЗ, Н10К; нивелирные рейки, вехи, шпильки. Обучающие компьютерные программы по расчету ведомости координат, величин углов, решению прямой и обратной

геодезических

задач и др. Плакатный материал. Программы, разработанные на кафедре, с помощью программных продуктов

CREDO, NEWZEM, ИНГЕО.

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

Аудиторная самостоятельная работа студентов на практических занятиях осуществляется под контролем преподавателя в виде работы с картами, решения задач и выполнения упражнений, подготовленными сообщениями, публичные выступления на занятии, темы которых определяет для студентов преподаватель.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в виде самостоятельного поиска материала по заданной тематике, чтения с проработкой материала и выполнения домашних заданий с консультациями преподавателя.

### **Содержание и объем самостоятельной работы студентов.**

В.Н. Хонякин. Графические работы. Методические указания по составлению совмещенного плана теодолитно-тахеометрической съемки по дисциплинам «Геодезия», «Геодезия и маркшейдерия», «Инженерная геодезия» и «Картография с основами топографии» для студентов специальностей 050103, 270102, 270105, 270106, 270109, 270301, 130402 дневной формы обучения. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010 – 32с.

**Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

### **Вопросы для защиты лабораторных работ**

#### Лабораторная работа № 1

1. Что называется масштабом плана или карты?
2. Что называется численным масштабом плана или карты?
3. Перечислите стандартные численные масштабы топографических карт.
4. Расскажите принцип построения поперечного масштаба.
5. Приведите формулу наименьшего деления поперечного масштаба.
6. Что называется графической точностью?
7. Что называется точностью масштаба плана или карты?

#### Лабораторная работа № 2

1. Перечислите типы отсчетных устройств теодолитов.
2. Что называется ценой деления лимба?
3. Перечислите основные правила обращения с теодолитом.
4. Что называется эксцентриситетом алидады?

#### Лабораторная работа № 3

1. Расскажите о последовательности измерения горизонтального угла способом приемов.
2. Почему горизонтальные углы измеряют при двух положениях вертикального круга?
3. Как учесть влияние центрировки и редукции на измеренный горизонтальный угол?
4. Почему недопустимо наводить зрительную трубу на Солнце без светофильтра?

#### Лабораторная работа № 4

1. Для какой цели служит теодолит?
2. Назовите типы теодолитов.
3. Назовите части теодолита.
4. Перечислите основные оси и плоскости теодолита и их взаимное расположение.
5. Что называется визирной и оптической осями зрительной трубы?
6. Из каких оптических компонентов состоят зрительные трубы с внутренним фокусированием?
7. Как подготовить зрительную трубу для наблюдений?
8. Как устранить параллакс сетки нитей зрительной трубы?
9. Что называется увеличением зрительной трубы и как оно определяется?
10. Что называется полем зрения зрительной трубы и как оно определяется?
11. Что является осью цилиндрического и круглого уровней?
12. Что понимают под чувствительностью уровня?
13. Перечислите условия поверок теодолита.
14. Как выполнить основную поверку теодолита и юстировку уровня при алидаде горизонтального круга?

#### Лабораторная работа № 5

1. Как ориентировать лимб горизонтального круга по линии местности?
2. Порядок работы на станции при наборе съемочных пикетов в процессе тахеометрической съемки местности.
3. Что называется местом нуля вертикального круга, как оно определяется и по каким формулам вычисляется?
4. Что называется углом наклона линии визирования и по каким формулам он вычисляется?
5. Как определяется коэффициент нитяного дальномера полевым способом?
6. По какой формуле вычисляется горизонтальное проложение линии, измеренной нитяным дальномером?
7. Что называется абсолютной, условной и относительной высотами?
8. Напишите формулы вычисления превышений, определяемых тригонометрическим нивелированием.

#### Лабораторная работа № 6

1. Расскажите о порядке работы на станции при проложении нивелирного хода.

2. Что называется разностью пядок (разностью высот нолей) нивелирной рейки?
3. Какое допущается колебание разности пядок и превышений на станции?
4. Какие точки нивелирного хода называют связующими и промежуточными?
5. По какой формуле вычисляется допустимая невязка нивелирного хода?
6. Что называется уклоном линии местности и по каким формулам он вычисляется?

#### Лабораторная работа № 7

1. Что называется поверкой и юстировкой технических средств измерений?
2. Перечислите условия поверок нивелира НЗ.
3. Как выполняется основная поверка нивелира НЗ?
4. Перечислите части нивелира НЗ.
5. Для чего у нивелира предназначен элевационный винт?
6. Как привести в отвесное положение ось вращения нивелира?

#### Лабораторная работа № 8

1. Что называется пикетом, плюсовой точкой?
2. Перечислите элементы круговой кривой и главные точки на кривой.
3. Назовите способы разбивки круговой кривой.
4. Как выполняется детальная разбивка закруглений способом прямоугольных координат?
5. Что называется профилем линии местности?
6. Что понимают под рабочей отметкой и как ее вычислить?

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

В образовательной программе специалитета по дисциплине «Геодезия и маркшейдерия» включены следующие компетенции: ОПК-6, ПК-1, ПК-12, ПК-17, ПК-20.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**знать** основные процессы полевых работ и их камеральной обработки; угловые и линейные измерения; погрешности измерений; геодезические работы при строительстве сооружений и горных предприятий, способы развития съёмочного обоснования, основные типы сбоек, особенности маркшейдерских работ при различных системах разработки рудных месторождений;

**уметь** использовать топографо-геодезический материал, выполнять типичные геодезические измерения при помощи основных геодезических приборов, производить съемки выработок с необходимой точностью, свободно читать графические материалы: топографические и гипсометрические планы, профили и разрезы, а также наносить результаты измерений и съемок на планы, профили и разрезы, получать с их помощью необходимые данные для вынесения проекта в натуру, решать различные горнотехнические задачи;

**владеть** работой с геодезическими приборами и инструментами, решения геодезических задач на планах и картах; выполнения теодолитной и топографической съемок, ведения основных видов съемок, как земной поверхности, так и горных выработок, обработки результатов измерений.



**а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:**

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ОПК-6 готовностью использовать научные законы и методы при оценке состояния окружающей среды в сфере функционирования производств по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных горных предприятий		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>- основные определения и понятия при оценки окружающей среды</li> <li>- основные методы исследований, используемых в процессе оценки в сфере горного производства.</li> <li>- определения процессов оценки в сфере строительства и эксплуатации подземных горных предприятий.</li> </ul>	<p>Контрольные вопросы</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Астрономическая система координат.</li> <li>2. Геодезическая система координат.</li> <li>3. Равноугольная (конформная) поперечно-цилиндрическая проекция Гаусса-Крюгера, ее свойства.</li> <li>4. Зональная система прямоугольных координат Гаусса-Крюгера.</li> <li>5. Ориентирование линий местности, ориентирные углы.</li> <li>6. Истинный азимут, сближение меридианов.</li> <li>7. Магнитный азимут, склонение магнитной стрелки.</li> <li>8. Дирекционные углы и румбы линий местности.</li> </ol>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>- выделять общее состояние окружающей среды.</li> <li>- обсуждать способы эффективного решения , научные законы и методы при оценке состояния окружающей среды в сфере функционирования горного производства.</li> <li>-корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания в процессах оценки в сфере</li> </ul>	<p>Лабораторная работа № 1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что называется масштабом плана или карты?</li> <li>2. Что называется численным масштабом плана или карты?</li> <li>3. Перечислите стандартные численные масштабы топографических карт.</li> <li>4. Расскажите принцип построения поперечного масштаба.</li> <li>5. Приведите формулу наименьшего деления поперечного масштаба.</li> <li>6. Что называется графической точностью?</li> <li>7. Что называется точностью масштаба плана или карты?</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	строительства и эксплуатации подземных горных предприятий.	
Владеть	<p>-способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов в определении состояния окружающей среды.</p> <p>- основными методами решения задач в области определения научных законов и методов при оценке состояния окружающей среды в сфере функционирования горного производства.</p> <p>- способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды при определении процессов оценки в сфере строительства и эксплуатации подземных горных предприятий.</p>	<p>Выполнение и защита контрольных работ, ответы на поставленные при сдаче работы вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. По какой формуле рассчитываются приращения координат?</li> <li>2. Как создать палетку проф. Соболевского?</li> </ol>
ПК-1 владением навыками анализа горно-геологических условий при эксплуатационной разведке и добыче твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов		
Знать	-основные определения и понятия	Контрольные вопросы

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>горно-геологических условий МПИ</p> <p>-основные методы исследований, используемых при добычи полезного ископаемого.</p> <p>-определения процессов оценки и анализа горно-геологических условий при строительстве и эксплуатации подземных объектов</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сущность геометризации месторождений полезных ископаемых.</li> <li>2. Методы геометризации месторождений.</li> <li>3. Гипсометрические планы.</li> <li>4. Графики изолиний мощности залежи.</li> <li>5. Планы изоглубин залегания залежи.</li> </ol> <p>Ориентирование подземных съемок через штольню</p>
Уметь	<p>- выделять общее состояние анализа горно-геологических условий в общем</p> <p>- обсуждать способы эффективного решения рационального использования добычи полезного ископаемого</p> <p>- корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания рационально использовать методы анализа горно-геологических условий при строительстве и эксплуатации подземных объектов.</p>	<p>Оконтуривание залежей полезных ископаемых по результатам разведки месторождения в масштабе 1:1000</p> <p>Построение горно-геометрических графиков, математические действия с топографическими поверхностями</p> <p>Подсчет запасов полезного ископаемого методом объемной палетки ПК. Соболевского</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Владеть	<p>- способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов при анализе горно-геологических условий полезного ископаемого</p> <p>- основными методами решения задач в области определения научных законов и методов при использовании добычи полезного ископаемого</p> <p>- способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды и рационально использовать методы анализа горно-геологических условий при строительстве и эксплуатации подземных объектов.</p>	Подсчет запасов ПИ в программе CREDO
ПК-12 готовностью оперативно устранять нарушения производственных процессов, вести первичный учет выполняемых работ, анализировать оперативные и текущие показатели производства, обосновывать предложения по совершенствованию организации производства		
Знать	<p>- основные определения и понятия производственных процессов</p> <p>- основные методы исследований,</p>	<p>Контрольные вопросы</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Измерение расстояний стальной мерной лентой.</li> <li>2. Приведение к горизонту линий, измеренных стальной мерной лентой.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>используемых при нарушениях и первичный учет выполняемых работ</p> <p>- определения процессов оценки оперативных и текущих показателей производства, обосновывать предложения по совершенствованию организации производства.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Нивелирование, задачи и виды.</li> <li>4. Тригонометрическое нивелирование. Вывод основных формул, применение, точность.</li> <li>5. Геометрическое нивелирование, способы, вывод формул.</li> <li>6. Государственная плановая геодезическая основа России.</li> <li>7. Методы и порядок построения государственной плановой геодезической сети.</li> <li>8. Деление на классы государственной плановой геодезической сети.</li> <li>9. Государственная высотная (нивелирная) сеть России.</li> <li>10. Схема, порядок построения, классификация государственной высотной сети.</li> <li>11. Классификация погрешностей геодезических измерений.</li> <li>12. Случайные погрешности, их свойства.</li> <li>13. Маркшейдерские опорные и съемочные сети на территории рудника.</li> </ol>
Уметь	<p>- выделять общее состояние и устранять нарушения в производственных процессах</p> <p>- обсуждать способы эффективного решения и вести первичный учет выполняемых работ</p> <p>- корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания в оперативных и текущих</p>	<p>Развитие планового съемочного обоснования в подземных горных условиях. Ориентирно-соединительная через два вертикальных ствола.</p> <p>Лабораторная работа № 2</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Перечислите типы отсчетных устройств теодолитов.</li> <li>2. Что называется ценой деления лимба?</li> <li>3. Перечислите основные правила обращения с теодолитом.</li> <li>4. Что называется эксцентриситетом алидады?</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	показателях производства, обосновывать предложения по совершенствованию организации производства.	
Владеть	<p>-способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов и устранения нарушений в производственных процессах.</p> <p>-основными методами решения задач в области определения научных законов и методов при правильном ведении первичного учета выполняемых работ.</p> <p>- способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды при использовании оперативных и текущих показателей производства, обосновывать предложения по совершенствованию организации производства.</p>	<p>Защита полученных знаний во время лабораторных и практических работ</p> <p>Ответы на поставленные ранее вопросы</p>
ПК-17 готовностью использовать технические средства опытно-промышленных испытаний оборудования и технологий при		

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
эксплуатационной разведке, добыче, переработке твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов		
Знать	<p>- основные определения и понятия основных технических средств опытно-промышленных испытаний оборудования</p> <p>-основные методы исследований, используемых технологий при эксплуатационной разведке</p> <p>-определения процессов оценки технических средств при добыче, переработке твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов.</p>	<p style="text-align: center;">Контрольные вопросы</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ориентирование подземных съемок через штольню.</li> <li>2. Передача высотной отметки длинномером ДА-2.</li> <li>3. Геометрическое ориентирование через один вертикальный ствол.</li> <li>4. Ориентирование через два вертикальных ствола.</li> <li>5. Передача высотной отметки на основной горизонт при помощи длинной ленты.</li> <li>6. Задание направления прямолинейной выработки.</li> </ol>
Уметь	<p>- выделять общее состояние используемых технических средств опытно-промышленных испытаний оборудования</p> <p>- обсуждать способы эффективного решения технологии при эксплуатационной разведке</p> <p>- корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области</p>	<p>Лабораторная работа № 3</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расскажите о последовательности измерения горизонтального угла способом приемов.</li> <li>2. Почему горизонтальные углы измеряют при двух положениях вертикального круга?</li> <li>3. Как учесть влияние центрировки и редукции на измеренный горизонтальный угол?</li> <li>4. Почему недопустимо наводить зрительную трубу на Солнце без светофильтра?</li> </ol>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>знания и технические средства при добыче, переработке твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов.</p>	<p>Практическая работа</p> <p>Развитие планового съёмочного обоснования в подземных горных условиях. Ориентирно-соединительная через два вертикальных ствола.</p>
<p>Владеть</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов при использовании технических средств опытно-промышленных испытаний оборудования</li> <li>- основными методами решения задач в области определения научных законов и методов и технологий при эксплуатационной разведке</li> <li>- способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды и технических средств при добыче, переработке твердых полезных ископаемых, строительстве и</li> </ul>	<p>Расчет плановой сети в программе CREDO</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	эксплуатации подземных объектов.	
ПК-20 умением разрабатывать необходимую техническую и нормативную документацию в составе творческих коллективов и самостоятельно, контролировать соответствие проектов требованиям стандартов, техническим условиям и документам промышленной безопасности, разрабатывать локальные проекты		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>- основные определения и понятия технической и нормативной документации</li> <li>- основные методы исследований, используемых при контроле соответствия проектов требованиям стандартов</li> <li>-определения процессов оценки и разработки контроля по нормативной документации. Контролировать на соответствие с нормативными документами.</li> </ul>	<p>Контрольные вопросы</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные маркшейдерские съемки на земной поверхности</li> <li>2. Основные маркшейдерские съемки в подземных горных выработках на поверхности</li> <li>3. Тахеометрическая съемка</li> <li>4. Съемка въездной траншеи</li> <li>5. Маркшейдерские работы при БВР</li> </ol>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>- выделять общее состояние технической и нормативной документации</li> <li>- обсуждать способы эффективного решения и правила контроля соответствия проектов требованиям</li> </ul>	<p>Контрольное задание</p> <p>Составление совмещенного плана теодолитно-тахеометрической съемки в масштабе 1:1000 по результатам выполненной работы</p> <p>Практическое задание</p> <p>Маркшейдерские работы при проходке траншей. Проект трассы въездной</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>стандартов</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания требований стандартов, технических условий и документы промышленной безопасности, при разработке проектов.</li> </ul>	<p>траншеи</p>
<p>Владеть</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов при создания технической и нормативной документации</li> <li>- основными методами решения задач в области определения научных законов и методов контроля за проектными решениями в соответствии с требованиями стандартов</li> <li>- способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды и навыками во внедрении</li> </ul>	<p>При составлении совмещенного плана теодолитно-тахеометрической съемки в масштабе 1:1000 по результатам выполненной работы, объяснить на чертеже все использованные условные обозначения</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	автоматизированных систем управления при разработке необходимой технической, нормативной и проектной документации.	

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

**Примерная структура и содержание пункта:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Геодезия и маркшейдерия» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета с оценкой на первом курсе и зачета на четвертом курсе.

Зачет с оценкой по данной дисциплине проводится в устной форме в виде ответа на заданные вопросы по теории курса.

**Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации.

**Перечень вопросов к зачету по дисциплине**

**«Геодезия и маркшейдерия». Раздел «Геодезия».**

1. Наука «Геодезия», задачи.
2. Дисциплины, составляющие науку «Геодезия».
3. Фигура и размеры Земли.
  1. Системы координат, применяемые в геодезии.
  2. Астрономическая система координат.
  3. Геодезическая система координат.
  4. Равноугольная (конформная) поперечно-цилиндрическая проекция Гаусса-Крюгера, ее свойства.
  5. Зональная система прямоугольных координат Гаусса-Крюгера.
  6. Ориентирование линий местности, ориентирные углы.

