

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

## ДИСТАНЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Специальность  
21.05.04. Горное дело

Направленность (специализация) программы  
Маркшейдерское дело

Уровень высшего образования - специалитет

Форма обучения  
Заочная

Институт	Горного дела и транспорта
Кафедра	Геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых
Курс	7

Магнитогорск  
2017 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по специальности 21.05.04 Горное дело, утвержденного приказом МОиН РФ от 17.10.2016 г. № 1298.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых «20» января 2017 г., протокол № 7.

Зав. кафедрой  / И.А. Гришин/

Рабочая программа одобрена методической комиссией института горного дела и транспорта «31» января 2017 г., протокол № 7.

Председатель  / С.Е. Гавришев /

Рабочая программа составлена: ст. преподаватель кафедры Г.МДиОПИ

  
С.О. Картунова

Рецензент:

директор ООО «Магнитогорская маркшейдерско –  
геодезическая компания»



 / Т.А. Шекунова/



## **1 Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Дистанционные методы зондирования земли» связаны с практической деятельностью человека в том или ином производстве. Дисциплина является одной из наиболее сложных наук, которая позволяет решать прикладные инженерные задачи. Основной целью курса является формирование у студентов знаний о процессе проведения стереофототопографической съемки при маркшейдерском обеспечении открытых горных разработок, а также при деформации инженерных сооружений. Изучение новых современных систем съемочных приборов и методы изучения съемок современными приборами.

## **2 Место дисциплины в структуре ООП подготовки специалистов**

Дисциплина «Дистанционные методы зондирования земли» входит в базовую часть блока Б1.Б.38 образовательной программы.

Задача дисциплины «Дистанционные методы зондирования земли» заключается в обучении студентов различным фотограмметрическим методам, а также топографическому и другим видам картографирования. Дисциплина Б1.Б.38 «Дистанционные методы зондирования земли» является дисциплиной, входящей в профессиональный цикл ООП по направлению подготовки специалистов 21.05.04 «Горное дело», профиль №4

«Маркшейдерское дело».

Согласно УП дисциплина читается в восьмом семестре на четвертом курсе, относится к обязательным дисциплинам, вариативная часть.

Успешное усвоение материала предполагает знание студентами основных положений следующих дисциплин:

- Б1.Б.39 Геодезия;
- Б1. В.03 Маркшейдерия
- Б1.Б.14 Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика;
- Б1.Б.10 Информатика;
- Б1.Б.07 Математика;
- Б1.Б.08 Физика;
- Б1.Б.012 Химия.

Обучающийся должен знать фундаментальные основы геодезии и маркшейдерии, выполнять математические расчеты и соблюдать правила составления маркшейдерских чертежей, в том числе с использованием компьютерных технологий.

Дисциплина «Дистанционные методы зондирования земли» должна дать теоретическую подготовку квалифицированного использования знаний при специальных съемках и правильной обработке результатов данной съемки.

Знание и умение студентов квалифицированного исполнения специальных съемок будут необходимы при подготовке выпускной квалифицированной работы.

## **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины и планируемые результаты обучения:**

В результате освоения дисциплины «Дистанционные методы зондирования земли» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-7 умением пользоваться компьютером как средством управления и обработки информационных массивов	
Знать	- основные компьютерные программы для обработки результатов геодезических измерений и составления графической маркшейдерской документации, их интерфейс и основные возможности
Уметь	- решать геодезические задачи по ДЗЗЗ в ПО
Владеть	компьютерными программами для обработки результатов геодезических измерений и составления графической маркшейдерской документации
ПК-7 умением определять пространственно-геометрическое положение объектов, осуществлять необходимые геодезические и маркшейдерские измерения, обрабатывать и интерпретировать их результаты	
Знать	-основные определения пространственно-геометрическое положение объектов. -основные методы осуществления маркшейдерских измерений с помощью современных приборов используемых в ДМЗЗ -основные методы обработки и интерпретации результатов съемок с помощью компьютерных технологий
Уметь	-правильно осуществления маркшейдерских измерений с помощью современных приборов используемых в ДМЗЗ. -правильно определять пространственно-геометрическое положение объектов. -правильно обрабатывать результаты съемок с помощью компьютерных технологий.
Владеть	-приемами определения пространственно- геометрического положение объектов. -приемами маркшейдерских измерений с помощью современных приборов используемых в ДМЗЗ. -приемами и навыками обработки результатов съемок с помощью компьютерных технологий.
ПК-8 готовностью принимать участие во внедрении автоматизированных систем управления производством	
Знать	-основные методы автоматизирования, используемые в ДМЗЗ. -основные методы внедрения автоматизированных систем, используемых в ДМЗЗ. -основные методы систем управления производством используемых в ДМЗЗ.
Уметь	-правильно использовать автоматизацию процессов. -правильно внедрять автоматизированные процессы, используемые в ДМЗЗ. -правильно использовать системы управления производством используемых в ДМЗЗ.
Владеть	-приемами автоматизации процессов. -приемами внедрения автоматизированными процессами, используемыми в ДМЗЗ. -приемами систем управления производством используемых в ДМЗЗ.
ПСК-4.1 готовностью осуществлять производство маркшейдерско-геодезических работ, определять пространственно-временные характеристики состояния земной поверхности и недр, горно-технических систем, подземных и наземных сооружений и отображать ин-формацию в соответствии с нормативными требованиями	
Знать	-все виды маркшейдерско-геодезических работ.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	<ul style="list-style-type: none"> <li>-методы определения пространственно-временных характеристик состояния земной поверхности и недр.</li> <li>-методы определения и нахождения в пространстве подземных и наземных сооружений с помощью методов съемок используемых в ДМЗЗ.</li> </ul>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>-правильно производить маркшейдерские работы при помощи современных электронных систем.</li> <li>-правильно производить необходимые съемки на поверхности и в недрах земли и оформлять планы и карты.</li> <li>-правильно и качественно делать расчеты и оформлять их в электронном виде и на бумажном носителе.</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>-приемами всех маркшейдерских работ при помощи современных электронных систем.</li> <li>-приемами съемок на поверхности и в недрах земли с помощью стереофотограмметрии.</li> <li>-приемами и навыками ведения всех видов маркшейдерских работ и правильного отображения информации в соответствии с нормативными документами.</li> </ul>

#### 4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 19 акад. часов:
  - аудиторная – 18 акад. часов;
  - внеаудиторная – 1,0 акад. часов
- самостоятельная работа – 121,1 акад. часов;
- подготовка к зачету с оценкой – 3,9 акад. часа

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
1. Раздел		Установочная сессия						
1.1. Тема Введение.	7	1			5,1	Проработка лекционной темы		ПК-7; ПСК-4-1
1.2. Тема Наземная фотограмметрия и технология ее производства на карьерах. Решение горно-геометрических задач методами фотограмметрии	7	2		4	20	Подготовка к вопросам по теме	Защита работы	ОПК-7; ПК-7; ПСК-4-1
1.3 Тема Аэрофотограмметрия	7	1		4/4И	15	Подготовка к вопросам по теме	Защита работы	ОПК-7; ПСК-4-

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
								1
1.4 Тема и Дешифрирование и трансформирование аэроснимков. Фотосхемы, фотопланы	7	2		2	15	Подготовка к вопросам по теме	Защита работы	ПК-7; ПК-8; ПСК-4-1
Итого по разделу	7	6		10/4И	55,1			
2. Раздел	Зимняя сессия							
2.1. Тема Построение плановой фототриангуляции графическим способом.	7			2	66	Подготовка к вопросам по теме	Защита работы	ПК-7; ПК-8; ПСК-4-1
Итого по разделу	7			2	66			
<b>Итого по курсу</b>	<b>7</b>	<b>6</b>		<b>12/4 И</b>	<b>121, 1</b>		<b>Промежуточная аттестация (зачет с оценкой/ (контрольная работа))</b>	
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>7</b>	<b>6</b>		<b>12/4 И</b>	<b>121, 1</b>		<b>Промежуточная аттестация (зачет с оценкой/ (контрольная работа))</b>	

## 5. Образовательные и информационные технологии

Важный залог успешного освоения учебного материала – практические занятия. Практикум не только направляет и упрощает процесс обучения, способствует самоподготовке студентов, но и оставляет в памяти полученные знания в виде различных вариантов и отработанных тем занятий. Кроме того, часть сведений, предусмотренных программой, может быть усвоена на практических и семинарских занятиях, что разгрузит теоретическую часть курса. Все это будет способствовать лучшему усвоению лекционного материала.

Самостоятельная работа студентов по подготовке курса строится в соответствии с их индивидуальными особенностями. Однако для более рациональной организации занятий следует придерживаться следующих рекомендаций.