7. Истинный азимут, сближение меридианов.
8. Магнитный азимут, склонение магнитной стрелки.
9. Дирекционные углы и румбы линий местности.
10. Зависимость между ориентирными углами.
11. Прямая геодезическая задача. Вывод формул и применение.
12. Обратная геодезическая задача. Вывод формул и применение.
13. Теодолит, схема устройства, части теодолита.
14. Лимб и алидада. Эксцентриситет алидады.
15. Отсчетные устройства теодолитов.
16. Зрительные трубы геодезических приборов, компоновка, основные оси.
17. Сетка нитей. Параллакс сетки нитей.
18. Уровни геодезических приборов: назначение, виды.
19. Уровни геодезических приборов: устройство.
20. Порядок измерения вертикального угла.
21. Приведение места нуля вертикального круга к отсчету близкому к  $0^{\circ} 00'$ .
22. Увеличение зрительной трубы. Метод определения.
23. Поле зрения зрительной трубы. Метод определения.
24. Типы теодолитов и их классификация.
25. Инструментальные погрешности приборов.
26. Поверки и юстировки теодолита.
27. Способы измерения горизонтальных углов.
28. Порядок измерения горизонтального угла способом приемов.
29. Измерение длин линий, приборы.
30. Компарирование мерных приборов.
31. Теория нитяного дальномера.
32. Полевой способ определения коэффициента нитяного дальномера.
33. Измерение расстояний стальной мерной лентой.
34. Приведение к горизонту линий, измеренных стальной мерной лентой.
35. Нивелирование, задачи и виды.
36. Тригонометрическое нивелирование. Вывод основных формул, применение, точность.
37. Геометрическое нивелирование, способы, вывод формул.
38. Государственная плановая геодезическая основа России.
39. Методы и порядок построения государственной плановой геодезической сети.
40. Деление на классы государственной плановой геодезической сети.
41. Государственная высотная (нивелирная) сеть России.
42. Схема, порядок построения, классификация государственной высотной сети.
43. Классификация погрешностей геодезических измерений.
44. Случайные погрешности, их свойства.
45. Маркшейдерские опорные и съемочные сети на территории рудника.
46. Сущность геометризации месторождений полезных ископаемых.
47. Методы геометризации месторождений.
48. Гипсометрические планы.
49. Графики изолиний мощности залежи.
50. Планы изоглубин залегания залежи.
51. Ориентирование подземных съемок через штольню.
52. Передача высотной отметки длинномером ДА-2.
53. Геометрическое ориентирование через один вертикальный ствол.
54. Ориентирование через два вертикальных ствола.
55. Передача высотной отметки на основной горизонт при помощи длинной ленты.
56. Задание направления прямолинейной выработки.
57. Построение графиков изосодержаний.
58. Как осуществляется оконтуривание залежей полезного ископаемого.
59. Передача координат точек в шахту качающимися отвесами.

60. Передача координат точек качающимися отвесами.
61. Ориентирование подрезных горизонтальных выработок.
62. Сбойка горизонтальных выработок встречными забоями.
63. Подсчет запасов по методу Соболевского.
64. Как осуществляется оперативное планирование добычи руды из разных камер?
65. Состав, виды и содержание маркшейдерской графической документации.

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего профессионального образования**  
**"Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова"**

**Кафедра маркшейдерского дела и геологии**

20 \_\_\_\_ - 20 \_\_\_\_ уч. г.

**РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ**

по дисциплинам: "Геодезия", "Геодезия и маркшейдерия",  
"Инженерная геодезия" для студентов специальностей:  
130400, 130402, 130403, 130404, 130408, 190701, 270105, 270109,  
270205



Рабочее место № \_\_\_\_\_

Студент \_\_\_\_\_ группы \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(Фамилия, имя, отчество)

Лабораторные работы  
зачтены \_\_\_\_\_

(подпись преподавателя)

Дата \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Магнитогорск

2012 г.

Рабочая тетрадь по дисциплинам: "Геодезия", "Геодезия и маркшейдерия", "Инженерная геодезия" для студентов специальностей: 130400, 130402, 130403, 130404, 130408, 190701, 270105, 270109, 270205. Магнитогорск, изд. МГТУ им. Г.И. Носова, 2012, 24 с.

Составители : ст. преподаватель В.Н. Хонякин, доц., к.т.н.  
И.И. Опалев

Рецензент доц., к.т.н. Н.В. Рубцов

Магнитогорский государст



ный технический университет

им. Г.И. Носова, 2010

## ЛИТЕРАТУРА

для подготовки к лабораторным работам

Номер а лабора - торны х работ	Инженерная геодезия. Учеб. для вузов. Под ред. Д.Ш. Михелева.-М.: Высш. шк., 2001.-464 с.: ил.	Хейфец Б.С., Данилевич Б.Б. Практикум по инженерной гео- дезии. М., Недра, 1979
П а р а г р а ф ы		
1	1.4	1
2	8.1	15

3	8.1; 8.4	18,19
4	8.3	17
5	11.3	61,62
6	7.1 – 7.4	71-76
7	7.3	35-41
8	25.2	71-75

### Формулы для лабораторной работы № 5

1)  $MO = \frac{L + R + 180^\circ}{2}$ ,  $\nu = L - MO$ ,  $\nu = MO - R - 180^\circ$  - ( для **Т30** ),

2)  $MO = \frac{L + R}{2}$ ,  $\nu = L - MO = MO - R$   
- ( для **2Т30** ),

3)  $d = Kn \cos^2 \nu$ , 4)  $h = h' + i - l$ , 5)  
 $h' = 0,5Kn \sin 2\nu = dtg \nu$ , 6)  $H_{нк.} = H_{ст.} + h$ ,

где:  $L$  и  $R$  - отсчеты по вертикальному кругу при положении его сле-

ва (КЛ) и справа (КП);

$MO$  – место нуля вертикального круга;

$\nu$  – угол наклона линии визирования (вертикальный угол);

$d$  – горизонтальное проложение;

$n$  – дальномерный отсчет (отсчет по рейке) в сантиметрах;

$K$  – коэффициент нитяного дальномера;  $K = 100$

$h$  – превышение;  $i$  – высота инструмента;  $l$  – высота визирования;

$H_{ст.}$  - высота станции;

$H_{пк.}$  – высота съёмочного пикета.

- 1 -

Лабораторная работа № 1

## **Масштабы**

З а д а н и е. В масштабе 1:1000 построить треугольник ABC по длинам трёх его сторон AC, AB, BC. Определить с

помощью поперечного масштаба высоты  $h_A, h_B, h_C$  треугольника, соответствующие горизонтальным проложениям линий местности. Построение треугольника выполнить с графической точностью. Длины сторон треугольника выписать из табл. 1 по

номеру рабочего места студента.

Таблица 1

Длины сторон треугольников, м

Номер а рабочи х мест	АС	АВ	ВС	Номера рабочих мест	АС	АВ	ВС
	1					17	
2	61,68	51,4 7	41,2 6	18	88,56	74,9 9	61,4 2
3	63,36			19	90,24		
4		52,9 4	42,5 2	20		76,4 6	62,6 8
5	65,04			21	91,92		
6		54,4 1	43,7 8	22		77,9 3	63,9 4
7	66,72		45,0	23	93,60		
		55,8				79,4	65,2

8	68,40	8	4	24	95,28	0	0
9		57,3		25			
10	70,08	5	46,3	26	96,96	80,8	66,4
			0			7	6
11	71,76	58,8		27	98,64		
12		2	47,5	28	100,3	82,3	67,7
			6		2	4	2
13	73,44			29			
		60,2					
14	75,12	9	48,8	30	102,0	83,8	68,9
			2		0	1	8
15				31	103,6		
		61,7			8		
16	76,80	6	50,0	32	105,3	85,2	70,2
			8		8	8	4
					6		
	78,48	63,1	51,3				
		2	4				
					107,0	86,7	71,5
	80,16				4	5	0
		64,7	52,6				
		0	0		108,7	88,2	72,7
	81,84				2	2	6
		66,1	53,8		110,4		
		7	6		0		
	83,52					89,6	74,0
						9	2
			55,1		112,0		
			2		8		
	85,20	67,6					
		4					
					113,7	91,1	75,2
	86,88		56,3		6	6	8
			8				
		69,1					
		1				92,6	76,5
			57,6			3	4
		70,5					

		8	4			94,1 0	77,8 0
		72,0 5	58,9 0			95,5 7	79,0 6
		73,5 2	60,1 6			97,0 4	80,3 2

- 2 -

Таблица 2

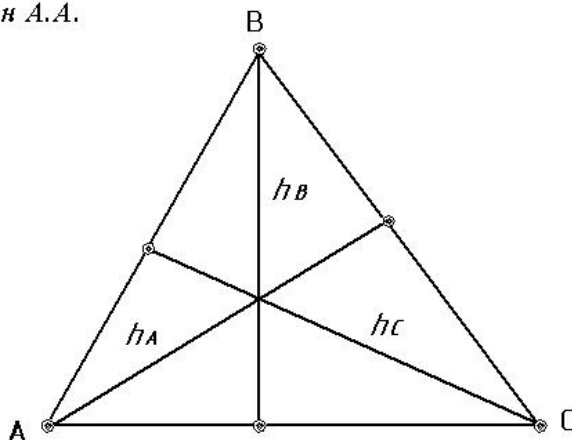


## Исходные данные и результаты измерений

Номер рабоче- го места	Длины сторон, м			Высоты, м		
	AC	AB	BC	$h_A$	$h_B$	$h_C$

Образец оформления треугольника

*Старостин А.А.*  
*СП-05-1*



**1 : 1000**

Пояснение. Треугольник строят на листе чертежной бумаги размером 100×120 мм при помощи измерителя и

поперечного масштаба с графической точностью. Чертеж выполнить в карандаше. Вершины треугольника и основания высот обозначают наколом иглы измерителя и обводят окружностями диаметром 1,5 мм.

Работу \_\_\_\_\_ выполнил студент группы \_\_\_\_\_

(Фамилия, и., о.)

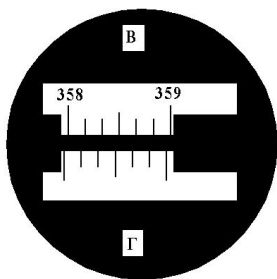
Дата: \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

- 3 -

Лабораторная работа № 2

### Отсчетные устройства теодолитов

Штриховой микроскоп теодолита  
T30



Оцифруйте на чертеже штрихи  
лимба и

нанесите отсчетный индекс для получения

отсчета по горизонтальному кругу:

-число градусов соответствует номеру

рабочего места;

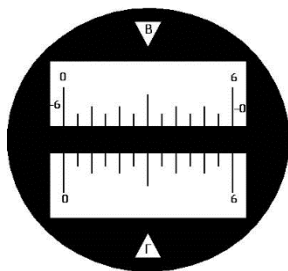
-число минут равно количеству букв в

фамилии, имени и отчестве студента.

Полный отсчет  $A_{\Gamma} = \underline{\hspace{2cm}}$

### Шкаловой микроскоп теодолита 2Т30

Нанесите и оцифруйте штрихи горизонтального и вертикального кругов для получения следующих отсчетов. По горизонтальному кругу число градусов



равно номеру группы, множенному на 20,

число минут – удвоенному значению но-

мера рабочего места.

По вертикальному кругу отсчет – число

отрицательное. Число градусов равно

номеру группы, число минут - номеру

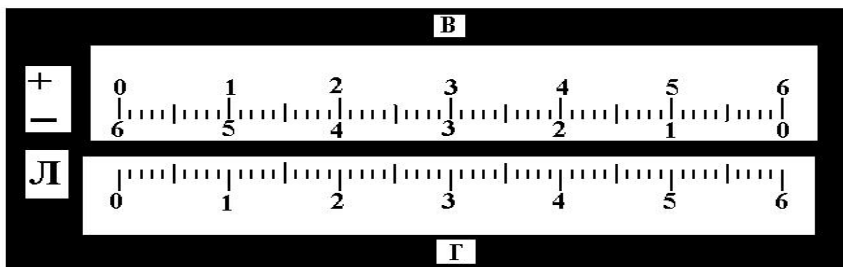
рабочего места студента.

Полные отсчеты:  $A_{\Gamma} =$  \_\_\_\_\_

$A_{\text{В}} =$  \_\_\_\_\_

### Шкаловой микроскоп теодолита 3Т5КП

Нанесите и оцифруйте штрихи горизонтального и вертикального кругов для получения отсчетов, соответствующих отсчетам



предыдущего отсчетного устройства. Полные отсчеты:  $A_{\Gamma} =$  \_\_\_\_\_  
 $A_{\text{В}} =$  \_\_\_\_\_

Работу выполнил студент \_\_\_\_\_

Дата: \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. (Группа) \_\_\_\_\_  
Фамилия, И., О.)

- 4 -

Таблица 3

Основные характеристики теодолитов

Наименование основных параметров	T5	2T30	T30
Цена деления лимбов ( $l$ )	1°	1°	10′
Цена деления шкалы отсчетного устройства ( $\mu$ )	1′	5′	-
Погрешность отсчитывания по лимбам ( $t$ )	0,2′	0,5′	0,5 - 1′
Цена деления уровня при алидаде горизон – тального круга ( $\tau$ )	30″	45″	45″
Поле зрения зрительной трубы ( $\varepsilon$ )	1° 30′	2°	2°
	25 <sup>x</sup>	20 <sup>x</sup>	20 <sup>x</sup>

Увеличение зрительной трубы ( $v^x$ ), крат			
Масса теодолита со шта- ТИВОМ, КГ	8,8	8,0	8,0

## Лабораторная работа № 3

### Измерение горизонтального угла способом приемов

З а д а н и е. Выполнить измерение одиночного горизонтального угла \_\_\_\_\_ способом \_\_\_\_\_ приемов, одним полным приемом.

Рабочее место № \_\_\_\_\_ Левая точка № \_\_\_\_\_ Правая точка № \_\_\_\_\_

Ж у р н а л

измерения горизонтальных углов

Дата \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г. Теодолит \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

( тип )

Но- мер стан- ци	Номер а наблю- даемых	I полуприем	II полуприем	Значения $\beta_{\text{кл}}$ горизон – $\beta_{\text{ср.}}$ тального $\beta_{\text{кп}}$
---------------------------	--------------------------------	----------------	-----------------	--

и	точек	К Л	К П	угла
		1	3	5
				7
		2	4	6

Д о п у с к. Расхождение значений горизонтального угла в полуприемах

не должно превышать удвоенной погрешности отсчитывания по лимбу.

Работу выполнил студент \_\_\_\_\_

(группа)

---

(Фамилия, И., О.)



Лабораторная работа № 4

**Поверки теодолита**

З а д а н и е. Выполнить поверки и юстировку теодолита.

Теодолит \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_ Рабочее место № \_\_\_\_\_

(тип)

Тип \_\_\_\_\_ отсчетного \_\_\_\_\_ устройства \_\_\_\_\_ теодолита

Основные характеристики теодолита

1. Погрешность отсчитывания по лимбам  $t =$  \_\_\_\_\_.

2. Цена деления цилиндрического уровня при алидаде горизонтального круга  $\tau = \underline{\hspace{2cm}}$ .
3. Увеличение зрительной трубы  $V = \underline{\hspace{2cm}}$ .
4. Поле зрения зрительной трубы  $\varepsilon = \underline{\hspace{2cm}}$ .
5. Масса теодолита со штативом  $m = \underline{\hspace{2cm}}$ .

### П о в е р к а № 1

Условие поверки. *Ось цилиндрического уровня при алидаде горизонтального*

*круга должна быть перпендикулярна оси вращения теодолита.*

Шкала делений ампулы цилиндрического уровня

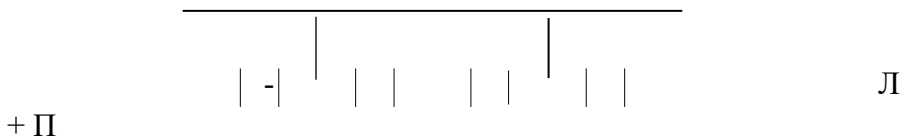


Таблица 4

Отсчеты по концам пузырька уровня и горизонтальному кругу

Поло-	Отсчеты по	Отсчеты	по		
-------	------------	---------	----	--	--

жение уровня	горизонтальный кругу	концам пузырька уровня  П Л	$i = \frac{\Pi + \text{Л}}{2}$	$\Delta i = i_2 - i_1$
1				
2				

- 7 -

рис. 1 в обозначениях следующее: Нанесите на

Л<sub>1</sub> ————— ..... П<sub>1</sub>  
ось уровня в положении 1 (име-

ется);

—————  
ось уровня в положении 2;

биссектрису угла, образованного

двумя положениями оси уровня;

ось вращения теодолита.

- + - + - + -

выполнено ли условие поверки и как

юстировку уровня. \_

Укажите,

произвести

Рис. 1. Схема распо -

ложения оси уровня и оси

вращения теодолита

П о в е р к а № 2

Условие поверки. Визирная ось зрительной трубы должна быть перпендику-

лярна оси вращения зрительной трубы.

Ф о р м у л ы:

$$c = \frac{L - R \pm 180^\circ}{2} ; \quad L_0 = L - c ; \quad R_0 = R + c.$$

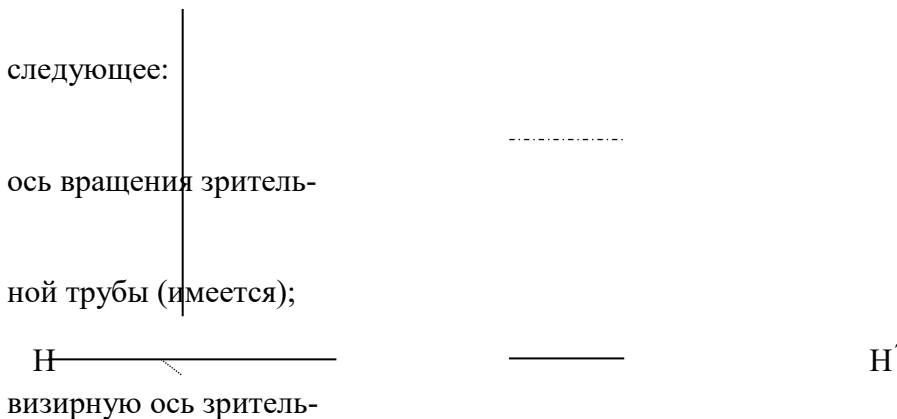
Таблица 5

Результаты наблюдений и вычислений

Положение вертикаль - го круга	Отсчеты по <i>R</i> горизонтальному кругу <i>L</i>		<i>c</i>	<i>R</i> <sub>0</sub>  <i>L</i> <sub>0</sub>	
	°	'		°	'
<b>КП</b>					
<b>КЛ</b>					

Допуск: \_\_\_\_\_ |  $c| \leq 2t$ , где *t* - погрешность отсчитывания по лимбу.

Нанесите в обозначениях на рис. 2



ной трубы.

Покажите на рисунке коллимацион-

ную погрешность  $c$  визирной оси

зрительной трубы.

Укажите, выполнено ли условие по-

верки и как осуществить юстировку

визирной оси.

Рис. 2. Схема расположения

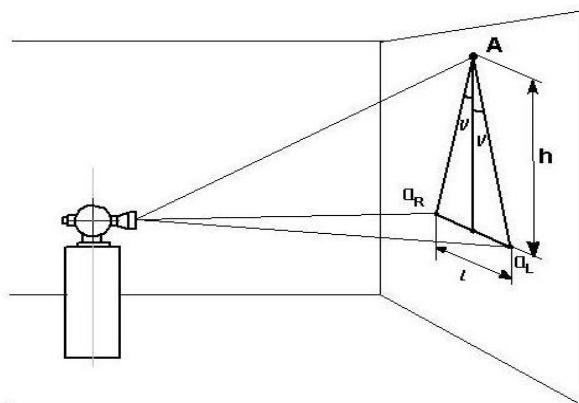
визирной оси и оси вращения \_\_\_\_\_

зрительной трубы. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Поверка № 3

Условие поверки. *Ось вращения зрительной трубы должна быть перпендикулярна оси вращения теодолита.*



Отсчеты по миллиметровой шкале:  $a_L$  \_\_\_\_\_ мм ,  $a_R$  \_\_\_\_\_ мм.  $l = |a_L - a_R| =$  \_\_\_\_\_, мм. Высота  $h$  , полученная из непосредственных измерений,  $h = 2,00$  м.  $v = l\rho/2h =$  \_\_\_\_\_ , где  $\rho = 206265''$  - радиан.

- 9 -

Укажите, выполнено ли условие поверки и как осуществить юстировку

оси вращения зрительной трубы

---

---

---

Поверка № 4



Условие поверки. *Средняя горизонтальная нить сетки нитей зрительной*

*трубы должна быть перпендикулярна оси вращения теодолита.*

Укажите, выполнено ли условие поверки и как осуществить юстировку

сетки нитей. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Лабораторная работа № 5

Набор съёмочных пикетов при тахеометрической съёмке

Задание. Выполнить наблюдения пяти съёмочных пикетов и обработать журнал.

Рабочее место № \_\_\_\_\_  
пикетов \_\_\_\_\_

Номера съёмочных

Ж У Р Н А Л

тахеометрической съёмки

Дата \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Теодолит \_\_\_\_\_

№ \_\_\_\_\_

тип )

С т а н ц и я № \_\_\_\_\_

$L =$  \_\_\_\_\_  $R =$  \_\_\_\_\_  $MO =$  \_\_\_\_\_  $i =$  \_\_\_\_\_

$H_{ст.} =$  \_\_\_\_\_

№ ст.	№ ПК	Дальн- о- мерн- ые расст- о- яния <i>n</i>	Отсчеты по лим-бам		<i>v</i>	<i>d</i>	<i>h'</i>	<i>l</i>	<i>h</i>	Высот- ные отметк- и <b>H, м</b>
			(КЛ)							
			<b>ГК</b>							
			<b>БК</b>							

Лимб ориентирован по линии \_\_\_\_\_

		-	0° 00'	-	-	-	-	-	-	-

Работу выполнил студент \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

( \_\_\_\_\_ группа )

( Фамилия, и., о. )

## Лабораторная работа № 6

### Проложение нивелирного хода в лабораторных условиях

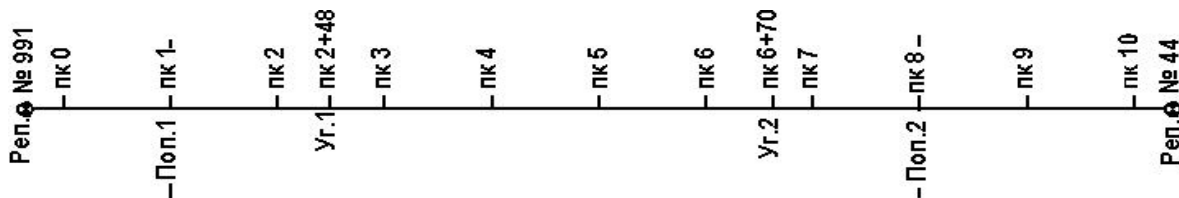
Задание. Проложить нивелирный ход, состоящий из 14 станций и опирающийся на два репера. Каждому студенту на своей станции отнаблюдать две связующие и одну промежуточную точки. В нивелирном журнале записать результаты тренировочных наблюдений и их обработки. Выполнить обработку нивелирного журнала и составить продольный профиль трассы автомобильной дороги.

Отметка репера в начале хода  $H_n =$  \_\_\_\_\_.

Отметка репера в конце хода

$H_k =$  \_\_\_\_\_.

Схема нивелирного хода по трассе автомобильной дороги



# Ж У Р Н А Л

геометрического нивелирования

Дата \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Рабочее место № \_\_\_\_\_

№ станций	Реперы , пикеты , плюсы	Отсчеты по рейке			Превышения		Средние превышения		Горизонт нивелира, м	Высотные отметки, м
		задней <i>a</i>	передней <i>b</i>	промежут. <i>c</i>	<i>h</i>		+	-		
					+	-				
1	2	3	4	5	6	7				
	<u>Тренировочные наблюдения на станции</u>									


№ станций	Реперы , пикеты , плюсы	Отсчеты по рейке			Превышения		Средние превышения		Горизонт нивелира, м	Высотные отметки, м
		задней <i>a</i>	передней <i>b</i>	промежут. <i>c</i>	<i>h</i>		+	-		
					+	-				
1	2	3	4	5	6	7				

Ход от репера № 991 до репера № 44

1	Реп.	0316	0856			540		542,5		
---	------	------	------	--	--	-----	--	-------	--	--

	991									
	ПК 0	4997	5542			545				
		4681	4686							
2	ПК 0	0741	1863			1122		1119, 5		
	ПК 1	5426	6543			1117				
		4685	4680							
	ПК 0+50			1107						
3	ПК 1	1697	0162		1535		1532, 5			
	ПК 2	6376	4846		1530					
		4679	4684							
	ПК			0393						

	1+50										
4	ПК 2	0352	1027			675		674,5			
	Уг. 1	5037	5711			674					
		4685	4684								
	ПК 2(ось)			0352	} Поперечник № 1						
	П + 20			1618							
	Л + 20			0900							
Контрольные вычисления на странице		2494 2	26550		3065	4673	1532, 5	2336, 5			
		2655 0			-4673		-2336, 5				
		-160 8	-804,0		-1608	-804,0	-804,0				





6	ПК 3	1060	1518							
	ПК 4	5746	6200							
	ПК 3+50			2478						
7	ПК 4	1397	2002							
	ПК 5	6080	6681							
	ПК 4+50			1892						
8	ПК 5	2067	1572							
	ПК 6	6743	6253							
	ПК			0860						



№ стан-ций	Реперы , пикеты , плюсы	Отсчеты по рейке			Превышения		Средние превышения		Горизонт нивелира, м	Высотные отметки, м
		зад-няя	перед-няя	жуточ.	+	-	+	-		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
10	Уг. 2	1694	2052							
	ПК 7	6376	6735							
11	ПК 7	2068	0363							
	ПК 8	6752	5046							
	ПК			0746						



на странице									
-------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

№ стан- -	Реперы, пикеты	Отсчеты по рейке		Превышения	Средние превышения	Горизон т нивелир	Высотн ые отметки,
		зад- проме-	перед-				

ций	, плюсы	няя	няя	жуточ	+	-	+	-	а, м	м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
13	ПК 9	1580	1943							
	ПК 10	6262	6627							
	ПК 9+50			2578						
14	ПК 10	2078	1434							
	Реп. 44	6761	6115							
Контрольные вычисления										

на странице									
-------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Сумма средних превышений по всему ходу  $\sum h_{cp.} =$  \_\_\_\_\_ мм.

Разность высот нивелирных реперов  $H_K - H_H =$  \_\_\_\_\_ мм.

Полученная высотная невязка  $f_h = \sum h_{cp.} - (H_K - H_H) =$  \_\_\_\_\_ мм.

Допустимая высотная невязка  $\Delta f_h = 10\sqrt{n} =$  \_\_\_\_\_ мм, где  $n$  – число станций.

Дата \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Работу выполнил студент \_\_\_\_\_

(Группа )

(Фамилия, и., о.)

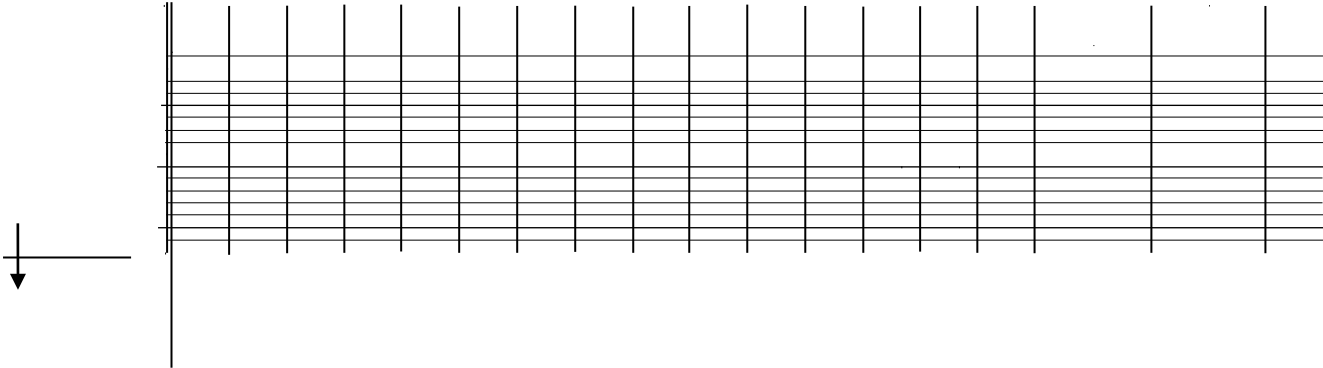
**Продольный профиль трассы автодороги**

Масштабы:

горизонтальный 1: 5000

500

вертикальный 1:





Развернутый

○ ○ ○ ○ *к у -* " " " / " " / " " ○ ○

план

○ ○ ○ ○ *п а ш н я* " " " " " " " " ○ ○

местности

○ ○ ○ ○ *с т а р -* *п а ш н я* " " " " " " " " " " ○ ○

Уклоны, ‰

Проектные

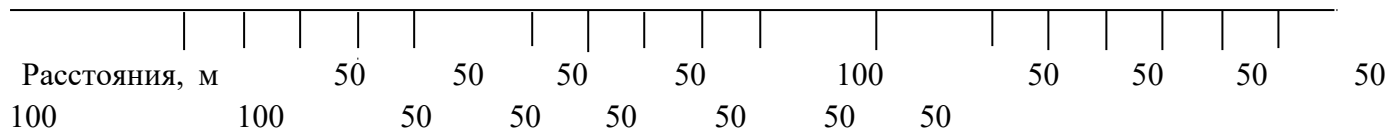
отметки, м

*н и к*

-16-

Фактические

отметки, м



Пикеты 0 1 2 3 4  
5 6 7 8 9 10

Работу выполнил студент \_\_\_\_\_ Дата  
\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

(Группа)

( Фамилия, И.,О. )

### Поверки нивелира

Задание. Выполнить поверки и юстировку нивелира НЗ. Два студента выполняют поверки одного нивелира.

Нивелир НЗ № \_\_\_\_\_

Рабочее место № \_\_\_\_\_

### Основные характеристики прибора

1. Увеличение зрительной трубы  $V = 30,5^{\times}$
2. Цена деления цилиндрического контактного уровня  $\tau = 15''$
3. Коэффициент нитяного дальномера  $K = 100$
4. Масса, кг :
  - нивелира - 2,0;
  - футляра - 2,0;
  - штатива - 3,5.

### Поверка № 1

Условие поверки. *Ось круглого уровня должна быть параллельна оси вращения нивелира.*

Выполнено ли условие первой поверки? \_\_\_\_\_

Как осуществить юстировку круглого уровня? \_\_\_\_\_

---

---

---

## Поверка № 2

Условие поверки. Средняя горизонтальная нить сетки нитей зрительной трубы должна быть перпендикулярна оси вращения нивелира.

Отсчеты по рейке:  $a_{II} =$  \_\_\_\_\_ ;  $a_{Л} =$  \_\_\_\_\_ .

Выполнено ли условие второй поверки? \_\_\_\_\_

Как осуществить юстировку сетки нитей? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

- 17 -

## Поверка № 3

Условие поверки. Ось цилиндрического уровня и визирная ось зрительной трубы должны находиться в отвесных параллельных плоскостях при отвесном положении оси вращения нивелира.

Данные наблюдений:  $b =$  \_\_\_\_\_ Контроль  $\frac{b_{Л} + b_{II}}{2} = b \pm 3 \text{ мм}$

$b_{Л} =$  \_\_\_\_\_ Допуск  $|b_{Л} - b_{II}| \leq 8 \text{ мм}$

$b_{II} =$  \_\_\_\_\_

Выполнено ли условие поверки? \_\_\_\_\_

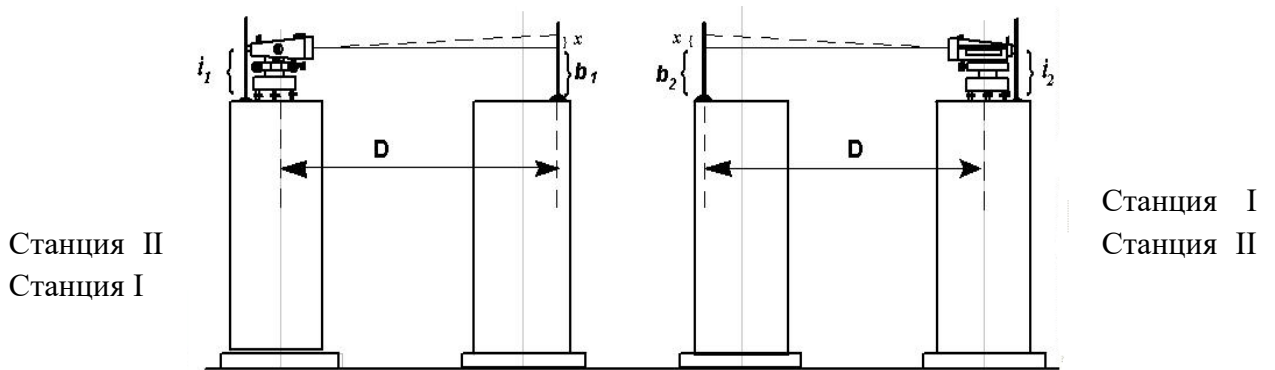
Как осуществить юстировку цилиндрического уровня? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Поверка № 4 (основная)

Условие поверки. Ось цилиндрического уровня должна быть параллельна визирной оси зрительной трубы.

Схема наблюдений



- 18 -

Формулы:  $h_{II} = i_1 - b_1$ ;  $h_O = i_2 - b_2$ ; Допуск  $|x| \leq \frac{4D}{75}$ ;

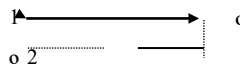
$x = \frac{h_{II} + h_O}{2}$ ;  $h = \frac{h_{II} - h_O}{2}$ ;  $b_0 = b_2 + x$ . Контроль  $x = h_{II} - h$ .

После исправления уровня:

$x' = h_{II} + h_K$ , где  $h_K = i_3 - b_3$ ,  $|x'| \leq \frac{4D}{75}$ .