1. Приступая к изучению курса «Фотограмметрия» необходимо правильно понять значение курса. Основы, полученные в процессе изучения курса необходимы студентам для лучшего понимания выбранной специальности, которые необходимы для подготовки современного

горного инженера, специалиста широкого профиля, способного при постоянно усложняющихся горно-геологических условиях успешно решать проблемы горного производства. Дальнейший научно-технический прогресс в условиях горнодобывающей промышленности становится невозможным без всестороннего изучения и учета природных условий разработки месторождений полезных ископаемых.

Весьма большое количество фактического материала, предлагаемого студентам, как в лекциях, так и для самостоятельного изучения, предполагает интенсивные и систематические занятия. Перед началом изучения курса студентам рекомендуется ознакомиться с государственным стандартом и учебно-методическим комплексом дисциплин, включая рабочую программу, где кроме содержания дисциплины указываются литературные источники, средства обучения и разделы курса, выносимые для самостоятельного изучения.

2. Непосредственным источником изучения материала является учебник. Рабочая программа дает возможность представить общий характер курса и соотношение его частей. Учебная информация будет запоминаться легче и усваиваться более осмысленно, если предварительно ознакомиться с программой и усвоить структуру курса и значение каждого элемента. Если работать с материалом в том порядке, в каком он изложен в учебнике, по полезно сверять прочитанное с программой, отмечая в ней пройденные вопросы. Если находить в учебнике сведения в соответствии с последовательностью вопросов в программе, то несколько нарушается свойственная каждому учебнику внутренняя логика подачи информации. Поэтому после проработки каждого раздела программы необходимо проверять степень усвоения учебного материала, отвечая на контрольные вопросы, данные в конце каждой темы.

3. Механическое зазубривание только конспекта лекций дает в лучшем случае удовлетворительную оценку, а при наличии систематических пропусков лекций и лабораторных занятий отставание становится хроническим и приводит к недопущению к сессии.

Лекции нужно перечитывать сразу или через день после слушания. К практическим занятиям нужно выучить соответствующий раздел лекционного курса и соответствующий раздел учебника или пособия. Самостоятельная работа по изучению первоисточников, инструктивного материала, описательной части дисциплин согласно стандарту занимает примерно столько же времени, как и аудиторные занятия.

4. Студенты, которые ведут конспект прочитанного, заносят в него основные определения, ключевые цифровые данные, ответы на контрольные вопросы и т.п., более основательно постигают предмет, как правило, успешно сдают экзамен.

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

Аудиторная практическая работа студентов осуществляется индивидуально и под контролем преподавателя в виде оформления практических в соответствии с требованиями и стандартами учебного заведения.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в виде чтения и проработки лекционного материала и справочной литературы, использования компьютерных технологий и сетей, а также работу в библиотеке с консультациями преподавателя.

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

#### **Домашние задания**

##### **Домашнее задание №1**

Изучить следующие вопросы: что такое наука «Фотограмметрия», ее содержание и задачи, связь ее с другими научными дисциплинами.

##### **Домашнее задание №2**

Изучить виды наземной и воздушной съемок, технические средства для выполнения съемок, методы полевых работ, классификация аэросъемочных сетей.



### Домашнее задание №3

Сделать выбор параметров аэрофотосъемки для фотограмметрической обработки снимков.  
Изучить пространственную аналитическую фототриангуляцию, классификация дешифрирования

### Домашнее задание №4

Изучить технологию цифровой стереофотограмметрии.

Ответить на поставленные преподавателем вопросы по результатам домашних заданий.

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

В образовательной программе специалитета по дисциплине Дистанционные методы зондирования земли включены следующие компетенции: ОПК-7, ПК-7, ПК-8, ПСК-4.1. В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**знать** возможности, сферы применения и особенности методик фотограмметрических методов; спутниковые технологии позиционирования и дистанционного зондирования; технологии и приемы проведения съемок, и их камеральную обработку;

**уметь** использовать полученный материал (снимки) для составления карт, для решения прикладных задач;

**владеть** навыками работы с программным обеспечением.

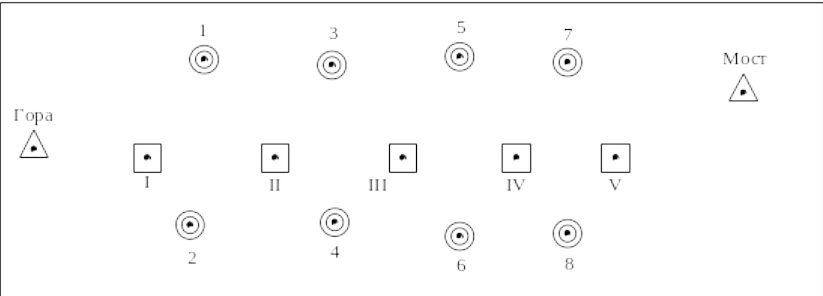
– на оценку **«отлично»** – обучающийся показывает высокий уровень сформированности компетенций - ОПК-7, ПК-7, ПК-8, ПСК-4.1;

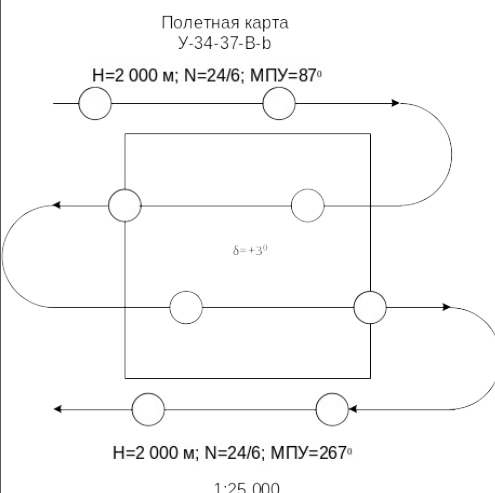
– на оценку **«хорошо»** – обучающийся показывает средний уровень сформированности компетенций - ПК-4, ПК-7, ПК-8, ПСК-4.1;

– на оценку **«удовлетворительно»** – обучающийся показывает пороговый уровень сформированности компетенций - ОПК-7, ПК-4;