Журнал наблюдений и вычислений

№ стан	№ то-	Отсчеты по рейке	Превышения	Ср. превышения	Схема наблюдения
--------	-------	------------------	------------	----------------	------------------

- ций	чек	$i$	$b$	$\pm h$	я $\pm h_{\text{ср.}}$	Вычисление $x$	
						 $x = \text{____}, \text{ мм}$ $D = \text{____}, \text{ м}$	
							$\frac{4D}{75} = \text{____}, \text{ мм}$ $b_0 = \text{____}, \text{ мм}$
Нивелирование после исправления уровня							$h = \text{____}, \text{ мм}$ $x' = \text{____}, \text{ мм}$

Выполнено ли условие поверки? \_\_\_\_\_

Как осуществить юстировку цилиндрического уровня? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. Работу выполнил студент \_\_\_\_\_

( Фамилия, И.,О. )

Лабораторная работа № 8

**Подготовка пикетажного журнала для разбивки пикетажа по оси**

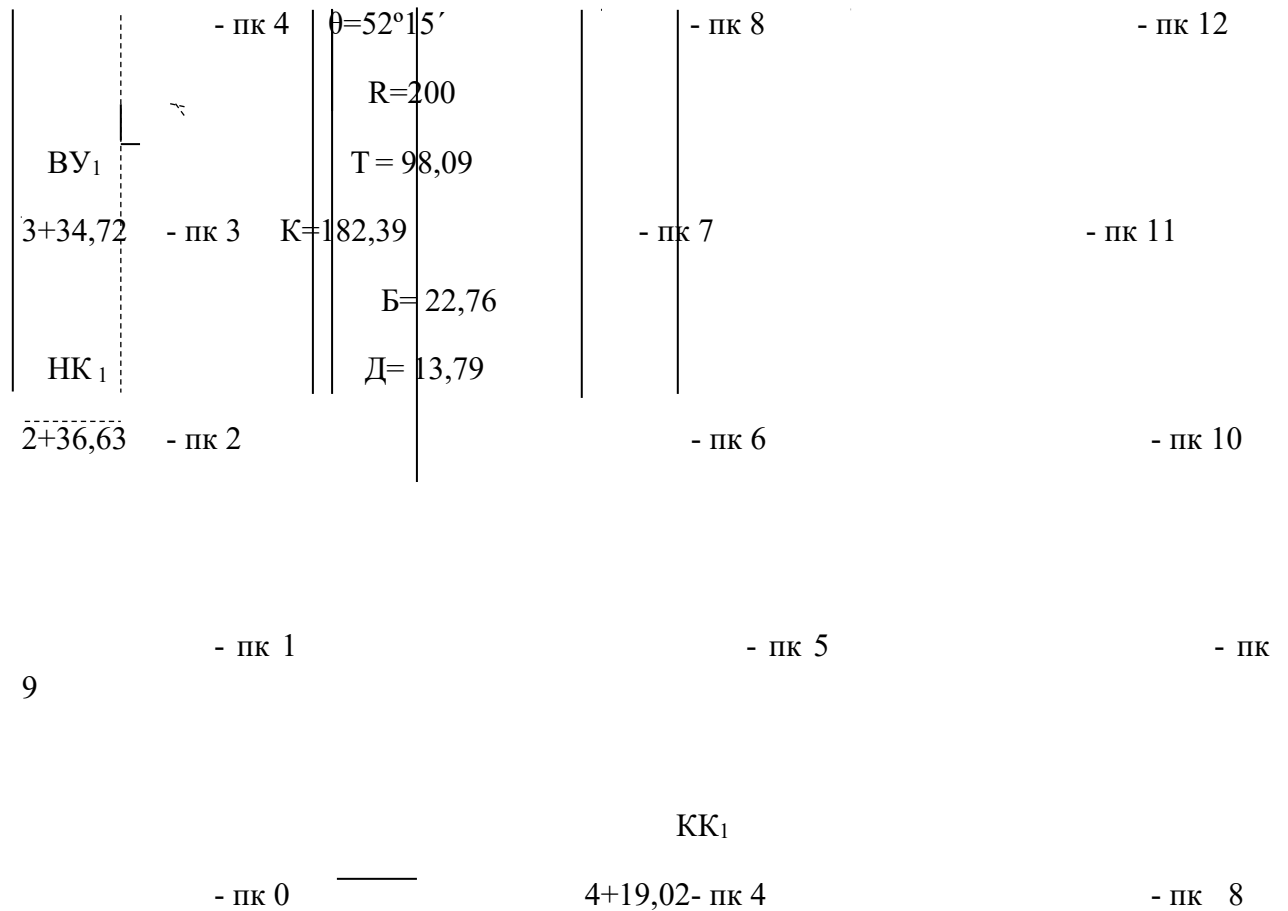
Задание. Составить ведомость прямых и кривых. В соответствии с углами, начало и конец каждой круговой кривой с указанием элементов

1. Ведомость прямых и кривых

Но- мер уг – ла	У г л ы					Расстояния, м	
	Теодо- литн ого хода $\beta$ (прав ые)	Поворотны е углы трассы		Дире к- цион- ные	Румбы	Межд у верш и- нами	Прям ые встав ки
		прав ые	лев ые				
		$\theta_{п}$	$\theta_{л}$				
1	2	3	4	5	6	7	8
НТ							
1	127° 45'	52° 15'				334,7 2	236,6 3
2							
3							
4							
КТ							
Конт-	$\Sigma\theta_{п}$				$\Sigma s, \Sigma p$		

$\Sigma\theta_{\text{л}}$		$\alpha_{\text{к}} - \alpha_{\text{н}}$		$\Sigma S - \Sigma D$		
роль $\Sigma\theta_{\text{п}} - \Sigma\theta_{\text{л}}$						
Формулы:	1) $\theta_{\text{п}} = 180^\circ - \beta$ , 2) $\theta_{\text{л}} = \beta - 180^\circ$ , 3) $\Sigma\theta_{\text{п}} - \Sigma\theta_{\text{л}} = \alpha_{\text{к}} - \alpha_{\text{н}}$					

## 2. Пикетажный журнал



- 20 -

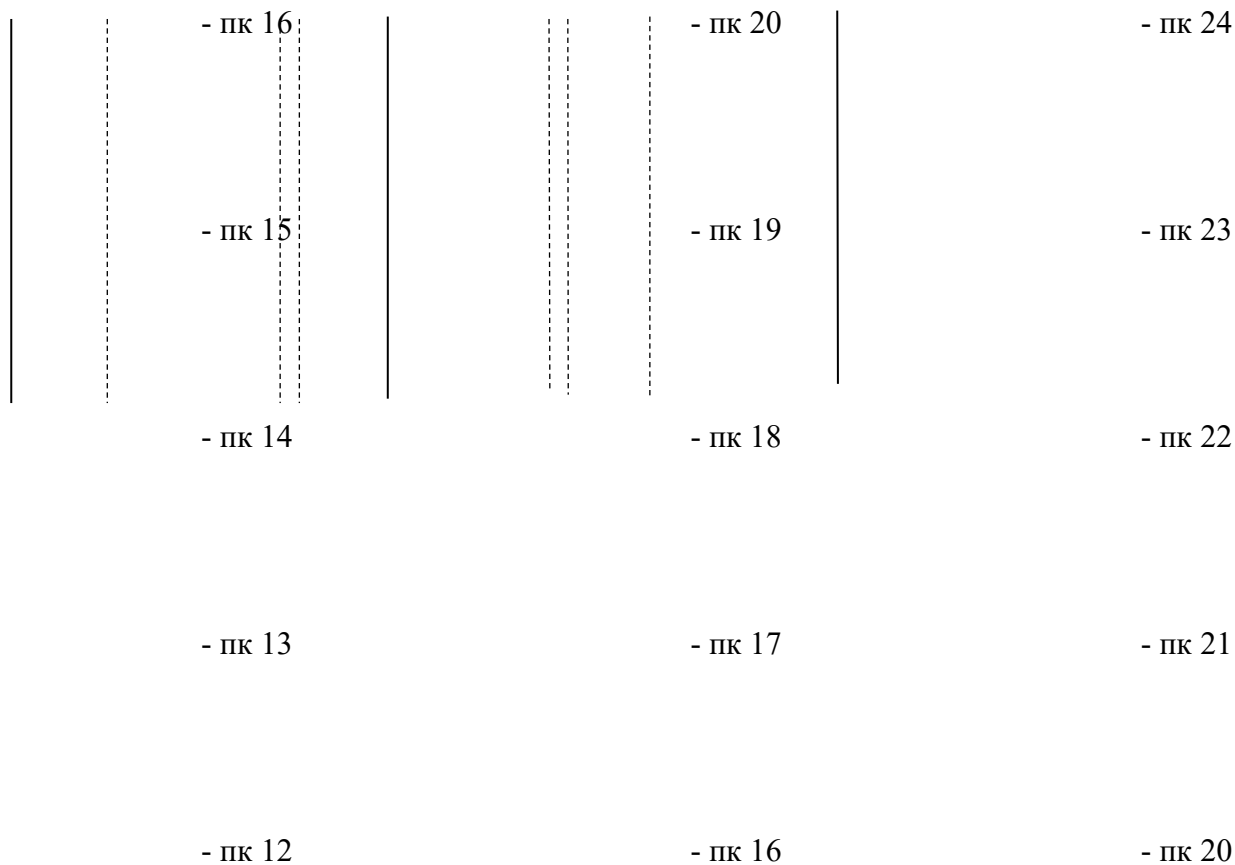
**автомобильной дороги с круговыми кривыми.**

пикетажным наименованием нанести в пикетажном журнале вершины закруглений.



Элементы закруглений					Пикетажное положение			Но- мер уг- ла
Ра- ди- ус	Тан- генс	Кри- вая	До- мер	Бис- сек- трис- а	Начал крив- ых	Концо в кривы х	Верш ин углов	
<i>R</i>	<i>T</i>	<u><i>K</i></u>	<i>D</i>	<i>B</i>	ПК(н к)	ПК(кк )	ПК(в у)	
9	10	11	12	13	14	15	16	17
							0	НТ
20 0	98,0 9	182,3 9	13,7 9	22,7 6	2+36, 63	4+19,0 2	3+34, 72	1
								2
								3
								4
								КТ
2Σ <i>T</i>		Σ <i>D</i>						
	Σ <i>K</i>		Σ <i>P</i> + Σ <i>K</i>			2Σ <i>T</i> -Σ <i>K</i>		

4)  $L = \Sigma s - \Sigma D = \Sigma P + \Sigma K$ ;      5)  $\Sigma D = 2\Sigma T - \Sigma K$ .     $L$  – длина трассы



- 21 -

## ВОПРОСЫ К ЗАЩИТЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

### Лабораторная работа № 1

1. Что называется масштабом плана или карты?
2. Что называется численным масштабом плана или карты?
3. Перечислите стандартные численные масштабы топографических карт.
4. Расскажите принцип построения поперечного масштаба.
5. Приведите формулу наименьшего деления поперечного масштаба.
6. Что называется графической точностью?
7. Что называется точностью масштаба плана или карты?

### Лабораторная работа № 2

1. Перечислите типы отсчетных устройств теодолитов.
2. Что называется ценой деления лимба?
3. Перечислите основные правила обращения с теодолитом.
4. Что называется эксцентриситетом алидады?

#### Лабораторная работа № 3

1. Расскажите о последовательности измерения горизонтального угла способом приемов.
2. Почему горизонтальные углы измеряют при двух положениях вертикального круга?
3. Как учесть влияние центрировки и редукции на измеренный горизонтальный угол?
4. Почему недопустимо наводить зрительную трубу на Солнце без свето-фильтра?

#### Лабораторная работа № 4

1. Для какой цели служит теодолит?
2. Назовите типы теодолитов.
3. Назовите части теодолита.
4. Перечислите основные оси и плоскости теодолита и их взаимное расположение.
5. Что называется визирной и оптической осями зрительной трубы?
6. Из каких оптических компонентов состоят зрительные трубы с внутренним фокусированием?
7. Как подготовить зрительную трубу для наблюдений?
8. Как устранить параллакс сетки нитей зрительной трубы?
9. Что называется увеличением зрительной трубы и как оно определяется?
10. Что называется полем зрения зрительной трубы и как оно определяется?
11. Что является осью цилиндрического и круглого уровней?
12. Что понимают под чувствительностью уровня?
13. Перечислите условия поверок теодолита.
14. Как выполнить основную поверку теодолита и юстировку уровня при алидаде горизонтального круга?

#### Лабораторная работа № 5

1. Как ориентировать лимб горизонтального круга по линии местности?
2. Порядок работы на станции при наборе съёмочных пикетов в процессе тахеометрической съёмки местности.
3. Что называется местом нуля вертикального круга, как оно определяется и по каким формулам вычисляется?
4. Что называется углом наклона линии визирования и по каким формулам он вычисляется?
5. Как определяется коэффициент нитяного дальномера полевым способом?
6. По какой формуле вычисляется горизонтальное проложение линии, измеренной нитяным дальномером?
6. Что называется абсолютной, условной и относительной высотами?
7. Напишите формулы вычисления превышений, определяемых тригонометрическим нивелированием.

#### Лабораторная работа № 6

1. Расскажите о порядке работы на станции при проложении нивелирного хода.
2. Что называется разностью пяток (разностью высот нолей) нивелирной рейки?
3. Какое допускается колебание разности пяток и превышений на станции?
4. Какие точки нивелирного хода называют связующими и промежуточными?
5. По какой формуле вычисляется допустимая невязка нивелирного хода?
6. Что называется уклоном линии местности и по каким формулам он вычисляется?

#### Лабораторная работа № 7

1. Что называется поверкой и юстировкой технических средств измерений?
2. Перечислите условия поверок нивелира НЗ.
3. Как выполняется основная поверка нивелира НЗ?
4. Перечислите части нивелира НЗ.
5. Для чего у нивелира предназначен элевационный винт?
6. Как привести в отвесное положение ось вращения нивелира?

#### Лабораторная работа № 8

1. Что называется пикетом, плюсовой точкой?
2. Перечислите элементы круговой кривой и главные точки на кривой.
3. Назовите способы разбивки круговой кривой.
4. Как выполняется детальная разбивка закруглений способом прямоугольных координат?
5. Что называется профилем линии местности?
7. Что понимают под рабочей отметкой и как ее вычислить?

### Приложение Б

#### Контрольная работа по составлению совмещенного плана

теодолитной и тахеометрической съемок в масштабе 1:1000 с использованием геодезического панно Г.Ю. Хунджуа

для студентов строительного и горного факультетов, изучающих дисциплину «Инженерная геодезия».

Магнитогорск, изд. МГТУ им. Г.И. Носова, 2001, 14 с.

---

Составители: ст. преподаватель В.Н. Хонякин, доц., к.т.н. И.И. Опалев

Рецензент проф., д.т.н. В.И. Пушкарев

© Магнитогорский государственный

технический университет

им. Г.И. Носова, 2001

Задание. Составить топографический план в масштабе 1: 1000 с сечением рельефа горизонталями через 0,5 метра

по данным журнала съемочных пикетов и абрисов теодолитной и тахеометрической съемок местности.

Основные процессы и их трудоемкость в процентах

1. Вычисление координат вершин теодолитных ходов..... 20
2. Обработка журнала съемочных пикетов ..... 20
3. Построение сетки дециметровых квадратов и накладка вершин теодолитных ходов на план ..... 10
4. Накладка на план съемочных пикетов, контуров и предметов местности ..... 15
5. Интерполирование горизонталей ..... 20
6. Вычерчивание топографического плана в карандаше и сдача работы ..... 15

Задание выдано студ. \_\_\_\_\_

( Фамилия, И., О. )

( \_\_\_\_\_ группа)

Дата \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г.

### Вычисление высот вершин теодолитных ходов

Номера вершин теодолитных ходов	Превышения $h$ , м	Отметки высот $H$ , м	Номера вершин теодолитных ходов	Превышения $h$ , м	Отметки высот $H$ , м
6					
26	+ 2,07		26		
69	+ 5,45		38	- 6,06	
65	- 8,10				

Формулы и обозначения:

$$H_{26} = H_6 + 2,07; \quad H_{69} = H_{26} + 5,45; \quad H_{65} = H_{69} - 8,10; \quad H_{38} = H_{26} - 6,06 \quad ;$$

$$MO = \frac{L + R - 180^\circ}{2};$$

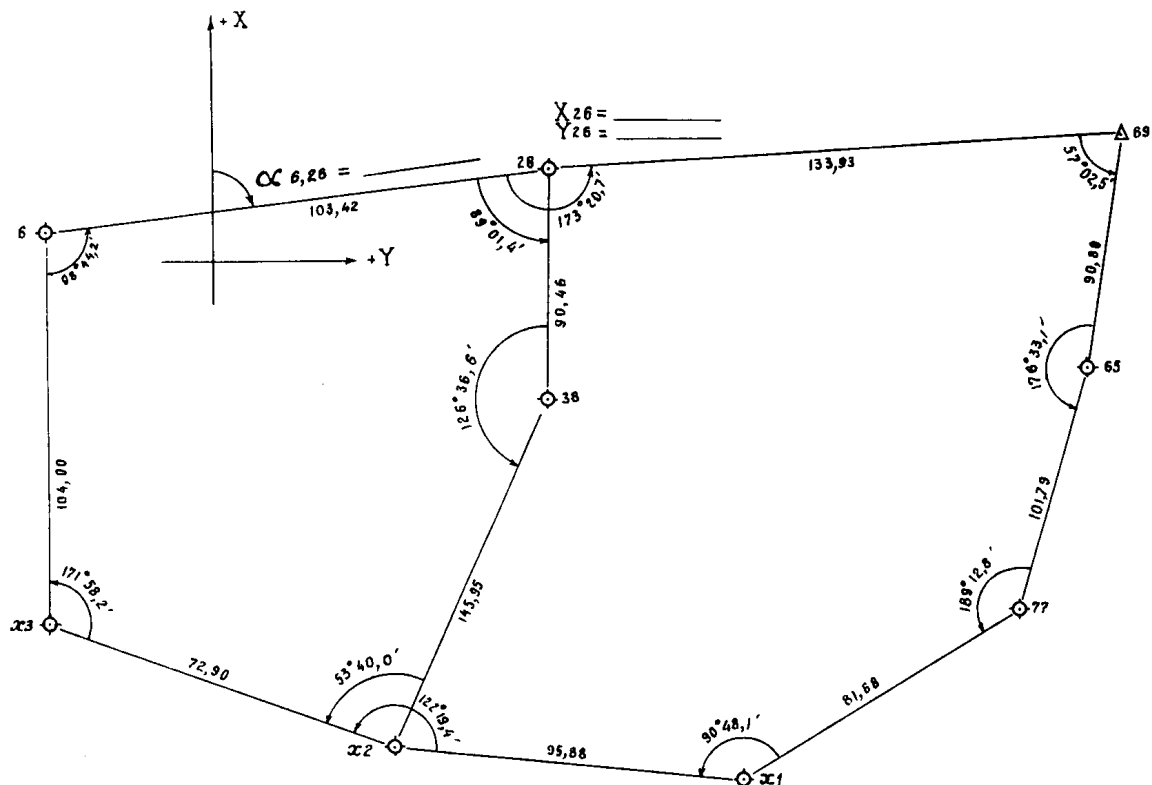
$$v = L - MO; \quad v = L - (MO + 360^\circ), \quad \text{если } L > 90^\circ; \quad d = n \cos^2 v; \quad h' = dtg v; \\ h = h' + i - l,$$

$H_{\text{ПИКЕТА}} = H_{\text{СТАНЦИИ}} + h$ , где  $MO$  – место нуля вертикального круга;  $v$  – угол наклона линии визирования;

$L, R$  - отсчеты по вертикальному кругу при его положении слева и справа;  $i$  – высота теодолита;  $l$  – высота визирной цели.

*Примечание.* Формулы для  $d, h'$  и  $d$  приведены для коэффициента нитяного дальномера  $K = 100$ .

### СХЕМА ТЕОДОЛИТНЫХ ХОДОВ



ВЕДОМОСТЬ № 1  
вычисления координат вершин замкнутого теодолитного хода

№ вершин	Горизонтальные углы (правые)		Дирекционные углы <i>a</i>	Рубежы <i>r</i>	Горизонтальные проложения <i>d</i>	Приращения координат (вычисленные)		Поправки в приращениях координат		Приращения координат (исправленные)		Координаты		№ вершин
	измеренные ( $\beta$ )	исправленные ( $\beta_p$ )				$\pm \Delta x, м$	$\pm \Delta y, м$	$\pm v_{x,м}$	$\pm v_{y,м}$	$\pm \Delta x_0, м$	$\pm \Delta y_0, м$	$\pm X, м$	$\pm Y, м$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>Замкнутый теодолитный ход от т. № 26 до т. № 26</b>														
6														6
26	173° 20,7'				133,93									26
69	57° 02,5'				90,80									69
65	176° 33,1'				101,79									65
77	189° 12,8'				81,68									77
x <sub>1</sub>	90° 48,1'				95,88									x <sub>1</sub>
x <sub>2</sub>	122° 19,4'				72,90									x <sub>2</sub>
x <sub>3</sub>	171° 58,2'				104,00									x <sub>3</sub>
6	98° 44,2'				103,42									6
26				P =		f <sub>x</sub> =	f <sub>y</sub> =	Σv <sub>x</sub> =	Σv <sub>y</sub> =	0	0			26
Σβ <sub>п</sub>														
Σβ <sub>т</sub>														
f <sub>β</sub>														
$\Delta f_{\beta} = 1,0' \sqrt{n} = \pm \dots ; f_x = \sum \Delta x; f_y = \sum \Delta y; f_s = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \pm \dots ; \frac{f_s}{P} = \dots = \frac{1}{2000}$ $f_{\beta} = \sum \beta_{п} - \sum \beta_{т}; \sum \beta_{п} = \beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_n; \sum \beta_{т} = 180^\circ (n-2); v_{x_i} = \frac{-f_x}{P} d_i; v_{y_i} = \frac{-f_y}{P} d_i.$														

Вычислил студент \_\_\_\_\_ (Группа) \_\_\_\_\_ (Фамилия, И. О.)

Дата \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

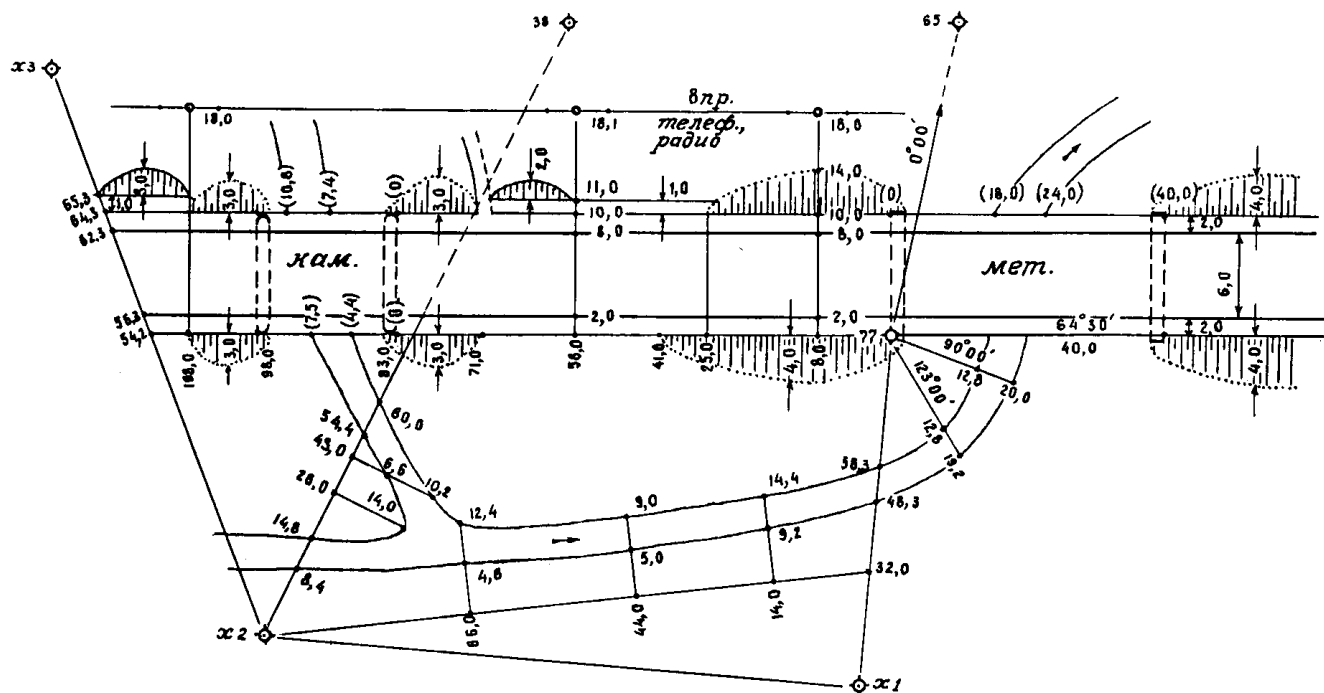


**ВЕДОМОСТЬ № 2**  
вычисления координат вершин диагонального теодолитного хода

№ вершин	Горизонтальные углы (правые)		Дирекционные углы $\alpha$	Румбы $r$	Горизонтальные проложения $d$	Приращения координат (вычисленные)		Поправки в приращения координат		Приращения координат (исправленные)		Координаты		№ вершин
	измеренные ( $\beta$ )	исправленные ( $\beta_p$ )				$\pm \Delta x, м$	$\pm \Delta y, м$	$\pm v_x, м$	$\pm v_y, м$	$\pm \Delta x_0, м$	$\pm \Delta y_0, м$	$\pm X, м$	$\pm Y, м$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>Диагональный теодолитный ход от т. № 26 до т. № X<sub>2</sub></b>														
6														6
26	89° 02,4				90,46									26
38	126° 36,6				145,95									38
X <sub>2</sub>	53° 40,0			P =		$\sum \Delta x =$ =	$\sum \Delta y =$ =	$\sum v_x =$ =	$\sum v_y =$ =	$\sum \Delta x_0 =$ =	$\sum \Delta y_0 =$ =			X <sub>2</sub>
X <sub>3</sub>				X <sub>K</sub> - X <sub>N</sub>	Y <sub>K</sub> - Y <sub>N</sub>	=	=	=	=	=	=			X <sub>3</sub>
$\sum \beta_n$	$\sum \beta_n = \beta_1 + \beta_2 + \beta_3;$					$f_x =$	$f_y =$	$f_x = \sum \Delta x - (X_K - X_N);$		$f_y = \sum \Delta y - (Y_K - Y_N);$				
$\sum \beta_T$	$\sum \beta_T = \alpha_n + 180^\circ n - \alpha_K;$													
$f_\beta$	$f_\beta = \sum \beta_n - \sum \beta_T.$							$f_s = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \pm$		$f_s = \frac{1}{P} = \frac{1}{P \cdot f_s} \leq \frac{1}{1000}$				

Вычислил студент \_\_\_\_\_ (Группа) \_\_\_\_\_ (Фамилия, И. О.) Дата \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**А Б Р И С**  
теодолитной съёмки





	7	5 00	29	28,5	353° 15′	- 6° 46′	-3,3 9	1,1 4	-3,1 5		
	7 <sup>a</sup>	5 00	23	22,8	352 51	-5 10	-	-	-	-	Угол леса
	8	1 15	45	44,6	354 24	-5 37	-4,3 9	1,2 3	-4,2 4		
	8 <sup>a</sup>	4 30	60	59,0	352 31	-7 30	-	-	-	-	Грунт. дор.
	8 <sup>b</sup>	4 32	50	49,0	351 41	-8 20	-	-	-	-	Лев. берег
	9	20 00	56	55,6	354 59	-5 02	-4,8 9	2,2 8	-4,7 9		
	9 <sup>a</sup>	18 00	48	47,1	352 16	-7 45	-	-	-	-	Контур острова
	9 <sup>b</sup>	21° 30′	47	46,3	353 03	-6 58	-	-	-	-	Прав. берег
	9 <sup>b</sup>	34 00	51	50,2	352 36	-7 25	-	-	-	-	Контур острова
	9 <sup>г</sup>	26 00	55	53,9	352 01	-8 00	-	-	-	-	Контур острова

### ЖУРНАЛ СЪЁМОЧНЫХ ПИКЕТОВ

Но- ме- ра стан- ци й	Но- мера пике- тов	Отсчёт ы по гори- зонтал ь- ному кругу	Дально- мерные расстоя- ния <i>n</i> , см	Гори- зонт. проло- жи я <i>d</i> , м	Отсчёт ы по вер-тик аль-но му кругу <i>L</i>	<i>v</i>	<i>h'</i>	<i>l</i>	<i>h</i>	<i>H</i> ,м	Описание расположе- ния контур- ных точек ( пикетов )
6	9 <sup>д</sup>	31° 36′	49	48,2	352° 29′	- 7° 32′	-	-	-	-	Прав. берег

	9 <sup>е</sup>	39 10	60	58,9	352 19	- 7 42	-	-	-	-	Конт. острова
	9 <sup>ж</sup>	41 30	55	54,0	352 03	- 7 58	-	-	-	-	
	5	80 10	28	27,6	353 19	- 6 42	-3,2 4	1,1 4	-3,0 0		
	10	59 07	39	38,4	352 48	- 7 13	-4,8 6	1,2 0	-4,6 8		
	19	42 31	72	71,6	355 37	- 4 24	-5,5 2	1,3 6	-5,5 0		
	4	92 15	54	53,5	354 17	- 5 44	-5,3 6	1,2 7	-5,2 5		
	12	76 05	63	62,3	353 57	- 6 04	-6,6 5	1,3 2	-6,5 9		
	11	64 32	65	64,2	353 45	- 6 16	-7,1 0	1,3 2	-7,0 4		
	3	87 29	71	70,4	355 01	- 5 00	-6,1 6	1,3 6	-6,1 4		
	13	67 45	89	88,4	355 10	- 4 51	-7,5 0	1,4 4	-7,5 6		
	18	60 30	103	102,5	356 05	- 3 56	-7,0 4	1,5 2	-7,1 8		
	2	97 03	98	97,6	356 06	- 3 55	-6,6 9	1,4 9	-6,8 0		
	1	93 32	112	111,5	356 13	- 3 48	-7,4 1	1,5 6	-7,5 9		
	14	78 15	113	112,3	355 41	- 4 20	-8,5 1	1,5 7	-8,7 0		
	6 <sup>а</sup>	45 00	52	51,0	351 51	- 8 10	-	-	-	-	Прав. берег

ЖУРНАЛ СЪЁМОЧНЫХ ПИКЕТОВ

Но- ме- ра стан- ци- й	Но- мера пике- тов	Отсчёт ы по гори- зонтал- ь- ному кругу	Дально- мерные расстоя- ния $n$ , см	Гори- зонт. проло- жения $d$ , м	Отсчёт ы по вер- тикаль- ному кругу $L$	$\nu$	$h'$	$l$	$h$	$H_m$	Описание расположе- ния контур- ных точек ( пикетов )	
6	6 <sup>б</sup>	51° 06'	59	57,5	351° 01'	- 9° 00'	-	-	-	-	Лев. берег	
	6 <sup>в</sup>	59 31	62	60,4	350 59	- 9 02	-	-	-	-	Лев. берег	
	6 <sup>г</sup>	63 33	61	59,3	350 26	- 9 35	-	-	-	-	Прав. берег	
	6 <sup>д</sup>	69 11	68	65,9	349 39	- 10 22	-	-	-	-	Конт. острова	
			Станция № 26 $i = 1,37$									
			$R = 176^\circ 56'$ $L = 3^\circ 08'$ $MO = +$ $0^\circ 02'$									
			Лимб ориентирован по линии 26 - 29									
26	69	0° 00'										
	25	173 00	15	15,0	357° 56'	- 2° 06'	-0,5 5	1,0 8	-0,2 6			
	24	172 15	29	28,6	353 22	- 6 40	-3,3 5	1,1 4	-3,1 2			
	27	14 16	24	23,9	356 48	- 3 14	-1,3 5	1,1 2	-1,1 0			
	22	126 15	48	47,6	354 40	- 5 22	-4,4 8	1,2 4	-4,3 5			
	21	115 04	64	63,4	354 33	- 5 29	-6,0 8	1,3 2	-6,0 3			
	23	106 32	51	50,7	355 20	- 4 42	-4,1 6	1,2 5	-4,0 4			

	20	116 11	76	75,6	355 49	- 4 13	-5,5 6	1,3 8	-5,5 7		
	31	97 03	53	52,5	354 26	- 5 36	-5,1 4	1,2 7	-5,0 4		

### ЖУРНАЛ СЪЁМОЧНЫХ ПИКЕТОВ

Но- мер а стан- ци й	Но- мера пике- тов	Отсчёт ы по гори- зонтал ь- ному кругу	Дально- мерные расстоя- ния $n$ , см	Гори- зонт. проло- жени я $d$ , м	Отсчёт ы по вер-тик аль-но му кругу $L$	$v$	$h'$	$l$	$h$	$H$ ,м	Описание расположе- ния контур- ных точек ( пикетов )
26	30	85° 45'	41	40,7	354° 40'	- 5° 22'	-3,8 3	1,2 0	-3,66		
	29	75 43	47	46,6	354 56	- 5 06	-4,1 6	1,2 3	-4,02		
	26 <sup>a</sup>	126 00	29	28,9	356 44	- 3 18	-	-	-	-	Грунт. дорога
	42	2 15	44	44,0	1 13	+ 1 11	+0,9 1	1,2 2	+1,0 6		
	43	8 00	59	59,0	0 04	+ 0 02	+0,0 3	1,2 9	+0,1 1		
	41	38 45	41	41,0	358 56	- 1 06	-0,7 9	1,2 0	-0,62		
	44	26 15	54	54,0	358 42	- 1 20	-1,2 6	1,2 7	-1,16		
	28	110 40	20	19,7	352 58	- 7 04	-2,4 5	1,1 0	-2,18		
			Станция № 65 $i = 1,40$								

			R = 174°46' L = 5°14' MO = 0°00'								
			Лимб ориентирован по линии 65 – 77								
65	77	0° 00'									
	51	81 30	38		358° 15'		1,1 9				
	56	66 07	25		353 06		1,1 2				
	66	164 03	13		356 20		1,0 6				
	64	245 07	13		353 06		1,0 6				

### ЖУРНАЛ СЪЁМОЧНЫХ ПИКЕТОВ

Но- мер а стан- ци й	Но- мера пике- тов	Отсчёт ы по гори- зонтал ь- ному кругу	Дально- мерные расстоя- ния <i>n</i> , см	Гори- зонт. проло- жения <i>d</i> , м	Отсчёт ы по вер-ти- каль-н ому кругу <i>L</i>	<i>v</i>	<i>h'</i>	<i>l</i>	<i>h</i>	<i>H</i> ,м	Описание Расположе- ния контур- ных точек ( пикетов )
65	63	264° 45'	21		353° 24'			1,1 0			
	61	318 30	38		351 44			1,1 9			
	62	357 46	41		354 16			1,2 0			
	50	34 30	51		355 33			1,2 6			
	58 <sup>a</sup>	356 00	84		353 07			1,4 2			