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ОПК-7 умением пользоваться компьютером как средством управления и обработки информационных массивов		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>- основные компьютерные программы для обработки результатов геодезических измерений и составления графической маркшейдерской документации, их интерфейс и основные возможности</li> </ul>	<p>Теоретические знания компьютерных программ применяемых для создания топографических планов и карт. Талка, Photomod, Z-Spase 29</p>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>- решать геодезические задачи по ДЗ33 в ПО</li> </ul>	<p>Практические работы рассчитать с помощью программного обеспечения. Работа 5</p> <p>Вычисление погрешности определения площади сечения выработки и погрешности определения объема выработки. Цель работы: ознакомление студентов с вычислениями погрешности при определении сечения выработки и при определении объема выработки при фотоконтурной съемке подземной выработки.</p>
Владеть	компьютерными программами для обработки результатов геодезических измерений и составления графической маркшейдерской документации	<p>Создать в программе полетную карту. Произвести расчет по определению средней квадратической ошибки определения площади и объема выработки при фотоконтурном методе съемки подземных горных выработок.</p>
ПК-7 умением определять пространственно-геометрическое положение объектов, осуществлять необходимые геодезические и маркшейдерские измерения, обрабатывать и интерпретировать их результаты		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>-основные определения пространственно-геометрическое положение объектов.</li> <li>-основные методы осуществления маркшейдерских измерений с помощью современных приборов используемых в ДМЗЗ</li> <li>-основные методы обработки и интерпретации результатов съемок</li> </ul>	<p>Теоретические знания по осуществлению маркшейдерских измерений с помощью приборов: фототеодолит, сканер, лазерный сканер и другие НСС. Ответы на вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация аэросъемочных сетей.</li> <li>2. Основные критерии информационных возможностей съемочных сетей.</li> <li>3. Фотографические съемочные системы</li> <li>4. Нефотографические съемочные системы</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	с помощью компьютерных технологий	
Уметь	<p>-правильно осуществления маркшейдерских измерений с помощью современных приборов используемых в ДМЗЗ.</p> <p>-правильно определять пространственно-геометрическое положение объектов.</p> <p>-правильно обрабатывать результаты съемок с помощью компьютерных технологий.</p>	<p>Практическая работа по данным фотоконтурной съемки. Работа 6.</p> <p>Вычисление погрешности определения фотограмметрических координат точек контура сечения выработки.</p> <p>Цель работы: ознакомление студентов с вычислениями погрешности при определении координат точек объекта фотоконтурным методом.</p>
Владеть	<p>-приемами определения пространственно-геометрического положение объектов.</p> <p>-приемами маркшейдерских измерений с помощью современных приборов используемых в ДМЗЗ.</p> <p>-приемами и навыками обработки результатов съемок с помощью компьютерных технологий.</p>	<p>По данным проектного задания построить базис фотографирования.</p>
ПК-8 готовностью принимать участие во внедрении автоматизированных систем управления производством		
Знать	<p>-основные методы автоматизирования, используемые в ДМЗЗ.</p> <p>-основные методы внедрения автоматизированных систем, используемых в ДМЗЗ.</p> <p>-основные методы систем управления производством используемых в ДМЗЗ.</p>	<p>Теоретические знания по методам дешифрирования контактных снимков. Ответы на вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация дешифрирования</li> <li>2. Визуальный метод дешифрирования</li> <li>3. Машинно-визуальный метод дешифрирования</li> <li>4. Автоматизированный метод дешифрирования</li> <li>5. Подготовительные работы при дешифрировании.</li> <li>6. Технология дешифрирования и контроль результатов</li> <li>7. Аналитическое трансформирование снимков.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		8. Стереоскопическая съемка, стереоскопический эффект.
Уметь	<p>-правильно использовать автоматизацию процессов.</p> <p>-правильно внедрять автоматизированные процессы, используемые в ДМЗЗ.</p> <p>-правильно использовать системы управления производством используемых в ДМЗЗ.</p>	<p>С помощью дешифрирования и трансформирования контактных снимков создать сеть фототриангуляции.</p> <p style="text-align: center;"><b>Работа 4</b></p> <p>Графический способ построения плановой фототриангуляции</p> 
Владеть	<p>-приемами автоматизации процессов.</p> <p>-приемами внедрения автоматизированными процессами, используемыми в ДМЗЗ.</p> <p>-приемами систем управления производством используемых в ДМЗЗ.</p>	С помощью профессиональных навыков используемых в ДМЗЗ создавать планы текущих горных работ.
<p>ПСК-4.1 готовностью осуществлять производство маркшейдерско-геодезических работ, определять пространственно-временные характеристики состояния земной поверхности и недр, горно-технических систем, подземных и наземных сооружений и отображать информацию в соответствии с нормативными требованиями</p>		
Знать	<p>-все виды маркшейдерско-геодезических работ.</p> <p>-методы определения пространственно-временных</p>	<p>Теоретические знания по определению в пространстве и во времени с помощью наземных, воздушных и космических съемок. Ответы на вопросы:</p> <p>1. Виды наземной и воздушной съемок.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>характеристик состояния земной поверхности и недр.</p> <p>-методы определения и нахождения в пространстве подземных и наземных сооружений с помощью методов съемок используемых в ДМЗЗ.</p>	<p>2. Технические средства для выполнения съемок</p> <p>3. Технические показатели аэрофотосъемки</p> <p>4. Выбор параметров аэрофотосъемки для фотограмметрической обработки снимков.</p> <p>5. Пространственная аналитическая фототриангуляция.</p> <p>Классификация аэросъемочных сетей.</p> <p>6. Основные критерии информационных возможностей съемочных сетей.</p>
<p>Уметь</p>	<p>-правильно производить маркшейдерские работы при помощи современных электронных систем.</p> <p>-правильно производить необходимые съемки на поверхности и в недрах земли и оформлять планы и карты.</p> <p>-правильно и качественно делать расчеты и оформлять их в электронном виде и на бумажном носителе.</p>	<p>Практические занятия по составлению технического задания на воздушную съемку.</p> <p style="text-align: center;">Работа 1</p> <p style="text-align: center;">Расчет плановой аэрофотосъемки</p> <p>Целью выполнения работы является ознакомление студентов с методикой подготовки данных, необходимых для выполнения аэрофотосъемки местности.</p> <p style="text-align: center;">Создание полетной карты</p> <div style="text-align: center;">  <p>Полетная карта У-34-37-В-в</p> <p>Н=2 000 м; N=24/6; МПУ=87°</p> <p>δ=+3°</p> <p>Н=2 000 м; N=24/6; МПУ=267°</p> <p>1:25 000</p> </div>
<p>Владеть</p>	<p>-приемами всех маркшейдерских работ при помощи современных электронных систем.</p> <p>-приемами съемок на поверхности и в недрах земли с помощью</p>	<p>По данным съемок наземных и воздушных создать топографическую карту снимаемой местности.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	стереофотограмметрии. – приемами и навыками ведения всех видов маркшейдерских работ и правильного отображения информации в соответствии с нормативными документами.	

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Дистанционные методы зондирования Земли» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачетов, зачетов с оценкой, экзамена.

**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 выполняет практические задания, 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, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
- на оценку «**удовлетворительно**» (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
- на оценку «**неудовлетворительно**» (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.
- на оценку «**неудовлетворительно**» (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.



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

### Основная литература

1. 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.

2. Измestьев, А.Г. Фотограмметрия и дистанционные методы зондирования земли [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Г. Измestьев. — Электрон. дан. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2017. — 119 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/105396>. — Загл. с экрана.

3. Дьяков, Б.Н., Основы геодезии и топографии/ Б.Н. Дьяков, В.Ф. Ковязин. – СПб.: Изд-во «Лань», 2011. – 272 с. Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=1806](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=1806). - Заглавие с экрана ISBN: 978-5-8114-1193-1

### 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?pl1\\_id=3294](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3294). - Заглавие с экрана ISBN: 5-91003-028-6

2. Дьяков, Б.Н., Основы геодезии и топографии/ Б.Н. Дьяков, В.Ф. Ковязин. – СПб.: Изд-во «Лань», 2011. – 272 с. Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=1806](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=1806). - Заглавие с экрана ISBN: 978-5-8114-1193-1

### Периодические издания:

- Маркшейдерия и недропользование.
- Геодезия и картография.
- Горный информационно-аналитический бюллетень

### Методические указания

Картунова С.О. Рабочая тетрадь по дисциплинам «Дистанционные методы зондирования земли» для студентов специальностей 130400, Магнитогорск: ФГБОУ ВПО «МГТУ» 2014. 30 с. (ауд. 075, ПРИЛОЖЕНИЕ А)

Рубцов Н.В. 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. – 23 с. (ауд. 075)

Хонякин В.Н. 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. (ауд. 075 )

Хонякин В.Н. Чтение содержания топографических карт. Методические указания к практическим занятиям по дисциплинам "Инженерная геодезия", "Картография с основами топографии", "Основы аэрогеодезии и инженерно-геодезические работы". – Магнитогорск, 2006.- 22с. (ауд. 075)

Хонякин В.Н. Решение задач по топографическим планам и картам. Методические указания к практическим занятиям по дисциплинам "Инженерная геодезия", "Картография с основами топографии", "Основы аэрогеодезии и инженерно-геодезические работы". – Магнитогорск, 2007.-34с. (ауд. 075)

### Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7	Д-1227 от 08.10.2018	11.10.2021
	Д-757-17 от 27.06.2017	27.07.2018
	Д-593 от 20.05.2016	20.05.2017



MS Office 2007	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный	Д-300-18 от 31.03.2018	28.01.2020
	Д-1347-17 от 20.12.2017	21.03.2018
	Д-1481-16 от 25.11.2016	25.12.2017
	Д-2026-15 от 11.12.2015	11.12.2016
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно

1. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам», Образование в области техники и технологий, Горное дело. – URL: [http://window.edu.ru/catalog/resources?p\\_rubr=2.2.75.5](http://window.edu.ru/catalog/resources?p_rubr=2.2.75.5).

2. Международная справочная система экономических сообщений и отраслевой аналитики средств массовой информации polpred («Полпред»), отрасль «Металлургия, горное дело в РФ и за рубежом». – URL: <http://metal.polpred.com/>.

3. Научная электронная библиотека: [https://elibrary.ru/project\\_risc.asp](https://elibrary.ru/project_risc.asp).

4. Поисковая система Академия Google (Google Scholar). – URL: <https://scholar.google.ru/>

5. Горная энциклопедия <http://www.mining-enc.ru/>

6. Горнопромышленный портал России <http://www.miningexpo.ru/>

7. Горный информационно-аналитический бюллетень <http://www.giab-online.ru/>

8. Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию <http://www.geoinform.ru/>

9. Научно-технический журнал «Горная промышленность» <http://mining-media.ru/ru/>

10. Информационно-аналитический портал для горняков <https://mwork.su/>

11. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору [http://www.gosnadzor.ru/about\\_gosnadzor/history/](http://www.gosnadzor.ru/about_gosnadzor/history/)

12. Geomix: Программное обеспечение и инжиниринговые услуги для горной отрасли. Горное дело. <https://geomix.ru/blog/gornoe-delo/>

## 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Рабочие тетради для проведения практических работ; Плакатный материал, Комплект государственных стандартов, касающихся дисциплины ДМ33; Изучение инструментов фототеодолит, аэрофотоаппарат, командный прибор. Для проведения практических занятий необходимы персональные компьютеры с программным обеспечением пакетов таких как, Талка, Photomod, Z-Spase 29 и др.
Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации.