	60 <sup>a</sup>	331 30	66		351 02			1,3 3			Левый берег
	60 <sup>b</sup>	348 30	78		352 20			1,3 9			Левый берег
	60 <sup>r</sup>	344 20	82		352 08	-	-	-	-		Правый берег
	60	315 00	62		351 18			1,3 1			
	60 <sup>b</sup>	328 06	73		351 46	-	-	-	-		Правый берег
	71	118 30	21		358 33			1,1 0			
			Станция № 69 $i = 1,36$								
			R = 170°16'    L = 9°42' MO = - 0° 01'								
			Лимб ориентирован по линии 69 – 65								
69	65	0 00									
	53	51 15	62		356 34			1,3 1			
	54	37 46	52		354 05			1,2 6			

ЖУРНАЛ СЪЁМОЧНЫХ ПИКЕТОВ

Но- мер а стан- ци й	Но- мера пике- тов	Отсчёт ы по гори- зонтал ь- ному кругу	Дально- мерные расстоя- ния $n$ , см	Гори- зонт. проло- жения $d$ , м	Отсчёт ы по вер-тик аль-но му кругу $L$	$v$	$h'$	$l$	$h$	$H$ , м	Описание располож е- ния контур- ных точек ( пикетов )
69	55	25° 15'	77		354° 14'			1,3 8			



	52	29 30	89		355 52			1,4 4				
	68	358 45	45		355 32			1,2 2				
	67	342 06	63		354 04			1,3 2				
	70	311 30	27		354 19			1,1 4				
			Станция № 38			$i = 1,42$						
			R = 176°31' L = 3°25' MO = - 0°02'									
			Лимб ориентирован по линии 38 - x <sub>2</sub>									
38	x <sub>2</sub>	0° 00'										
	40	149 00	29		3° 05'			1,1 4				
	39	136 15	10		352 30			1,0 5				
	34	75 05	15		350 40			1,0 7				
	46	209 00	17		353 06			1,0 8				

### ЖУРНАЛ СЪЁМОЧНЫХ ПИКЕТОВ

Но- мер а стан- ци й	Но- мера пике- тов	Отсчёт ы по гори- зонтал	Дально- мерные расстоя- ния	Гори- зонт. проло- жи	Отсчёт ы по вер-тик аль-но му	$v$	$h'$	$l$	$h$	$H, м$	Описание располож- ения контур-
-------------------------------------	-----------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------	--	-----	------	-----	-----	--------	--

		Ъ- ному кругу	ния <i>n</i> , см	я <i>d</i> , м	кругу <i>L</i>						НЫХ ТОЧЕК ( ПИКЕТОВ )
38	45	169° 00′	57		1° 44′			1,2 8			
	48	299 31	37		352 46			1,1 8			
	49	273 00	33		355 46			1,1 7			
	57	251 00	39		355 20			1,2 0			
	32	56 30	25		356 04			1,1 2			
	58	300 08	54		354 23			1,2 7			
	33	69 30	21		355 55			1,1 0			
	16	22 02	39		356 26			1,2 0			
	17	4 45	66		355 54			1,3 3			
	15	1 30	59		355 50			1,3 0			
	35	13 15	20		349 08			1,1 0			
	37	315 15	18		351 42			1,0 8			
	36	325 16	48		353 54			1,2 4			
	47	275 10	18		350 04			1,0 9			

Контрольная работа по составлению совмещенного плана теодолитной и тахеометрической съемок в масштабе 1:1000 с использованием геодезического панно Г.Ю.

Хунджуа для студентов строительного и горного факультетов, изучающих дисциплину  
«Инженерная геодезия».

Составитель

Виктор Николаевич Хонякин

Издается полностью в авторской редакции

Тем.план 2001, поз.353

Лицензия ЛР № 020377 от 22.01.97

Подписано в печать 5.09.01

Формат 60x84 1/16

Бумага тип.№ 1

Плоская печать

Усл.печ.л.1,0

Уч.-изд.л.1,05

Тираж 1200 экз.

Заказ



Издательский центр МГТУ им.Г.И.Носова

455000, Магнитогорск, пр.Ленина, 38

Полиграфический участок МГТУ



Приложение В

**Федеральное агентство по образованию**

**Магнитогорский государственный технический  
университет им. Г.И. Носова**

**Кафедра геологии и геодезии**

**РАБОТА С НИВЕЛИРОМ**

*Методические указания к лабораторным занятиям*

*по дисциплинам: "Инженерная геодезия", "Геодезия и  
маркшейдерское дело", "Картография с основами топографии"  
для студентов специальностей: 130402, 290100, 290300, 290500, 290600, 290700, 032500*

Магнитогорск

2009

Составитель В.Н. Хонякин

Работа с нивелиром: Методические указания к лабораторным занятиям по дисциплинам: "Инженерная геодезия", "Геодезия и маркшейдерское дело", "Картография с

основами топографии" для студентов специальностей: 130402, 290100, 290300, 290500, 290600, 290700, 032500. Магнитогорск: МГТУ, 2009. 38 с.

Рецензент В.Н. Кобелькова

Хонякин В.Н. 2005

## Содержание

стр.

1. Типы нивелиров, их устройство.....	2
2. Поверки нивелиров, юстировка .....	6
3. Проложение нивелирного хода в лабораторных условиях .....	21
4. Построение продольного профиля линии местности по трассе автодороги .....	34
5. Построение проектного профиля трассы автодороги .....	34





## **1. Типы нивелиров, их устройство**

*Нивелированием* называется вид геодезических работ по определению высот (альтитуд) точек земной поверхности. Нивелирование, выполняемое горизонтальным лучом визирования, называется геометрическим.

Геодезические приборы, предназначенные для производства геометрического нивелирования, называются *нивелирами*. Нивелиры применяют в комплекте с двумя нивелирными рейками.

Согласно действующему стандарту нивелиры делятся по точности на три группы:

- 1) высокоточные (Н05, Н2 \*), предназначенные для нивелирования I и II классов в государственных геодезических сетях, на геодинамических полигонах и при высокоточных инженерно-геодезических работах;
- 2) точные (Н3, НЗКЛ), применяемые для нивелирования III и IV классов и инженерно-геодезических изысканий;
- 3) технические (Н5, Н10), используемые при создании геодезического обоснования для топографических съемок и перенесения в натуру проектов строительства инженерных сооружений, при производстве строительно-монтажных работ.

По способу приведения визирной оси зрительной трубы в горизонтальное положение нивелиры всех типов выпускают в двух исполнениях:

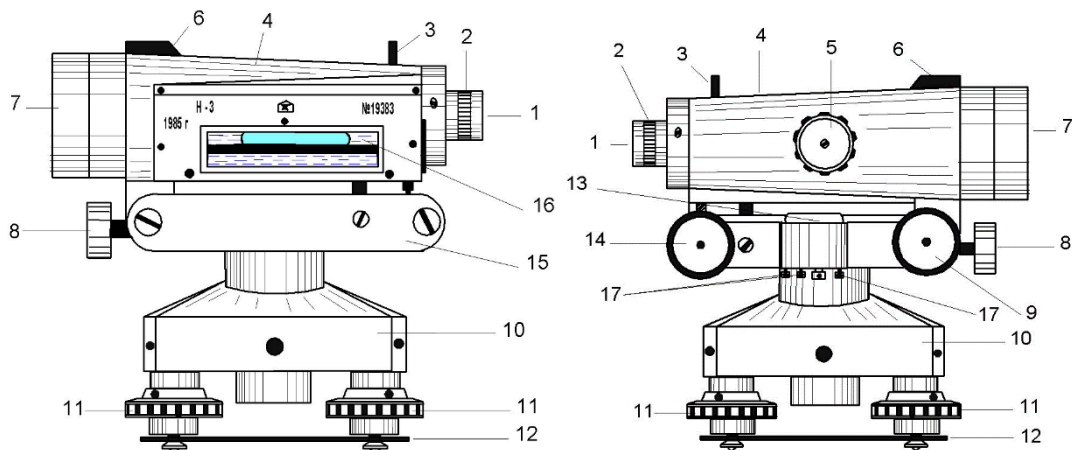
- 1) с уровнем при зрительной трубе (*уровенные*);
- 2) с компенсатором углов наклона. В последнем случае в шифре нивелира добавляется буква **К**, например, НЗК. Если нивелир снабжен лимбом для измерения горизонтальных углов, в шифр нивелира добавляют букву **Л**, например, НЗКЛ. Перечисленные приборы относятся к группе оптических нивелиров. В настоящее время промышленностью выпускаются нивелиры электронные (цифровые) и лазерные, позволяющие максимально автоматизировать процесс нивелирования.

На рис. 1 и 2 показаны нивелиры НЗ и НЗКЛ, их основные части; на рис. 3 и 4 – поле зрения зрительных труб этих приборов. В табл. 1 приведены основные характеристики нивелиров некоторых типов и конструкций.

---

\* Здесь **Н** – нивелир; **0,5; 2; 3; 5; 10** – средняя квадратическая погрешность (мм) передачи высоты на один километр двойного нивелирного хода.

- 2 -



*Рис. 1. Нивелир НЗ:*

1 – окуляр зрительной трубы; 2 – диоптрийное кольцо окуляра; 3 - мушка визира; 4 корпус зрительной трубы; 5 - кремальера; 6 - целик визира; 7 - объектив зрительной трубы; 8 - зажимной винт зрительной трубы; 9 - наводящий винт зрительной трубы; 10 - подставка нивелира; 11 - подъёмные винты подставки; 12 - трегер (пружинящая пластина); 13 - круглый (установочный) уровень; 14 - элевационный винт; 15 - алидада; 16 - цилиндрический контактный уровень; 17 - исправительные (юстировочные) винты круглого уровня

- 3 -

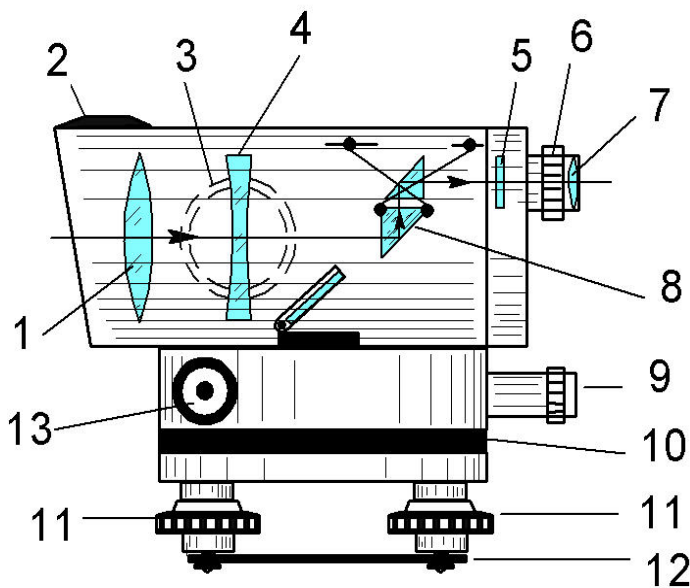


Рис. 2. Нивелир НЗКЛ:

1 - объектив зрительной трубы; 2 - визир; 3 - кремальера; 4 - фокусирующая линза; 5 - сетка нитей зрительной трубы; 6 - диоптрийное кольцо окуляра зрительной трубы; 7 - окуляр зрительной трубы; 8 - оптико-механический компенсатор; 9 - окуляр микроскопа отсчётного устройства лимба; 10 -

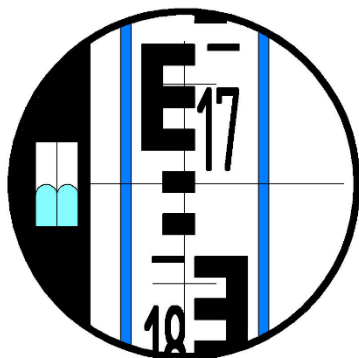
лимб; 11 - подъёмные винты подставки нивелира; 12 - трегер (пружинящая пластина - демпфер); 13 - наводящий винт зрительной трубы

Таблица 1

### Основные характеристики нивелиров

Тип нивелира	Увеличение трубы $v$	Угол поля зрения $\varepsilon$	Цена деления цилиндрического уровня $\tau$	Коэффициент дальности - мера $K$	масса, кг		
					прибор	футляра	штатива
НЗ	30,5 <sup>x</sup>	1°	15"±3	100 ±	2,0	2,0	3,5

			"	0,5%			
НЗК Л	30,5 <sup>x</sup>	1°	-	100 ± 0,5%	1,5	2,0	3,5
Н10 КЛ	21,5 <sup>x</sup>	1°20'	-	100 ± 1,0%	2,0	2,0	3,7



*Рис. 3. Поле зрения зрительной трубы нивелира НЗ.*

*Отсчёт по рейке - 1766 мм*

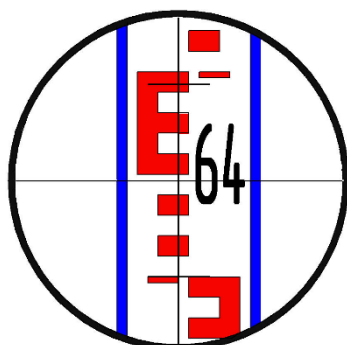
*Рис. 4. Поле*

*Отсчёт по*

**2. Поверки**

**Поверкой**

действий по определению погрешностей этих средств и установлению их пригодности к



*зрения зрительной трубы нивелира НЗКЛ.*

*рейке - 6453 мм*

**нивелиров с уровнем при трубе**

средств измерений называется совокупность

применению. Устранение выявленных в ходе проверок погрешностей называется **исправлением** или **юстировкой**.

**Поверка № 1.** Условие поверки. *Ось круглого уровня должна быть параллельна оси вращения нивелира.*

Порядок действий по выполнению поверки.

1. Устанавливают нивелир на геодезическом столбе и вращением подъемных винтов 11 (см. рис. 1) подставки 10 нивелира приводят пузырёк круглого уровня 13 в нуль-пункт.
2. Поворачивают зрительную трубу 4 вокруг оси вращения нивелира на 180°.

**Юстировка.** При смещении пузырька от нуль-пункта исправительными винтами 17 уровня 13 перемещают пузырёк к нуль-пункту на половину величины его отклонения.

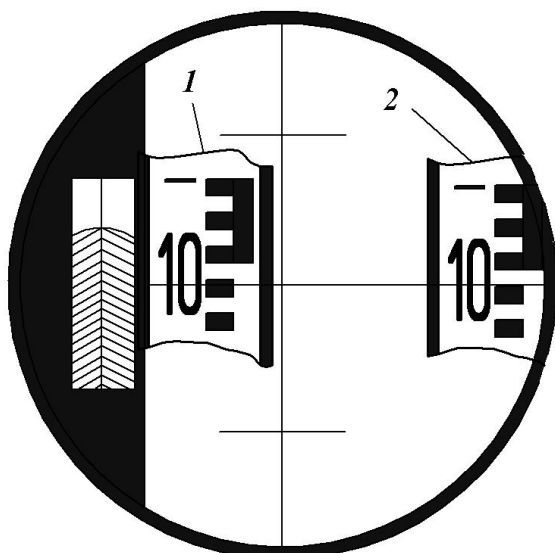
**Поверка № 2.** Условие поверки. *Средняя горизонтальная нить сетки нитей зрительной трубы должна быть перпендикулярна оси вращения нивелира.*

Порядок действий по выполнению поверки.

1. Приводят ось вращения нивелира в отвесное положение, т.е. вращением подъёмных винтов подставки нивелира пузырёк круглого уровня приводят в нуль-пункт.
2. Вращением наводящего винта 9 (см. рис. 1) зрительной трубы изображение нивелирной рейки располагают у левого конца средней горизонтальной нити сетки нитей (рис. 5) – положение изображения рейки №1.
3. Вращением элевационного винта 14 (см. рис. 1) совмещают изображения концов пузырька цилиндрического контактного уровня 16 и берут отсчет по рейке  $a_n$  (см. рис. 5).
4. Вращением наводящего винта 9 (см. рис. 1) зрительной трубы перемещают изображение нивелирной рейки к правому концу средней горизонтальной нити сетки нитей (см. рис. 5) – положение изображения рейки №2.
5. Вращением элевационного винта совмещают изображения концов пузырька цилиндрического контактного уровня и берут отсчет по рейке  $a_n$  (см. рис. 5).

Условие второй поверки считается выполненным, если разность отсчетов

$|a_n - a_n| \leq 2 \text{ мм}$ . В противном случае выполняют юстировку.



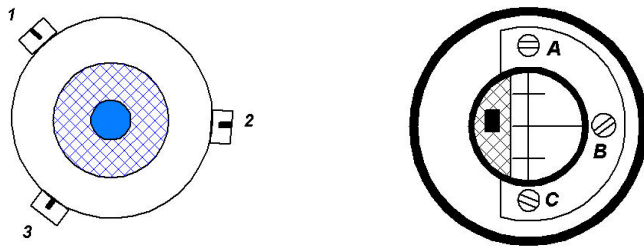
*Рис. 5. Вторая поверка*

Отсчёты по рейке:  $a_n = 1063\text{мм}$ ;  $a_n = 1060\text{мм}$

**Порядок выполнения юстировки.**

1. Вывинчивают три винта 1-3 (рис. 6) и снимают окуляр.
2. Ослабляют винты А, В, С и поворачивают сетку нитей с оправой в нужном направлении.
3. Надевают окуляр на корпус зрительной трубы и, не закрепляя окуляр, повторяют поверку.
4. При выполнении условия поверки закрепляют оправу сетки нитей винтами А, В, С и окуляр винтами 1 – 3.