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Магнитогорский государственный технический университет  
им. Г.И. Носова»  
(ФГБОУ ВПО «МГТУ»)

Кафедра маркшейдерского дела и геологии

**РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ**

по дисциплине «Дистанционные методы зондирования Земли»  
для студентов очной и заочной форм обучения специальности  
130400.65 – Горное дело  
Специализации №4 – Маркшейдерское дело

Рабочее место № \_\_\_\_\_

Студент группы \_\_\_\_\_

---

(Фамилия, имя, отчество)

Практические работы зачтены \_\_\_\_\_

(подпись преподавателя)

Дата \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Магнитогорск

2014 г.

Рабочая тетрадь по дисциплине «Дистанционные методы зондирования Земли» для студентов очной и заочной форм обучения по специальности 130400.65 – Горное дело, специализации №4 – Маркшейдерское дело.

Магнитогорск, изд. МГТУ им. Г.И. Носова, 2014, 30с.

Составитель ст. преподаватель С.О. Картунова

Рецензент доц., к.т.н. Е.А. Романько

Магнитогорский государственный  
технический университет  
им. Г.И. Носова, 2014

**ЛИТЕРАТУРА**  
для подготовки к практическим работам

Название источника	Номера практических работ/главы					
	1	2	3	4	5	6
2.Инженерная геодезия: Учебник для вузов/Багратуни Г.В., Ганьшин В.Н., Данилевич Б.Б. и др. М., Недра, 1984. 344 с.	86	91	88	90	-	-
2.Картунова С.О., Романько Е.А., Колесатова О.С. Конспект лекций по дистанционному методу зондирования Земли: Учебное пособие. Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова, 2014. 55 с.	3	4	5	6	8	8

## Введение

Дистанционные методы зондирования земли – техническая наука о методах определения формы, размеров и положения объектов по их фотографическому изображению. Характеристики объекта могут изучаться по его изображению на одиночном снимке или по паре перекрывающихся снимков, полученных из различных точек пространства. Если при изучении объекта используются свойства одиночного снимка, то такой метод получения необходимой информации называют фотограмметрическим. Если же он изучается по паре перекрывающихся снимков, то метод называют стереофотограмметрическим. Основная задача дисциплины – топографическое и специальные виды картографирования. Фотограмметрические методы позволяют экономно и достаточно точно решать прикладные инженерные задачи. Все работы выполняют по негативам или фотоснимкам, полученным как фотографическими съемочными системами, так и нефотографическими съемочными системами. Все работы предназначены для ознакомления студентов с практической стороной некоторых аспектов науки дистанционные методы зондирования земли.

Практическая работа №1  
Расчет плановой аэрофотосъемки

Целью выполнения работы является ознакомление студентов с методикой подготовки данных, необходимых для выполнения аэрофотосъемки местности.

**Порядок выполнения работы:**

Полетная карта выполняется на кальке, куда с карты черным цветом переносятся границы картографируемого участка, номенклатура, масштаб. Маршруты наносятся (в начале карандашом) параллельно границам участка в направлении север - юг или запад – восток. Для этого вначале целесообразно вычислить расстояние по формуле:  $l = D \times (N - 1)$  (в масштабе полетной карты) между крайними маршрутами в км, и нанести их симметрично относительно границ участка. А затем промежуток между крайними маршрутами разбить на  $(N - 1)$  частей и нанести все остальные маршруты. На каждом маршруте необходимо обозначить как минимум по два ориентира (они необходимы для штурмана – аэрофотосъемщика) и обозначаются на карте кружками ( $D = 5 \text{ мм}$ ). Для этого калька накладывается на карту и закрепляется грузиками, после чего на каждом из маршрутов выбирают ориентиры (характерные объекты местности). И, наконец, на карте указывается высота фотографирования  $H$ , число кадров общее  $\Sigma$  и в маршруте  $n$ , магнитный путевой угол  $МПУ$ , а также склонение магнитной стрелки (на год составления полетной карты) и сближения меридианов. Маршруты, ориентиры и вся числовая информация оформляется на кальке красным цветом. Все рассчитываемые параметры заносятся в таблицу 1.1 в графу результат. Исходные данные находятся в таблице 1.2.

## Расчетные параметры

Таблица 1.1

№ п/п	Рассчитываемые параметры	Формулы	Результат
1	Высота фотографирования, м	$h = f * m$	
2	Продольное перекрытие Р аэрофотоснимков, %	В соответствии с таб. №3 Инструкция (1)	Заданное – Мин. – 56 Макс. – 66
3	Поперечное перекрытие Q между аэрофотоснимками смежных маршрутов, %	В соответствии с таб. №4 Инструкция (1) $q = 35 + 65 * \frac{h_{max}}{H}$	Расчетное – Мин. 20 Макс. 56,2
4	Расстояние между маршрутами на местности, км	$D = \frac{100-Q}{100} * l * m$	
5	Количество маршрутов на участке съемки	$N = \frac{C}{D} + 1$	
6	Базис фотографирования, км	$B = \frac{100-P}{100} * l * m$	
7	Количество снимков в маршруте	$n = \frac{A}{B} + 2$	
8	Общее количество снимков	$\Sigma = N * n$	
9	Общая протяженность всех маршрутов, км	$L = A * N$	
10	Продолжительность съемки участка, ч	$T = \frac{L}{V}$	
11	Число полетов	$K = \frac{T}{T_c}$	
12	Интервал между экспозициями, с	$\tau = \frac{B}{V}$	
13	Предельно допустимая выдержка при фотографировании, с	$\tau = \frac{\delta * m}{V}$	

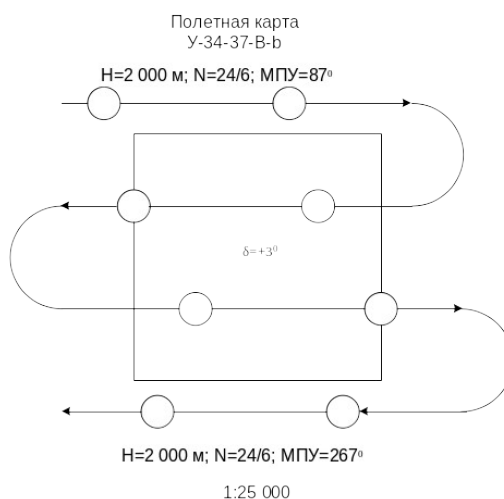
Исходные данные для планирования аэрофотосъемки по вариантам.

№ варианта	Исходные данные*								
	Магнитное	Масштаб съемки М, км	Допустимый смаз δ,	Фокус. расстояние	Размер кадра	Масштаб фотографа ф. п, см	Скорость крейсер	Время полета	МАХ Высота
1	+ 2 <sup>0</sup>	1:25000	0.05	200	14	1:15000	180	5	80
2	+ 5 <sup>0</sup>	1:20000	0.05	150	16	1:10000	200	6	100
3	+ 1 <sup>0</sup>	1:50000	0.05	100	18	1:25000	180	7	120
4	- 2 <sup>0</sup>	1:25000	0.05	200	14	1:10000	180	8	100
5	- 3 <sup>0</sup>	1:20000	0.05	180	16	1:15000	200	5	110
6	+ 3 <sup>0</sup>	1:50000	0.05	120	18	1:20000	220	6	140
7	- 5 <sup>0</sup>	1:25000	0.05	150	14	1:10000	180	7	110
8	- 1 <sup>0</sup>	1:20000	0.05	180	16	1:20000	200	8	130
9	+ 2 <sup>0</sup>	1:50000	0.05	110	18	1:25000	220	5	150
10	+ 3 <sup>0</sup>	1:25000	0.05	160	14	1:10000	180	6	100
11	- 3 <sup>0</sup>	1:20000	0.05	130	16	1:15000	200	7	110
12	+ 5 <sup>0</sup>	1:50000	0.05	100	18	1:20000	220	8	140
13	- 4 <sup>0</sup>	1:25000	0.05	210	14	1:10000	180	5	100
14	+ 2 <sup>0</sup>	1:20000	0.05	190	16	1:10000	200	6	110
15	+ 1 <sup>0</sup>	1:50000	0.05	100	18	1:25000	220	7	130
16	- 1 <sup>0</sup>	1:25000	0.05	120	16	1:20000	200	6	120

\* - Границы картографируемого участка А = С = 5км для всех вариантов



## Оформление полетной карты



### Выводы:

В процессе выполнения практической работы студентом приобретаются навыки по созданию расчета параметров аэрофотосъемочного залета и по выполнению полевой подготовки полетной карты, для создания топографической карты заданного масштаба.

Изучены основные положения и требования, предъявляемые к аэрофотосъемке, которые зависят от масштаба, технологии создаваемой карты и конкретного района картографирования.

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

Практическая работа № 2  
Изготовление одномаршрутной фотосхемы

**Цель работы:** научить студентов изготовлению одномаршрутных фотосхем.

Исходные данные:

1. четыре контактных фотоснимка одного маршрута;
2. фокусное расстояние фотоаппарата  $f = 100 \text{ мм}$ .
3. Расстояния между рабочими центрами должны располагаться на расстоянии не более  $0,05f$  от главной точки снимков.

**Порядок выполнения работы:**

1. Разложить по порядку снимки. При монтаже фотосхемы используют описание способа изготовления фотосхем.
2. Обрезать первый и второй слева снимки индивидуально по линейке, используя две соответствующие точки в середине перекрытия снимков.
3. Определить на третьем и четвертом снимках положение главных точек, засекая их с помощью линий, проходящих через противоположные характерные метки.
4. Обрезать второй и третий снимки совместно, контролируя точность их совмещения на середине перекрытия.
5. Выбирают и накладывают на третьем и четвертом снимках рабочие центры. Опознают и накалывают их на перекрытия этих снимков. Пробивают пуансоном все наколотые точки.
6. Совместить, используя полученные отверстия, снимки и совместно разрезать.
7. Наклеить на лист плотной бумаги или картона вырезанные рабочие площади снимков.
8. Оценить качество монтажа фотосхемы с помощью обрезков и оформить ее.

**Выводы:**

Для защиты по выполнению работы необходимо оценить качество монтажа фотосхемы с помощью обрезков и измерить смещения, полученные на корректурном листе в мм и отобразить полученные значения на данном корректурном листе.

---

---

Вычислил студент \_\_\_\_\_

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

Практическая работа № 3  
Оценка качества залета

**Цель работы:** ознакомление студента с требованиями, предъявляемыми к качеству материалов, полученных в процессе аэрофотосъемки местности и технологией оценки. В процессе работы студент должен составить накидной монтаж, выполнить измерение продольных параллаксов, «елочки» и определить прямолинейность маршрута.

**Исходные данные:**

В процессе работы студент должен составить накидной монтаж, выполнить измерение продольных параллаксов, «елочки» и определить прямолинейность маршрута. Сделать выводы о качестве залета. Необходимые допуски принимают, исходя из результатов расчета плановой аэрофотосъемки -  $K < 1\%$ ,

При  $f = 100 \text{ мм}$  принимаем  $\varepsilon = 5^\circ$  (инструкция по топографической съемке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500. (11 раздел);

$P_{min} = 56$ ,  $P_{max} = 66$  (инструкция по топографической съемке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500. (раздел 11)

1. Контактные отпечатки с исходных аэронегативов (1 маршрут из 7 снимков).
2. Доска и кнопки (для составления накидного монтажа).
3. Линейка
4. Транспортёр
5. Измерители

На производстве оценку начинают с просмотра контактных отпечатков, обращают внимание на дефекты (точка, пятно, полоса), механические повреждения эмульсии. Затем оценивают фотографическое качество изображений – проработку света и теней участков изображения, отсутствие излишней контрастности и вуали, частичную или общую нерезкость изображения. Результаты записывают в таблицу № 1

Таблица №1

Дефекты	Механическое повреждение	Оценка фотографического качества

Важную роль при оценке качества играет накидной монтаж.

Составляют его из контактных отпечатков на чертежной доске, и начинают его монтировать с левого снимка маршрута. Это позволяет видеть номер каждого снимка.

**Порядок выполнения работ:**

1. Раскладывают снимки по маршруту, используя номера фотоснимков. Определяют направление маршрутов. Прикрепив первый снимок, накладывают второй, так, чтобы

совместились контура в зоне продольного перекрытия. В силу различных причин добиться точного совмещения не удастся, поэтому возникающие погрешности равномерно распределяют к противоположным краям снимка.

2. По накидному монтажу определяют – продольное перекрытие. Продольное  $P$  перекрытие измеряют специальной линейкой, проградуированной в процентах. Ее можно сделать самому – прямоугольник из плотной бумаги, длиной 18 см следует разбить на 10 равных частей и каждый интервал подписать от 0 до 9. Результаты измерений записывают в таблицу №2

3. Прямолинейность ( $K$ ) определяют для маршрута, у которого отклонение снимков от его оси максимально. Оценивается прямолинейность отношением стрелки прогиба  $l$  к длине маршрута  $L$ , выраженным в %. Способ измерения указан на рисунке 1.

7

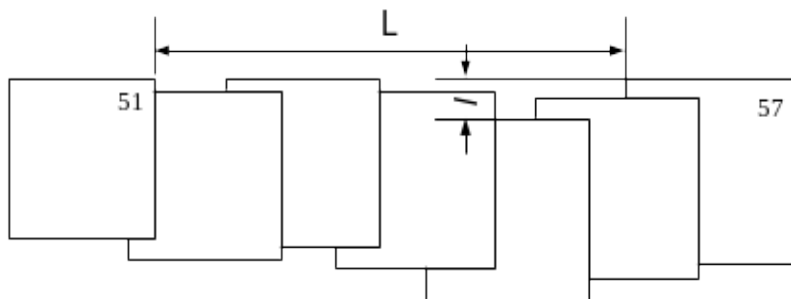


Рис. 1

$$K = \frac{l}{L} \times 100\%$$

Непараллельность базиса стороне фотоснимка выражается углом  $\epsilon$ . Угол  $\epsilon$  измеряют между линией  $xx$ ,

1. соединяющей координатные метки снимка, и осью маршрута. Рисунок 2.

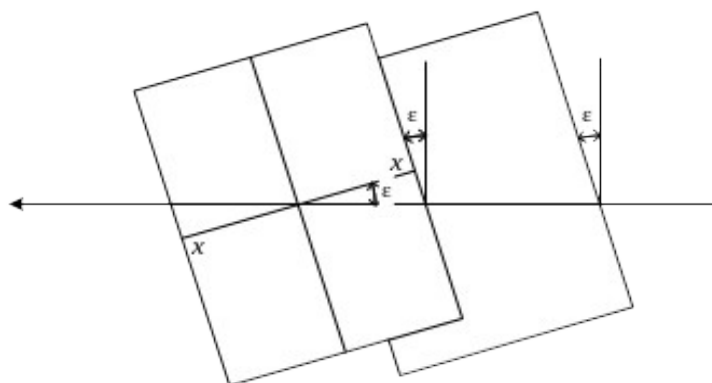


Рис. 2

Угол измеряется транспортиром.

Оценка качества залета

Схема маршрутов \_\_\_\_\_

Таблица №2

№ маршрута	№ снимка	<i>P(продольное перкрытие), %</i>

Расчет прямолинейности и неправильности базиса

Прямолинейность  $K$  - \_\_\_\_\_

Неправильность базиса угол ( $\epsilon$ ) – \_\_\_\_\_

**Выводы:** Оценить качество результатов аэрофотосъемки по результатам проделанной практической работы

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Вычислил студент \_\_\_\_\_

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

**Практическая работа № 4**  
**Графический способ построения плановой фототриангуляции**

**Цель работы:** ознакомление с методикой графической фототриангуляции.

**Исходные данные:**

1. Пять смежных фотоснимков №№
2. Пять калек размером  $15 \times 30$  см
3. Лист кальки размером  $30 \times 75$  см
4. Линейка
5. Циркуль – измеритель
6. Чертежные принадлежности  
 $f = 100$  мм,  $m_{\text{СН}} = 1/10000$ ,  $m_{\text{С}} = 1/1000$
- 7.

**Задание:**

1. На фотоснимках выбрать трансформационные, рабочие, связующие и опорные точки.
2. Определить плановое положение трансформационных точек.
3. Рассчитать коэффициент редуцирования

**Порядок выполнения работы:**

Построение плановой фототриангуляции, графическим способом, производится в такой последовательности.