**Поверка № 3.** Условие поверки. *Отвесные плоскости, проходящие через ось цилиндрического контактного уровня и визирную ось зрительной трубы должны быть параллельными.*

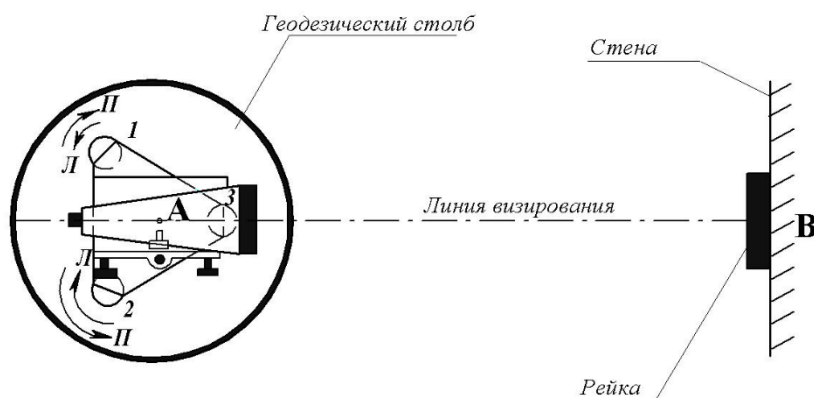


**Рис. 6. Окулярная часть нивелира №3:**

*1,2,3 – крепежные винты окуляра; A, B, C – крепежные винты оправы сетки нитей*

Порядок действий по выполнению поверки №3.

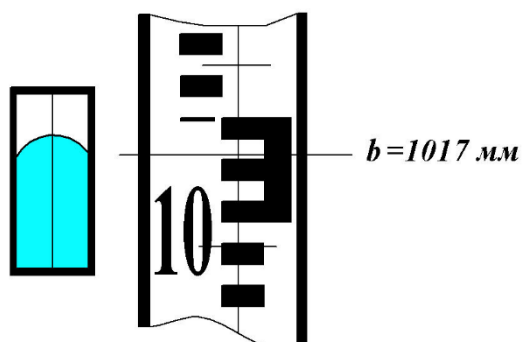
- 1) Устанавливают нивелир на геодезическом столбе и закрепляют становым винтом так, чтобы его можно было без усилия повернуть вместе с подставкой вокруг оси вращения нивелира.
- 2) Вращая подъемные винты, устанавливают их приблизительно на середину хода.
- 3) Устанавливают зрительную трубу перпендикулярно отвесной плоскости, проходящей через два подъемных винта 1 и 2 подставки нивелира (рис. 7).



**Рис. 7. Схема наблюдения в поверке №3**



1. Поворачивают нивелир вместе с подставкой так, чтобы труба расположилась по линии АВ (см. рис. 7).
2. Закрепляют нивелир станковым винтом.
3. Вращением подъемных винтов приводят пузырек установочного (круглого) уровня в нуль-пункт, т.е. ось вращения нивелира приводят в отвесное положение.
4. Вращением наводящего винта 9 (см. рис.1) зрительной трубы точно наводят её на изображение нивелирной рейки (см. рис.7), закрепленную на стене геодезического кабинета.
5. Вращением элевационного винта 14 (см. рис.1) совмещают изображения концов пузырька цилиндрического контактного уровня.

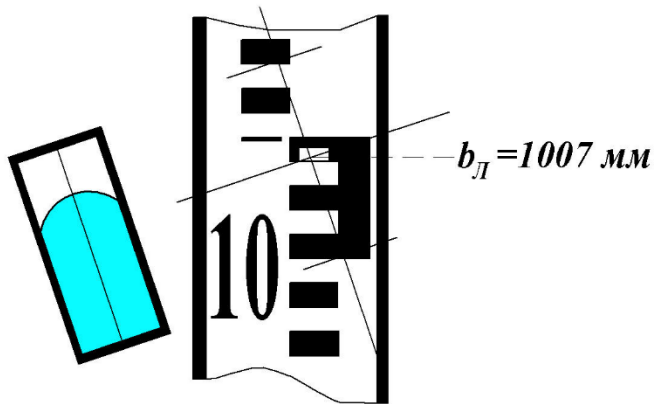


**Рис. 8. Отсчет по рейке при отвесном положении оси вращения нивелира**  
 $b = 1017 \text{ мм}$

6. Берут отсчет по рейке  $b$  (рис. 8), соответствующий отвесному положению оси вращения нивелира.
7. Вращением подъемных винтов 1 и 2 (см. рис.7) в направлении стрелок с индексом "л" на два полных оборота каждого наклоняют ось вращения нивелира *влево*.
8. Вращением наводящего винта зрительной трубы наводят перекрестие нитей сетки точно на рейку (рис.9) и, совместив изображения концов пузырька цилиндрического контактного уровня, берут отсчет по рейке  $b_{л}$  точкой пересечения нитей сетки.
9. Вращением подъемных винтов 1 и 2 (см. рис.7) в направлении стрелок с индексом "П" на четыре полных оборота каждого винта наклоняют ось вращения нивелира *вправо*.

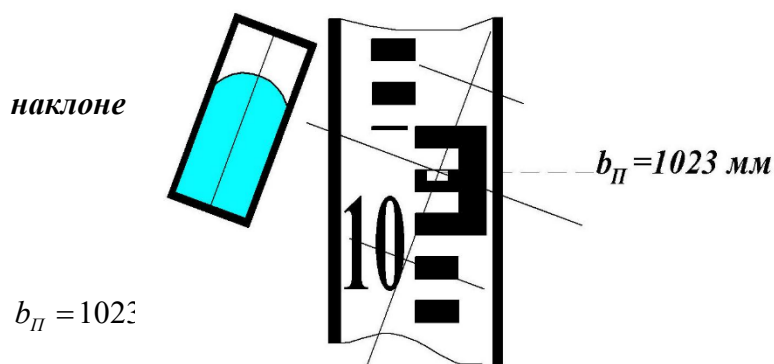
13. Вращением наводящего винта зрительной трубы перекрестие нитей сетки точно наводят на рейку (рис.10), вращением элевационного винта совмещают изображения концов пузырька цилиндрического контактного уровня.

14. Берут отсчет по рейке  $b_{п}$  точкой пересечения нитей сетки.



**Рис. 9. Отсчет по рейке при наклоне оси вращения нивелира влево**

$$b_{\text{л}} = 1007 \text{ мм}$$



**Рис. 10. Отсчет по рейке при наклоне оси вращения нивелира вправо**

15. Вычисляют отсчет  $b_{\text{ср.}} = \frac{b_{\text{п}} + b_{\text{л}}}{2}$ , который не должен отличаться от отсчета  $b$  не более чем на  $\pm 3 \text{ мм}$ , т.е.  $|b_{\text{ср.}} - b| \leq 3 \text{ мм}$ . По этой разности можно убедиться в корректности действий по выполнению поверки. Если  $|b_{\text{ср.}} - b| > 3 \text{ мм}$ , то поверку следует повторить. Условие поверки считается выполненным, если разность  $|b_{\text{п}} - b_{\text{л}}| \leq 8 \text{ мм}$ . В противном случае выполняют юстировку.

#### **Юстировка.**

1. Ослабляют винт 4 и открывают крышку 7, как показано на рис. 6.
2. Шпилевой отверткой ослабляют один из вертикальных исправительных винтов 6 цилиндрического уровня.
3. Вращением горизонтальных исправительных винтов 5 уровня перемещают конец оправы 8 уровня к визирной оси зрительной трубы, если разность  $b_{\text{п}} - b_{\text{л}} > 0$ , и от визирной оси, если разность  $b_{\text{п}} - b_{\text{л}} < 0$ . После юстировки поверку следует повторить.

**Поверка № 4.** Условие поверки. Угол  $\nu$  между проекциями на отвесную плоскость оси цилиндрического контактного уровня и визирной оси зрительной трубы не должен превышать  $11''$ .

Поверку выполняют способом **двойного нивелирования "вперёд"**.

Для выполнения поверки выбирают согласно схеме (рис. 11) две марки, закрепленные на геодезических столбах.

Примечание. Студенты, работающие на геодезических столбах с номерами 1 - 7, используют марки, цвет которых отличается окраски столба. Студенты, работающие на геодезических столбах с номерами 8 – 14, используют марки, окрашенные в цвет столба.

Порядок действий по выполнению поверки №4.

1. Устанавливают нивелир на геодезическом столбе с номером "А" (рис. 12) и приводят ось вращения его в отвесное положение. Для этого вращением подъёмных винтов подставки перемещают пузырёк круглого уровня в нуль - пункт.

2. Надевают крышку на объектив так, чтобы один из штрихов (короткий), нанесённых на крышке, расположился вертикально, а другой (длинный) – горизонтально.

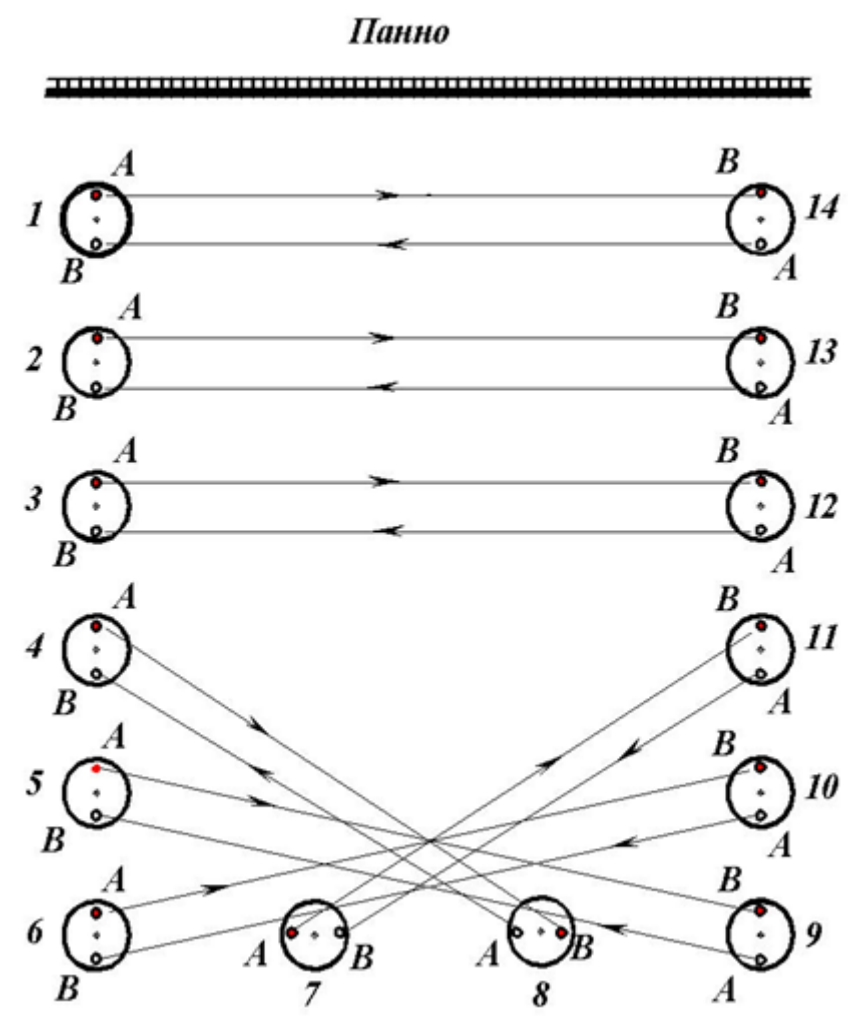


Рис. 11. Схема нивелируемых линий

-12 -

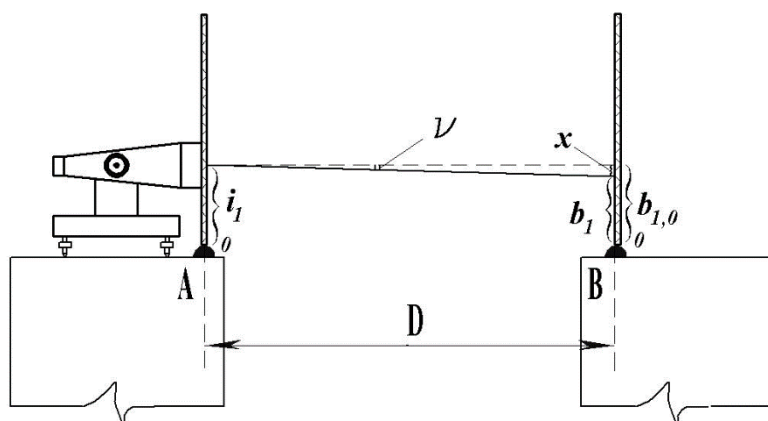
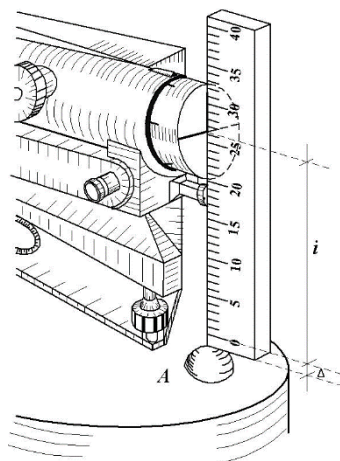


Рис. 12 Нивелирование линии A – B

3. Поворачивают зрительную трубу вокруг оси вращения нивелира так, чтобы короткий штрих расположился на отвесной линии, проходящей через

верхнюю точку

марки (рис. 13).



*Рис. 13. Измерение высоты нивелира  $i$ .*

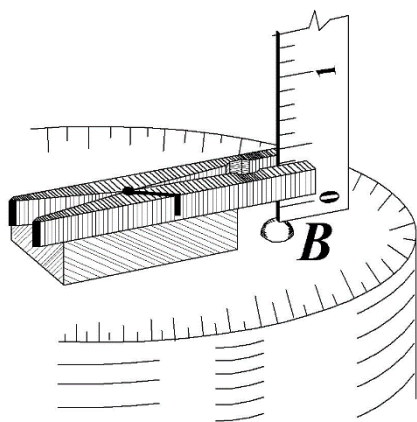
- 13 -

4. На высшую точку марки отвесно устанавливают линейку, нуль миллиметровой шкалы которой должен быть обращен вниз, к марке.

5. Вращением элевационного винта совмещают изображения концов пузырька цилиндрического контактного уровня.

6. С помощью горизонтального штриха крышки объектива берут отсчет по шкале линейки  $i_1$  до десятых долей миллиметра и записывают его в журнал (табл. 2 и 3).

7. Снимают крышку, линейку переносят на столб с номером "***B***" (см. рис.12), где её устанавливают на марке с помощью кронштейна (рис.14) или удерживают рукой.



**Рис. 14. Установка линейки на столбе "В".**

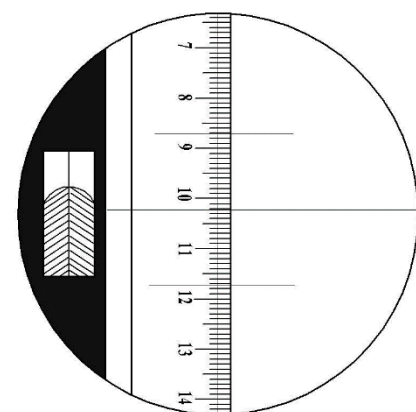
Наводят зрительную трубу на линейку и, совместив изображения концов пузырька цилиндрического контактного уровня, берут отсчёт  $b_1$  по шкале линейки до десятых миллиметра (рис. 15). Отсчёт записывают в журнал (см. табл. 2 и 3).

8. Находят разность отсчётов  $n$ , взятых по дальномерным нитям (см. рис. 15). По формуле  $D = 100 \cdot n$  определяют расстояние между столбами "А" и "В".

9. Устанавливают линейку на столбе "В" нолём шкалы вверх.

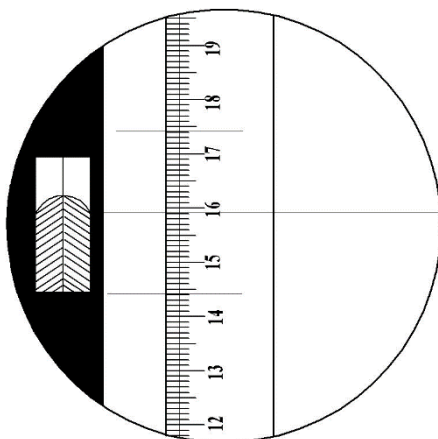
10. Совместив изображения концов пузырька цилиндрического контактного уровня, берут отсчёт  $b_1$  по шкале линейки до десятых долей миллиметра (рис. 16) и записывают его в журнал (см. табл. 2 и 3).

**Рис. 15.**  
- по  
- по  
мм;  
- по  
Расстояние



**Отсчёты по шкале линейки:**

средней горизонтальной нити 102,3 мм;  
верхней дальномерной нити 87,3  
нижней дальномерной нити 117,3 мм.  
 $D = 100 \cdot (117,3 - 87,3) = 3,0 м.$

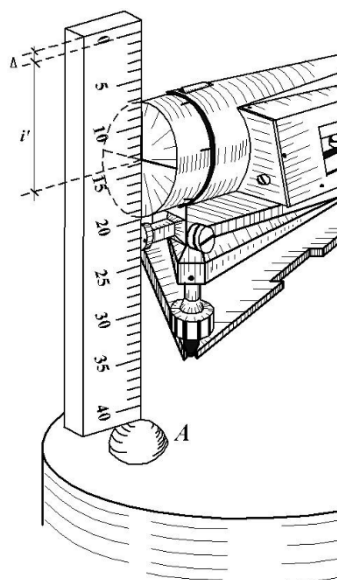


**Рис. 16. Отсчёт по средней горизонтальной нити сетки**

$$b_1' = 159,2 \text{ мм}$$

11. Надевают крышку на объектив.