1. Выбирают и накальвают рабочие центры на каждом из снимков. Для этого соединяют координатные метки X и Y снимка прямыми линиями. Точка пересечения этих прямых будет главной точкой снимка. Если главная точка не совпадает, с каким либо четким контуром (любая характерная точка снимка), то из данной точки проводят окружность радиусом

$\frac{f}{50}$  (где  $f$  - фокусное расстояние фотокамеры, мм), в пределах этой окружности накальвают четкий контур, который определяют и накальвают на других снимках. Накалотые центры отмечают квадратом. (рис. 1)

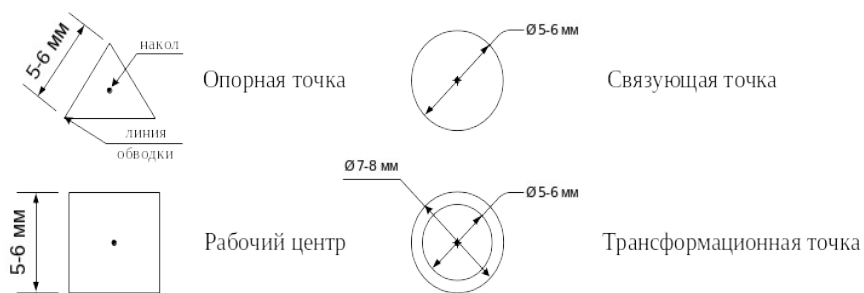


Рисунок 1

1. Выбирают и накалывают трансформационные, связующие и опорные точки. Трансформационные точки (в качестве подобных точек необходимо взять точки изображенных на снимках объектов, имеющих четкие контуры). Их выбирают в зоне перекрытия двух смежных снимков, в пределах их рабочих зон. Наколотые точки обводят двумя окружностями (рис. 1). Толщина линии обводки должна быть в пределах 0,2-0,3мм. Трансформационные точки по возможности размещают в углах рабочей площадки снимка.

10

После этого выбирают и накалывают связующие точки. Связующие точки выбирают в зоне тройного перекрытия трех смежных снимков по краям этой зоны. В качестве этих точек используют также объекты с четкими контурами. Данные точки опознают и накалывают на каждом снимке. Наколотые точки обводят одной окружностью (рис. 2). На первом, втором и последних снимках маршрутной съемки находят и накалывают по одной опорной точке (характерная точка на местности – гора, мост, столб и т.д.). Опознанные точки накалывают и обозначают треугольником рис.1.

2. Изготавливают кальки направлений.

На снимки накладывают кальки, перекалывают на них рабочие центры, связующие, трансформированные и опорные точки. На рис. 2 показаны положения указанных выше точек на пяти кальках направлений, полученных для каждого снимка маршрутной фототриангуляции. Затем из рабочего центра каждого снимка проводят направления на все переколотые точки (рис.2). Толщина линий направлений должна быть не более 0,2мм. Линии проводят непосредственно через наколы до края кальки.

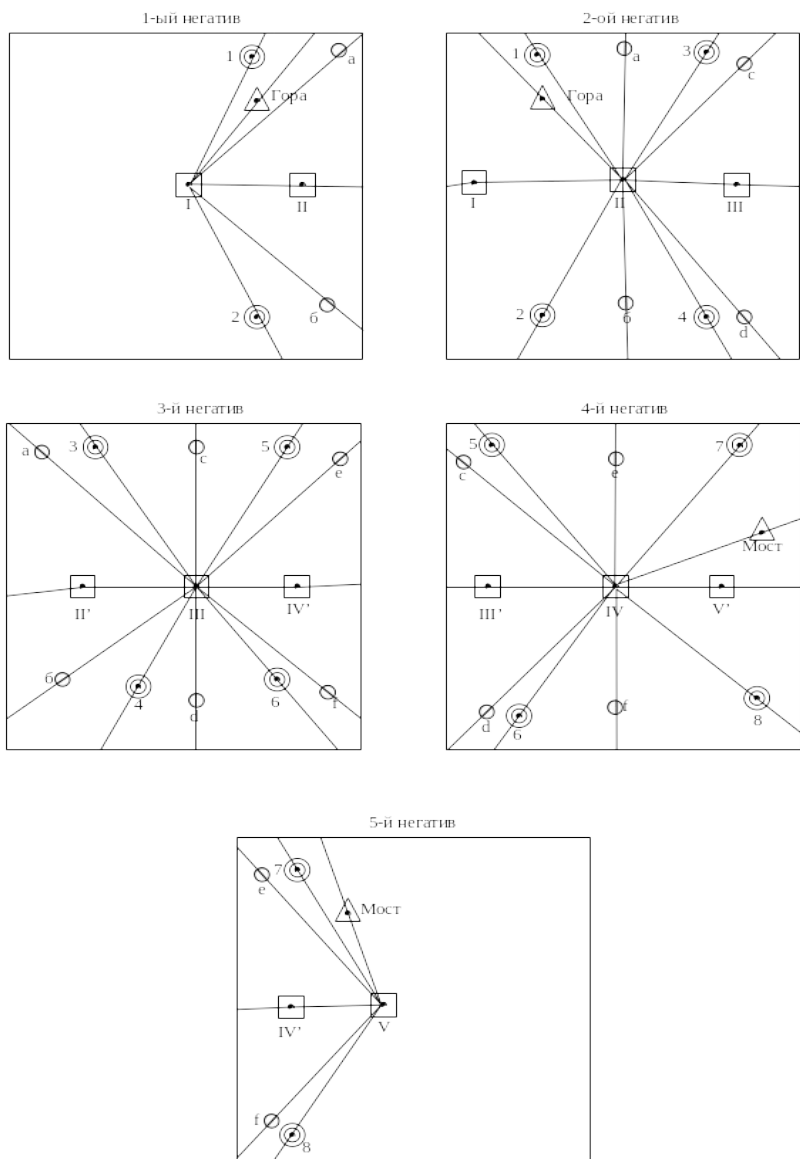


Рисунок 2

3. Строят одномаршрутную цепь фототриангуляции.

Построение цепи целесообразно производить на светостоле. Перед построением находят базис сети  $b$ , т.е. расстояние между рабочими центрами I и II соответственно первой и второй колеи направлений. Величина базиса рассчитывается по формуле

$$b = \frac{m_{CH} * b_{CH}}{m_C}$$

где  $b$  – длина базиса сети, мм;

$m_{CH}$  - масштаб снимка;

$m_C$  – требуемый масштаб сети;



$b_{CH}$  – длина базиса фотографирования, мм; (определяется по фотографическому снимку)

Находят коэффициент редуцирования сети ( $k_p$ ) по формуле

$$k_p = \frac{m_{CH}}{m_c}$$

где:  $m_{CH}$  – масштаб снимка,

$m_c$  – требуемый масштаб редуцирования.

Находят ожидаемую среднюю квадратическую погрешность (с.к.п.) положения трансформированных точек по формуле Г.П. Жукова

$$m = 0.35 * k_p * b_{CH} * \mu / \rho * \sqrt{n^3}$$

где:  $k_p$  – коэффициент редуцирования

$b_{CH}$  – величина базиса фотографирования на аэроснимке, мм

$\mu$  – погрешность графического проведения направлений, 5

$n$  – число базисов в цепи

2.  $\rho = 206265''$  Строят одномаршрутную цепь фототриангуляции.

Направления на рабочие центры смежных негативов называют начальным. Калька направления 1-го негатива накладывается на кальку 2-го таким образом, чтобы направления I-II 1-го негатива и II-I 2-го точно совпали, а расстояние между рабочими центрами равнялись вычисленному значению  $b$ . Затем берут кальку направлений третьего снимка, накладывают на вторую точно совмещают направления II-III и III-II. При данной установке, не сбивая ориентирования, 3-я калька перемещается вдоль начального направления II-III до тех пор, пока направление III-II не совместится со связующей точкой  $a$  (рис. 3). При этом в другой связующей точке  $b$  может возникнуть невязка в виде треугольника погрешности, допустимая величина стороны которого должна быть не более 0,6мм. Распределение невязки осуществляют поровну в точках  $a$  и  $b$  путем точного перемещения 3-й кальки направлений вдоль начального направления II-III до момента уменьшения этих треугольников вдвое. После этого кальки закрепляют грузиками, не нарушая их ориентировки. Измеряются длины треугольника погрешностей и сравниваются с допустимыми.

12

После этого накладывают 4-ю кальку направлений и добиваются аналогичного результата на другой паре связующих точек  $c, d$  (рис. 2), накладывают 5-ю кальку направлений и производят аналогичные операции.