12. Устанавливают линейку на марку столба с номером "А" нолём шкалы вверх (рис.17). Берут отсчёт  $i_1'$  по шкале линейки с помощью горизонтального штриха крышки объектива до десятых долей миллиметра и заносят его в журнал (см. табл. 2 и 3).





**Рис. 17. Измерение высоты нивелира  $i'$ .**

13. В журнале (см. табл. 2 и 3) выполняют следующие вычисления:

1) находят суммы отсчётов

$$\sum 1 = i_1 + i'_1, \quad \sum 2 = b_1 + b'_1 \quad (1)$$

с контролем

$$|\sum 1 - \sum 2| \leq 0,5 \text{ мм}; \quad (2)$$

2) определяют превышения

$$h_1 = i_1 - b_1, \quad h'_1 = b'_1 - i'_1 \quad (3)$$

с контролем  $|h'_1 - h_1| \leq 0,5 \text{ мм}$  и  $\sum 1 - \sum 2 = h_1 - h'_1$ ; (4)

3) вычисляют среднее превышение нивелирования линии  $A - B$

$$h_{\text{п}} = \frac{h_1 + h'_1}{2}. \quad (5)$$

Таблица 2

Журнал наблюдений и вычисления погрешности  $x$

Номера	Номера точек	Отсчеты по линейке		Превышения $h$	Средние превышения $h_{cp.}$	Схема наблюдения.  Вычисление $x$
		$i$	$b$			
A	↓ B	$i_1$	$b_1$	$h_1$	$h_{II}$	
	↑	$i'_1$	$b'_1$	$h'_1$		
		$\Sigma 1$	$\Sigma 2$			
B	↓ A	$i_2$	$b_2$	$h_2$	$h_0$	$x = \frac{h_{II} + h_0}{2} = \underline{\quad}$ $D = \underline{\quad}$ $\frac{4D}{75} = \underline{\quad}$ $h = \frac{h_{II} - h_0}{2} = \underline{\quad}$ $b_{2,0} = b_2 + x = \underline{\quad}$ $x' = h + h_K = \underline{\quad}$
	↑	$i'_2$	$b'_2$	$h'_2$		
		$\Sigma 3$	$\Sigma 4$			
Нивелирование после юстировки						
B	↓ A	$i_3$	$b_3$	$h_3$	$h_K$	
	↑	$i'_3$	$b'_3$	$h'_3$		
		$\Sigma 5$	$\Sigma 6$			

При соблюдении условий (2) и (4) нивелирование линии  $A - B$ , т.е. нивелирование линии в прямом направлении, считается выполненным верно.

14. Переносят нивелир в т.  $B$  (рис.18) и повторяют действия пунктов 2–12. При этом отсчёты по линейке, показанные в табл. 2, обозначены индексом "2", т.е.:

$i_2, b_2$  – отсчёты по шкале линейки с нолём, обращённым вниз;

$i'_2, b'_2$  – отсчёты по шкале линейки с нолём, обращённым вверх.

В журнале выполняют следующие вычисления:

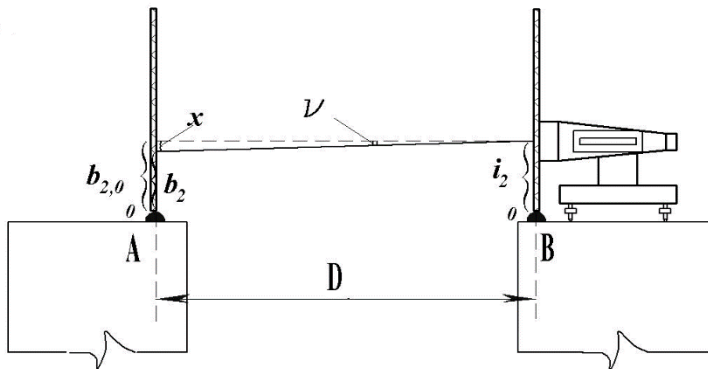
- находят суммы отсчётов

$$\sum 3 = i_2 + i_2', \quad \sum 4 = b_2 + b_2' \quad (6)$$

- 17 -

с контролем

$$|\sum 4 - \sum 3| \leq 0,5 \text{ мм}; \quad (7)$$



**Рис. 18. Нивелирование линии B – A**

- вычисляют превышения

$$h_2 = i_2 - b_2, \quad h_2' = b_2' - i_2' \quad (8)$$

с контролем

$$|h_2' - h_2| \leq 0,5 \text{ мм} \quad \text{и} \quad \sum 4 - \sum 3 = h_2' - h_2; \quad (9)$$

- находят среднее превышение нивелирования линии **B – A**

$$h_0 = \frac{h_2 + h_2'}{2}.$$

(10)

15. Вычисляют угол  $\nu$  непараллельности визирной оси зрительной трубы и оси цилиндрического контактного уровня по формуле

$$\nu'' = \frac{x_{MM}}{D_{MM}} \cdot 206265'',$$

(11)

где

$$x = \frac{h_{II} + h_O}{2}$$

(12)

- погрешность в отсчётах по линейке (см. рис. 12 и 18).

- 18 -

16. Вычисляют превышение  $h$ , свободное от влияния угла ( $\nu$ ) непараллельности оси уровня и визирной оси

$$h = \frac{h_{II} - h_O}{2}.$$

(13)

Условие поверки выполнено, если

$$|x| \leq \frac{4D}{75} \text{ мм, или } |\nu| \leq 11''$$

(14)

### **Юстировка.**

1. Вычисляют верный отсчёт

$$b_{2,0} = b_2 + x.$$

(15)

2. Вращением элевационного винта 12 (см. рис. 1) устанавливают этот отсчёт по линейке.

3. Ослабив один из горизонтальных исправительных винтов 5 цилиндрического контактного уровня, вращением вертикальных исправительных винтов 6 совмещают изображения концов пузырька (см. рис. 6).

После юстировки, на станции в т. **B** выполняют контрольные измерения по программе, указанной в пунктах 2 – 13. Отсчёты по линейке при этом показаны в табл. 2 с индексом "3", т.е.:

$i_3, b_3$  – отсчёты по линейке с нолём шкалы, обращенным вниз,

$i'_3, b'_3$  – отсчёты по линейке с нолём шкалы, обращенным вверх.

Вычисляют:

1) суммы отсчётов  $\sum 5 = i_3 + i'_3, \quad \sum 6 = b_3 + b'_3$  (16)

с контролем  $|\sum 5 - \sum 6| \leq 0,5 \text{ мм};$  (17)

2) превышения

$$h_3 = i_3 - b_3, \quad h'_3 = b'_3 - i'_3 \quad (18)$$

с контролем  $|h_3 - h'_3| \leq 0,5 \text{ мм}$  (19)

и

$$\sum 5 - \sum 6 = h_3 - h'_3; \quad (20)$$

3) среднее превышение (контрольное)

$$h_K = \frac{h_3 + h'_3}{2}; \quad (21)$$

4) исправленное значение угла  $v'$

$$v' = \frac{x'}{D} \cdot \rho, \quad (22)$$

где  $x' = h + h_K, \quad \rho = 206265''$ , (23)

при этом проверяют, чтобы

$$|x'| \leq \frac{4 \cdot D}{75} \text{ мм}. \quad (24)$$

При выполнении условия (24) считают поверку законченной.

Пример оформления результатов поверки, выполненной в лабораторных условиях, приведён в табл. 3.

Таблица 3

Журнал наблюдений при выполнении поверки № 4

Номера	Номера	Отсчеты по линейке		Превышения $h$	Средние превышения $h_{ср.}$	Схема наблюдения  Вычисление $x$
		$i$	$b$			
3	12 ↓	1) 117,9	2) 112,7	7) + 5,2	9) + 5,20	 $x = \pm 2,3 мм,$ $D = 3,8 м$ $4D / 75 = 0,2 мм$
	↑	4) 82,8	3) 87,6	8) + 4,8		
		5) 200,7	6) 200,3			
12	3 ↓	1) 114,3	2) 114,6	7) - 0,3	9) - 0,40	$b_{2,0} = 116,9 мм$ $h = + 2,70 мм$ $x' = + 0,1 мм$
	↑	4) 86,3	3) 85,8	8) - 0,5		
		5) 200,6	6) 200,4			
Нивелирование после юстировки						$v' = + 4,9''$
12	3 ↓	1) 114,2	2) 116,7	7) - 2,5	9) - 2,60	
	↑	4) 86,5	3) 83,8	8) - 2,7		
		5) 200,7	6) 200,5			

В таблице цифрами 1) – 9) показана последовательность записи в журнале, соответствующая программе выполнения поверки.

### 3. Проложение нивелирного хода в лабораторных условиях Задание.

1. На каждой станции отнаблюдать две связующие и одну промежуточную точки нивелирного хода, прокладываемого по трассе автомобильной дороги длиной, соответствующей на местности одному километру и опирающегося на два репера.

2. Выполнить обработку журнала геометрического нивелирования.

3. Построить профиль линии местности по трассе автодороги.
4. Выполнить проект профиля трассы автодороги.

### 3.1. Тренировочные наблюдения на станции

3.1.1. Установить нивелир на геодезическом столбе и привести ось вращения его в отвесное положение, т.е. вращением подъёмных винтов 2

(см. рис. 1) подставки 3 привести пузырёк установочного (круглого) уровня 14 в нуль – пункт.

3.1.2. Вращением диоптрийного кольца окуляра 8 достичь чёткого изображения нитей сетки зрительной трубы 6.

3.1.3. Отнаблюдать две связующие (заднюю и переднюю) точки нивелирного хода в последовательности:

- взять отсчёт  $a''$  по чёрной стороне рейки, установленной в задней точке хода;
- взять отсчёт  $b''$  по чёрной стороне рейки, установленной в передней точке хода;
- взять отсчёт  $b^k$  по красной стороне рейки, установленной в передней точке хода;
- взять отсчёт  $a^k$  по красной стороне рейки, установленной в задней точке хода.

**Внимание!** Для взятия отсчётов по рейкам необходимо:

а) приближённо, от руки, с помощью механического визира 10, 11

(см. рис. 3) навести трубу на рейку;

б) вращением кремальеры 9 достичь чёткого изображения делений рейки;

в) закрепить зрительную трубу зажимным винтом 4;

г) вращением наводящего винта 5 зрительной трубы выполнить точное наведение (*визирование*) трубы на рейку (см. рис. 3);

д) вращением элевационного винта 12 (см. рис. 1) совместить изображения концов пузырька цилиндрического контактного уровня (см. рис. 3);

е) взять отсчёт по рейке в миллиметрах (см. рис. 3) при помощи средней горизонтальной нити сетки нитей зрительной трубы.

3.1.4. Отсчёты записать в нивелирном журнале (табл. 4 и 5).

3.1.5. Найти разности отсчётов, взятым по красным и чёрным сторонам реек, установленных в задней и передней точках нивелирного хода, по формулам:

$$\Delta_1 = a^k - a^y, \quad \Delta_2 = b^k - b^y \quad (25)$$

с контролем  $|\Delta_2 - \Delta_1| \leq 5 \text{ мм.}$

(26)

3.1.6. Вычислить превышения, определённые по чёрным ( $h^y$ ) и красным ( $h^k$ ) сторонам реек

$$h^y = a^y - b^y, \quad h^k = a^k - b^k \quad (27)$$

с контролем

$$|h^k - h^y| \leq 5 \text{ мм}, \quad h^k - h^y = \Delta_2 - \Delta_1. \quad (28)$$

Таблица 4

Журнал геометрического нивелирования

Номер	Номера точек	Отсчёты по рейкам			Превышения		Средние превышения		
		задней	передней	промежутой	+	-	+	-	
	<u>Тренировочные наблюдения на станции</u>								
8	ПК 5	1) $a^y$	2) $b^y$		7) $+ h^y$	7) $- h^y$	9) $+ h_{cp.}$	9) $- h_{cp.}$	
	ПК 6	4) $a^k$	3) $b^k$		8) $+ h^k$	8) $- h^k$			
		5) $\Delta_1$	6) $\Delta_2$						
	ПК 5+50			10) $c^y$					



При не выполнении условий (28) наблюдение на станции следует повторить.

3.1.7. Вычислить среднее превышение ( $h_{cp.}$ ) на станции между задней и передней точками хода

$$h_{cp.} = \frac{h^y + h^k}{2}.$$

(29)

- 22 -

3.1.8. Взять отсчёт ( $c^y$ ) по чёрной стороне рейки, установленной в промежуточной точке.

Численный пример выполнения тренировочных наблюдений на станции приведен в табл. 5.

Таблица 5

Журнал геометрического нивелирования

Номер	Номера точек	Отсчёты по рейкам			Превышения		Средние превышения $h_{cp.}$	
		задней $a$	передней $b$	промежуточной $c$	+	-	+	-
<u>Тренировочные наблюдения на станции</u>								
8	ПК 5	1) 0766	2) 2347		7) 1581	7)	9) 1582,5	9)
	ПК 6	4) 5448	3) 7032		8) 1584	8)		
		5) 4682	6) 4685					

				10)				
	ПК5+			1142				
	50							

### 3.2.Обработка журнала геометрического нивелирования

В нивелирном ходе 14 станций. Отсчеты по рейкам, взятые на каждой станции, даны в журнале нивелирования и для всех студентов одинаковы.

Обработку журнала выполняют в следующей последовательности.

3.2.1. Выполняют вычисления на каждой станции согласно пунктам 3.1.5 – 3.1.7.

3.2.2. На каждой странице журнала выполняют контрольные вычисления по формуле

где  $\Delta_3 : 2 = \Delta_4 : 2 = \Delta_5$ ,

(30)

$$\Delta_3 = \sum a - \sum b;$$

(31)

$$\Delta_4 = \sum ^+h + \sum ^-h;$$

(32)

$$\Delta_5 = \sum ^+h_{cp.} + \sum ^-h_{cp.};$$

(33)

$\sum a$  - сумма отсчетов по черной и красной сторонам реек, устанавливаемых в задних для станций точках хода;

$\sum b$  - сумма отсчетов по черной и красной сторонам реек, устанавливаемых в передних для станций точках хода;

$\sum ^+h$  и  $\sum ^-h$  - суммы превышений, вычисляемых на каждой станции по формулам (27);

$\sum ^+h_{cp.}$  и  $\sum ^-h_{cp.}$  - суммы средних превышений, вычисляемых на каждой станции по формуле (29). Результаты контрольных вычислений заносят в журнал согласно табл. 6 и 7.

3.2.3. Вычисляют сумму средних превышений по ходу

$$\sum h_{cp.} = \sum \Delta_5.$$

(34)

3.2.4. Определяют высотную невязку ( $f_h$ ) хода

$$f_h = \sum h_{cp.} - (H_K - H_H),$$

(35)

где  $H_H$  - высота репера в начале хода;

$H_K$  - высота репера в конце хода.

3.2.5. Сравнивают полученную невязку  $f_h$  с предельной невязкой

$$\Delta f_h = \pm 10 \cdot \sqrt{n},$$

(36)

где  $n$  - число станций в ходе.

Невязка хода  $f_h$  не должна превышать предельной невязки  $\Delta f_h$ ,

т.е.

$$|f_h| \leq \Delta f_h.$$

(37)

3.2.6. Выполняют уравнивание хода.

Для этого вычисляют поправки  $v_h$  в средние превышения, определенные на каждой станции, по формуле

$$v_h = \frac{-f_h}{n}.$$

(38)

Поправки округляют до 0,5 мм и записывают в журнал над средними превышениями.

Пример распределения высотной невязки.

Пусть значение невязки оказалось равной  $f_h = +33$  мм.

$$\text{Тогда } v_h = \frac{-(+33)}{14} = -2,35 \text{ мм или округлённо } v_h = -2,5 \text{ мм.}$$

Над всеми дробными значениями средних превышений следует записать эту величину поправки, а над значениями средних превышений, выраженными целыми числами, будем чередовать поправки в виде целых чисел, отличных от данной на  $\pm 0,5$  мм, т.е.

$$v_h = -2 \text{ мм} \quad \text{и} \quad v_h = -3 \text{ мм.}$$

Сумма всех поправок должна быть равной невязке  $f_h$  с противоположным знаком,

т.е.

$$\sum v_h = -f_h.$$

(39)

3.2.7. Вычисляют высоты связующих точек нивелирного хода по формуле

$$H_{i+1} = H_i + (h_{cp.} + v_h),$$

(40)

где  $i = 1, 2, 3, \dots$  – номера связующих точек хода,  $h_{cp.}$  – среднее превышение на станции между связующими точками.

На каждой странице журнала высоты связующих точек определяют с контролем  $\Delta_6 - \Delta_5 = \sum v'_h$ , (41)

где  $\Delta_6 = H'_K - H'_H$ ; (42)

$H'_K$  - высота последней на странице связующей точки;  $H'_H$  - высота первой на странице связующей точки;  $\sum v'_h$  - сумма поправок в средние превышения на странице. Заключительным контролем вычисления высот связующих точек нивелирного хода является совпадение значения вычисленной высоты репера в конце хода с его заданной величиной.

3.2.8. Вычисляют высоты промежуточных точек нивелирного хода.

$H_C = H_{Г.И.} - c^u$ , (43)

где  $H_{Г.И.}$  - горизонт прибора, т.е. высота линии визирования на данной станции;  $H_{Г.И.} = H_{з.т.} + a^u$ ;  $H_{з.т.}$  - высота задней точки хода на станции;  $a^u$  - отсчёт по чёрной стороне нивелирной рейки, установленной в задней точке хода;  $c^u$  - отсчёт по чёрной стороне нивелирной рейки в промежуточной точке хода.