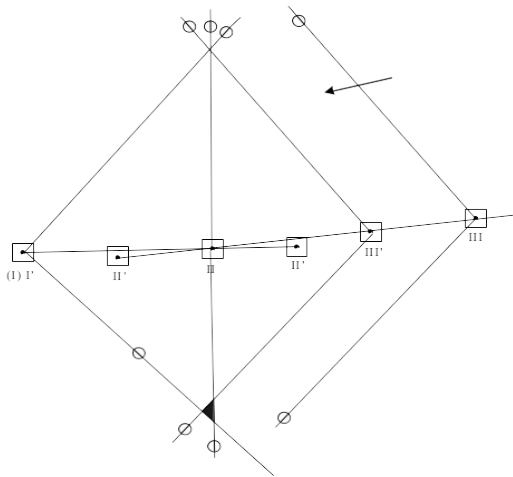


Рисунок 3

Затем на все пять калек направлений накладывают одну кальку, размеры которой равны длине и ширине полученной цепи фототриангуляции. На эту кальку перекальвают точки пересечения направлений из рабочего центра на трансформированные точки (рис. 4) и опорные точки с 1-й и 5-й калек направлений. В результате получают положение 4 трансформационных точек (рис. 5) и 2 опорных в некотором произвольном масштабе.

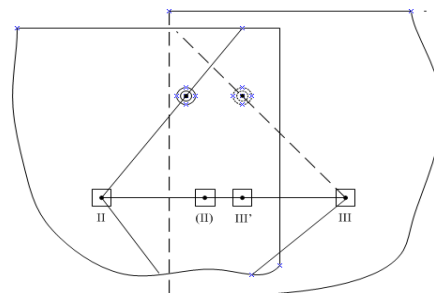


Рисунок 4

Сводная калька

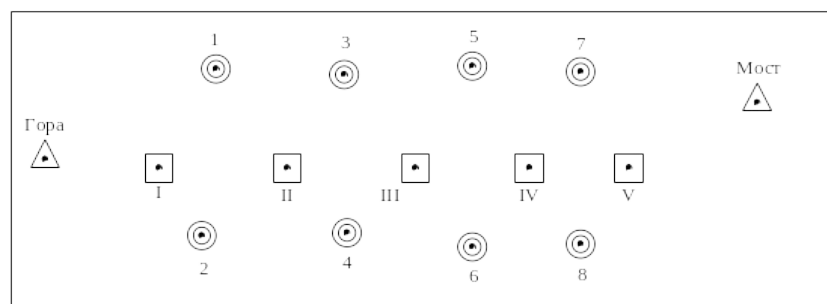


Рисунок 5

После всех графических построений оформляют сделанную работу должным образом. Оформленная работа должна содержать:

**Оформление работы:**

Оформленная работа должна содержать:

1. Пять фотоснимков
2. Пять калек направлений

3. Фототриангуляционную ромбическую сеть (сводная калька)
4. Пояснительную записку по выполнению работ с указанием точек, взятых в качестве рабочих центров, трансформационных связующих, а также остаточной величины треугольника погрешностей.

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

**Практическая работа № 5**  
**Вычисление погрешности определения площади сечения выработки и погрешности определения объема выработки**

**Цель работы:** ознакомление студентов с вычислениями погрешности при определении сечения выработки и при определении объема выработки при фотоконтурной съемке подземной выработки.

Вычисление погрешности площади сечения выработки и погрешности определения объема выработки произвести в таблице № 1. Сделать выводы.

$m_{av} = \pm 0.03V$  – условие, удовлетворяющее при вычислении погрешности объема;

$m_{s\phi} = 2.1 \%$  - условие, удовлетворяющее при вычислении погрешности площади при

$l_{const} = 10.0 \text{ м,}$

Таблица №1

Параметры выработки		Базис фотосъемки		Погрешность определения объема выработки, $m_{av}$		Погрешность определения площади сечения выработки $m_{s\phi}$	
Вариант №1							
h, м	b, м	L, м	B, м	V, м <sup>3</sup>	$m_{av}, \%$	S, м <sup>2</sup>	$m_{s\phi}, \%$
1,5	3,0	10,0	2,0				
2,0	4,0	15,0	3,0				
3,0	5,0	20,0	10,0				
5,0	5,0	80,0	20,0				
10,0	10,0	100,0	30,0				

Вариант № 2

h, м	b, м	L, м	B, м	V, м <sup>3</sup>	$m_{av}, \%$	S, м <sup>2</sup>	$m_{s\phi}, \%$
2,0	4,0	15,0	2,0				
3,0	4,0	15,0	3,0				
5,0	7,0	20,0	10,0				
5,0	7,0	60,0	20,0				
10,0	15,0	90,0	30,0				

Таблица №1

Параметры выработки	Базис фотосъемки	Погрешность определения	Погрешность определения
---------------------	------------------	-------------------------	-------------------------

		объема выработки, $m_{av}$	площади сечения выработки $m_{сф}$
--	--	----------------------------------	---

Вариант № 3

h, м	b, м	L, м	B, м	V, м <sup>3</sup>	$m_{av}$ , %	S, м <sup>2</sup>	$m_{сф}$ , %
1,5	4,0	10,0	2,0				
3,0	3,0	20,0	3,0				
5,0	5,0	30,0	10,0				
5,0	10,0	60,0	20,0				
10,0	20,0	80,0	30,0				

Вариант № 4

h, м	b, м	L, м	B, м	V, м <sup>3</sup>	$m_{av}$ , %	S, м <sup>2</sup>	$m_{сф}$ , %
2,5	3,0	5,0	2,0				
3,0	5,0	15,0	3,0				
3,0	10,0	30,0	10,0				
5,0	7,0	60,0	20,0				
10,0	15,0	90,0	30,0				

Вариант № 5

h, м	b, м	L, м	B, м	V, м <sup>3</sup>	$m_{av}$ , %	S, м <sup>2</sup>	$m_{сф}$ , %
3,0	15,0	40,0	2,0				
3,0	3,0	10,0	3,0				
5,0	10,0	20,0	10,0				
5,0	5,0	80,0	20,0				
10,0	10,0	100,0	30,0				

Вариант № 6

h, м	b, м	L, м	B, м	V, м <sup>3</sup>	$m_{av}$ , %	S, м <sup>2</sup>	$m_{сф}$ , %
2,0	2,5,0	10,0	2,0				
3,0	2,0	10,0	3,0				
5,0	3,0	40,0	10,0				
10,0	10,0	60,0	20,0				
10,0	10,0	50,0	30,0				

Параметры выработки	Базис фотосъемки	Погрешность определения объема выработки, $m_{av}$	Погрешность определения площади сечения выработки $m_{s\phi}$
---------------------	------------------	--	---

Вариант № 7

h, м	b, м	L, м	B, м	V, м <sup>3</sup>	$m_{av}$ , %	S, м <sup>2</sup>	$m_{s\phi}$ , %
3,0	3,0	20,0	2,0				
3,0	2,0	50,0	3,0				
5,0	5,0	40,0	10,0				
5,0	5,0	70,0	20,0				
5,0	10,0	80,0	30,0				

Вариант № 8

h, м	b, м	L, м	B, м	V, м <sup>3</sup>	$m_{av}$ , %	S, м <sup>2</sup>	$m_{s\phi}$ , %
1,5	3,0	10,0	2,0				
2,5	4,0	30,0	3,0				
3,0	5,0	40,0	10,0				
10,0	10,0	90,0	20,0				
10,0	10,0	120,0	30,0				

Вариант № 9

h, м	b, м	L, м	B, м	V, м <sup>3</sup>	$m_{av}$ , %	S, м <sup>2</sup>	$m_{s\phi}$ , %
3,0	5,0	15,0	2,0				
3,0	10,0	30,0	3,0				
3,0	40,0	30,0	10,0				
5,0	5,0	80,0	20,0				
10,0	10,0	50,0	30,0				

Вариант № 10

h, м	b, м	L, м	B, м	V, м <sup>3</sup>	$m_{av}$ , %	S, м <sup>2</sup>	$m_{s\phi}$ , %
2,0	5,0	10,0	2,0				
2,0	10,0	30,0	3,0				
3,0	30,0	30,0	10,0				
3,0	5,0	80,0	20,0				
5,0	5,0	50,0	30,0				

Параметры выработки	Базис фотосъемки	Погрешность определения объема выработки, $m_{av}$	Погрешность определения площади сечения выработки $m_{сф}$
---------------------	------------------	--	--

## Вариант № 11

h, м	b, м	L, м	B, м	V, м <sup>3</sup>	$m_{av}$ , %	S, м <sup>2</sup>	$m_{сф}$ , %
1,5	2,0	10,0	2,0				
1,5	2,0	10,0	3,0				
2,0	5,0	50,0	10,0				
3,0	5,0	70,0	20,0				
10,0	3,0	100,0	30,0				

## Вариант № 12

h, м	b, м	L, м	B, м	V, м <sup>3</sup>	$m_{av}$ , %	S, м <sup>2</sup>	$m_{сф}$ , %
5,0	5,0	100,0	2,0				
5,0	5,0	50,0	3,0				
5,0	5,0	50,0	10,0				
10,0	10,0	100,0	20,0				
10,0	10,0	80,0	30,0				

## Вариант № 13

h, м	b, м	L, м	B, м	V, м <sup>3</sup>	$m_{av}$ , %	S, м <sup>2</sup>	$m_{сф}$ , %
3,0	3,0	60,0	2,0				
4,0	4,5	100,0	3,0				
4,0	5,0	30,0	10,0				
5,0	10,0	50,0	20,0				
10,0	5,0	100,0	30,0				

## Вариант № 14

h, м	b, м	L, м	B, м	V, м <sup>3</sup>	$m_{av}$ , %	S, м <sup>2</sup>	$m_{сф}$ , %
2,0	3,0	20,0	2,0				
3,0	3,0	30,0	3,0				
4,0	4,0	50,0	10,0				
5,0	4,0	70,0	20,0				
5,0	5,0	70,0	30,0				

Параметры выработки	Базис фотосъемки	Погрешность определения объема выработки, $m_{av}$	Погрешность определения площади сечения выработки $m_{sf}$
---------------------	------------------	--	--

## Вариант № 15

h, м	b, м	L, м	B, м	V, м <sup>3</sup>	$m_{av}$ , %	S, м <sup>2</sup>	$m_{sf}$ , %
3,0	3,0	60,0	2,0				
4,0	4,5	100,0	3,0				
4,0	5,0	30,0	10,0				
5,0	10,0	50,0	20,0				
10,0	5,0	100,0	30,0				

**Выводы:**

На основании подсчетов сделать выводы измерены ли геометрические параметры выработки с допустимой оптимальной погрешностью.

Вычислил студент \_\_\_\_\_

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

**Практическая работа № 6****Вычисление погрешности определения фотограмметрических координат точек контура сечения выработки.**

**Цель работы:** ознакомление студентов с вычислениями погрешности при определении координат точек объекта фотоконтурным методом.

Погрешность определения площади поперечного сечения выработки является функцией от погрешности измерения расстояния от центра источника света до поверхности выработки, т.е. от погрешности определения фотограмметрических координат  $X_\phi$ ,  $Z_\phi$ .

Погрешность определения координаты  $X_\phi$  вычисляется по формуле:

$$m_{X_\phi} = \pm \frac{1}{f} \sqrt{X^2 m_{B_c}^2 + B_c^2 m_x^2 + X_\phi^2 m_f^2}$$

где приведенные данные для всех вариантов одни и те же

$m_{B_c}$  – погрешность измерения базиса фотосъемки,  $m_{B_c}^2 = \pm 5$  мм;

$m_x$  – погрешность измерения координаты  $X$ ,  $m_x = \pm 0,1$  мм;

$m_f$  – погрешность определения фокусного расстояния  $m_f = \pm 0,001$  мм;

$X$  – превышение точки контура над точкой центра источника света  $X = 5,0\text{мм}$ .

В результате расчетов  $m_{X\phi}$  не должна превышать 4%.

18

Все данные приведены по вариантам в таблице №1. Погрешность определения фотограмметрических координат точек контура сечения производить в таблице №1

Таблица 1

Высота сечения выработки $h$ , м	Координата $X_{\phi}$ , м	Базис фотосъемки $B_c$ , м	Погрешность определения координаты $X_{\phi}$ в %			
			$f = 30\text{мм}$	$f = 32\text{мм}$	$f = 50\text{мм}$	$f = 58\text{мм}$
			$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$
Вариант 1						
5	2.5	2.0				
		3.0				
		10.0				
		20.0				
		30.0				

Вариант 2

			$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$
10	2.5	10.0				
		13.0				
		5.0				
		3,8.0				
		3.0				

Вариант 3

			$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$
7	4.5	12.2				
		5.0				
		4.1				
		3.0				
		2.0				

Вариант 4

			$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$
15	3.5	2.0				
		3.0				
		10.0				
		20.0				
		30.0				



Таблица 1

Высота сечения выработки $h$ , м	Координата $X_{\phi}$ , м	Базис фотосъемки $B_c$ , м	Погрешность определения координаты $X_{\phi}$ в %			
			$f = 30\text{мм}$	$f = 32\text{мм}$	$f = 50\text{мм}$	$f = 58\text{мм}$
			$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$

## Вариант 5

			$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$
3.5	2.0	13.9				
		10.0				
		6.0				
		5.0				
		4.0				

## Вариант 6

			$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$
7.5	4.0	2.0				
		3.0				
		10.0				
		20.0				
		30.0				

## Вариант 7

			$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$
10	5.0	2.0				
		3.0				
		6.0				
		10.0				
		20.0				

## Вариант 8

			$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$
12.5	6.0	2.0				
		3.0				
		10.0				
		20.0				
		30.0				

## Вариант 9

			$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$
15	7.5	5.0				
		7.0				
		10.0				
		15.0				
		20.0				
			$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$

## Вариант 10

			$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$
4	2.5	2.0				
		5.0				
		11.0				
		15.0				
		25.0				

Таблица №1

Высота сечения выработки $h$ , м	Координата $X\phi$ , м	Базис фотосъемки $B_c$ , м	Погрешность определения координаты $X\phi$ в %			
			$f = 30\text{мм}$	$f = 32\text{мм}$	$f = 50\text{мм}$	$f = 58\text{мм}$
			$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$

Вариант 11

			$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$
7	2.5	1.0				
		3.0				
		7.0				
		9.0				
		11.0				

Вариант 12

			$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$
15	5.0	6.0				
		13.0				
		15.0				
		20.0				
		30.0				

Вариант 13

			$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$
10	7.5	2.0				
		8.0				
		12.0				
		25.0				
		30.0				

Вариант 14

			$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$
12	5.0	5.0				
		8.0				
		10.0				
		12.0				
		15.0				

Вариант 15

			$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$	$m_{X\phi}$
10	4.5	2.0				
		3.0				
		10.0				
		20.0				
		30.0				

**Выводы:**

На основании произведенных подсчетов сделать выводы о правильности определения координаты  $X_{\phi}$  и определения погрешности фотограмметрических координат точек контура в сечении выработки.

---

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

### Вопросы к зачету практических работ

#### Работа № 1

1. Какую съемку называют плановой ?
2. Какую съемку называют перспективой?
3. Что входит в техническое задание плановой аэрофотосъемки?
4. От чего зависит масштаб фотографирования?
5. Для чего планируют продольные (P) и поперечные (Q) перекрытия между снимками смежных маршрутов?

#### Работа № 2

1. Какие способы изготовления фотосхем применяются в фотограмметрии?
2. Что такое фотосхема?
3. С увеличением размеров территории, площадь которой измеряют по фотосхемам, точность результата будет возрастать. Объясните или опровергните это утверждение.
4. Будут ли одинаковыми расхождения на контролируемых точках при изготовлении контроля при изготовлении фотосхемы с одних и тех же снимков разными методами?
5. При оценке качества изготовления фотосхемы, что является предпочтительнее дублет или вырез и почему?

#### Работа № 3

1. На каком этапе человек может активно влиять на качество получаемого изображения.
2. От чего зависит фотографическое качество.
3. Что называется накидным монтажем.
4. С какой целью оценивается фотограмметрическое качество полученных снимков.
5. По каким показателям оценивается качество материалов аэрофотосъемки?

#### Работа № 4

1. Какие существуют способы построения плановой фототриангуляции?
2. Что является редукцией снимка ?
3. Какой снимок называется трансформированным?
4. Что такое одномаршрутная фототриангуляция?
5. Что из себя представляют графические сети?

#### Работа № 5

1. Перечислите способы проверки поперечных сечений выработок
2. Что такое фотоконтурный метод съемки?
3. Что позволяет обеспечить применение фотоконтурного метода съемок выработки?

#### Работа № 6

1. Перечислите элементы внутреннего ориентирования

2. Для чего при установке фотокамеры ее оптическая ось устанавливается по нормали к объекту съемки и соблюдаются условия вертикальности фотопленки и горизонтальности оптической оси камеры?

3. Для чего производят масштабирование снимка на выбранные расстояния съемки?

22

### Заключение

Все представленные в рабочей тетради практические работы преследуют цель ознакомить и в некоторой степени обучить студентов практической стороне тех работ, которые производят при создании топографических планов стереофотограмметрическими методами.

