

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

Многопрофильный колледж



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ  
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО КУРСА**

**МДК.01.02 Камеральная обработка результатов топографо-геодезических работ**

**для обучающихся специальности**

**21.02.19 Землеустройство**

Магнитогорск, 2023

## **ОДОБРЕНО**

Предметно-цикловой комиссией  
«Строительства и земельно-имущественных  
отношений»  
Председатель Ю.Н. Заиченко  
Протокол №6 от 25.01.2023 г.

Методической комиссией МпК  
Протокол №4 от 08.02.2023 г.

### **Разработчик:**

преподаватель ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» Многопрофильный колледж

Т.М. Менакова

Методические указания по выполнению практических работ разработаны на основе рабочей программы профессионального модуля «Подготовка, планирование и выполнение полевых и камеральных работ по инженерно-геодезическим изысканиям».

Содержание практических работ ориентировано на подготовку обучающихся к освоению вида деятельности Подготовка, планирование и выполнение полевых и камеральных работ по инженерно-геодезическим изысканиям программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 21.02.19 Землеустройство и овладению профессиональными компетенциями.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ВВЕДЕНИЕ .....	4
2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ .....	7
Практическое занятие №1 .....	7
Практическое занятие №2 .....	15
Практическое занятие №3 .....	19
Практическое занятие №4 .....	26
Практическое занятие №5 .....	29
Практическое занятие №6 .....	32
Практическое занятие №7 .....	34
Практическое занятие №8 .....	41
Практическое занятие №9 .....	46
Практическое занятие №10 .....	54
Практическое занятие №11 .....	57

## 1 ВВЕДЕНИЕ

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки обучающихся составляют практические и лабораторные занятия.

Состав и содержание практических занятий направлены на реализацию Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование профессиональных практических умений (умений выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности) или учебных практических умений, необходимых в последующей учебной деятельности.

В соответствии с рабочей программой профессионального модуля «Подготовка, планирование и выполнение полевых и камеральных работ по инженерно-геодезическим изысканиям» предусмотрено проведение практических занятий.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

**уметь:**

- У1 Выполнять полевые геодезические работы;
- У2 Использовать современные технологии определения местоположения на основе спутниковой навигации;
- У3 Производить крупномасштабные топографические съемки для создания изыскательских планов.
- У4 Работать в специализированном программном обеспечении;
- У5 Осуществлять контроль результатов полевых топографо-геодезических работ;
- У6 Обрабатывать полученные результаты полевых топографо-геодезических работ;
- У7 Выполнять оценку качества и точности результатов полевых топографо-геодезических работ;
- У8 Уравнивать опорные и планово-высотные съемочные геодезические сети;
- У9 Отображать и читать геодезическую информацию на планах и картах;
- У10 Выполнять фотограмметрические работы и дешифрирование аэрофотоснимков и космофотоснимков.
- Уо 01.02 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- Уо 01.07 владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах;
- Уо 01.09 оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника).
- Уо 02.02 определять необходимые источники информации;
- Уо 02.04 выделять наиболее значимое в перечне информации;
- Уо 02.05 оценивать практическую значимость результатов поиска;
- Уо 02.06 оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач;
- Уо 02.07 использовать современное программное обеспечение;
- Уо 02.08 использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач.
- Уо 03.02 применять современную научную профессиональную терминологию.
- Уо 04.01 организовывать работу коллектива и команды;
- Уо 04.02 взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности;
- Уо 04.03 эффективно работать в команде.
- Уо 05.01 грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке.

–Уо 06.01 описывать значимость своей специальности.

–Уо 07.03 организовывать профессиональную деятельность с учетом знаний об изменении климатических условий региона.

–Уо 09.06 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате.

Содержание практических и лабораторных занятий ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессионального модуля программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению **профессиональными компетенциями:**

ПК 1.1 Выполнять полевые геодезические работы на производственном участке.

ПК 1.2 Выполнять топографические съемки различных масштабов.

ПК 1.3 Выполнять графические работы по составлению картографических материалов.

ПК 1.4 Выполнять кадастровые съемки и кадастровые работы по формированию земельных участков.

ПК 1.5 Выполнять дешифрирование аэро- и космических снимков для получения информации об объектах недвижимости.

ПК 1.6 Применять аппаратно-программные средства для расчетов и составления топографических, межевых планов.

ПК 1.7 Выполнять генеральный план с использованием топографических обозначений в соответствии с ГОСТ.

А также формированию **общих компетенций:**

ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК 03 Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях.

ОК 04 Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде.

ОК 05 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста.

ОК 06 Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения.

ОК 07 Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.

ОК 08 Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности.

ОК 09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

Выполнение обучающихся практических и лабораторных работ по профессиональному модулю «Подготовка, планирование и выполнение полевых и камеральных работ по инженерно-геодезическим изысканиям» направлено на:

- *обобщение, систематизацию, углубление, закрепление, развитие и детализацию полученных теоретических знаний по конкретным темам профессионального модуля;*

- *формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;*

- *формирование и развитие умений: наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, пользоваться различными приемами измерений, оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков;*

- развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;

- выработку при решении поставленных задач профессионально значимых качеств, таких как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Практические и лабораторные занятия проводятся в рамках соответствующей темы, после освоения дидактических единиц, которые обеспечивают наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

## 2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

### Тема 2.1 Аналитическая обработка материалов полевых работ Практическое занятие №1

Обработка результатов съемочного планового обоснования

**Цель:** научиться обрабатывать результаты съемочного обоснования

**Выполнив работу, Вы будете:**

Уметь:

- У4 Работать в специализированном программном обеспечении;
- У5 Осуществлять контроль результатов полевых топографо-геодезических работ;
- У6 Обрабатывать полученные результаты полевых топографо-геодезических работ;
- У7 Выполнять оценку качества и точности результатов полевых топографо-геодезических работ;
- У8 Уравнивать опорные и планово-высотные съемочные геодезические сети;
- У9 Отображать и читать геодезическую информацию на планах и картах;
- У10 Выполнять фотограмметрические работы и дешифрирование аэрофотоснимков и космофотоснимков.
- Уо 01.02 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- Уо 01.07 владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах;
- Уо 01.09 оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника).
- Уо 02.02 определять необходимые источники информации;
- Уо 02.04 выделять наиболее значимое в перечне информации;
- Уо 02.05 оценивать практическую значимость результатов поиска;
- Уо 02.06 оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач;
- Уо 02.07 использовать современное программное обеспечение;
- Уо 02.08 использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач.
- Уо 03.02 применять современную научную профессиональную терминологию.
- Уо 04.01 организовывать работу коллектива и команды;
- Уо 04.02 взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности;
- Уо 04.03 эффективно работать в команде.
- Уо 05.01 грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке.
- Уо 06.01 описывать значимость своей специальности.
- Уо 07.03 организовывать профессиональную деятельность с учетом знаний об изменении климатических условий региона.
- Уо 09.06 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате.

**Материальное обеспечение:** САПР, методические указания, результаты полевых работ.

**Задание:**

- 1 Выполнить обработку полевых работ.
2. Нанести теодолитный ход в программу

### Порядок выполнения работы:

Дано:

1. Внутренние углы полигона:

$$\begin{aligned}\beta_1 &= 45^{\circ} 15,5' \\ \beta_2 &= 65^{\circ} 14,5' \\ \beta_3 &= 69^{\circ} 31'\end{aligned}$$

2. Горизонтальные проложения:

$$\begin{aligned}d_{12} &= 120,75 \text{ м} \\ d_{23} &= 91,55 \text{ м} \\ d_{31} &= 117,18 \text{ м}\end{aligned}$$

3. Дирекционный угол:

$$\alpha_{12} = 215^{\circ} 15'$$

4. Координаты первой точки:

$$x_1 = 0; y_1 = 0.$$

Определить :  $x_2, y_2, x_3, y_3$ .

Примечание: В пунктах 1,2,4, заданы значения для всех студентов. В пункте 3 задается индивидуальное задание для каждого студента.

Порядок выполнения:

Ведомость заполняется карандашом, кроме данных.

1. Угловая невязка:

а. вычисляем практическую сумму углов:

$$\sum \beta_{\text{пр}} = \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 = 45^{\circ} 15,5' + 65^{\circ} 14,5' + 69^{\circ} 31' = 179^{\circ} 61' = 180^{\circ} 01' \text{ см. ведомость}$$

б. вычисляем теоретическую сумму углов:

$$\begin{aligned}\sum \beta_{\text{теор}} &= 180^{\circ} (n - 2); n - \text{число углов} \\ \sum \beta_{\text{теор}} &= 180^{\circ} (3 - 2) = 180^{\circ}; \text{ см. ведомость}\end{aligned}$$

в. вычисляем угловую невязку

$$\oint \beta = \sum \beta_{\text{пр}} - \sum \beta_{\text{теор}} = 180^{\circ} 01' - 180^{\circ} = +1' \text{ см. ведомость}$$

г. Вычисляем допустимую угловую невязку:

$$\begin{aligned}\oint \beta_{\text{доп}} &= \pm 1,5t\sqrt{n}; t - \text{точность теодолита} \\ \oint \beta_{\text{доп}} &= \pm 1,5 * 0,5 * \sqrt{3} = \pm 1,30' \text{ см. ведомость}\end{aligned}$$

д. сравниваем полученную и допускаемую угловые невязки, должно соблюдаться условие:

$$\begin{aligned}\oint \beta &\leq \oint \beta_{\text{доп}} \\ 1' &\leq 1,30' \text{ допускается}\end{aligned}$$

е. распределяем угловую невязку равномерно на каждый внутренний измеренный угол, т.е записываем поправки со знаком, обратным невязке, желательно равномерно и таким образом, чтобы избавиться от долей минут.

Сумма поправок должна равняться невязке с обратным знаком.

$$\begin{aligned}\oint \beta &= - \sum U_{\beta} \\ U_{\beta} &= - \frac{\oint \beta}{n} \\ U_{\beta} &- \text{ поправка}\end{aligned}$$

В примере наиболее рациональные поправки:  $-0,5', -0,5', 0'$ . см ведомость.

2. Вычисление исправленных внутренних углов

На каждый внутренний измеренный угол вводим соответствующую поправку с учетом знаков, получаем внутренние исправленные углы:

$$\beta_{1\text{испр}} = 45^{\circ} 15,5' - 0,5' = 45^{\circ} 15'$$

$$\beta_{2\text{испр}} = 65^{\circ} 14,5' - 0,5' = 65^{\circ} 14'$$

$$\beta_{3\text{испр}} = 69^{\circ} 31' - 0' = 69^{\circ} 31'$$

Если увязано все верно, то должно соблюдаться условие:

$$\sum \beta_{\text{испр}} = \sum \beta_{\text{теор}}$$

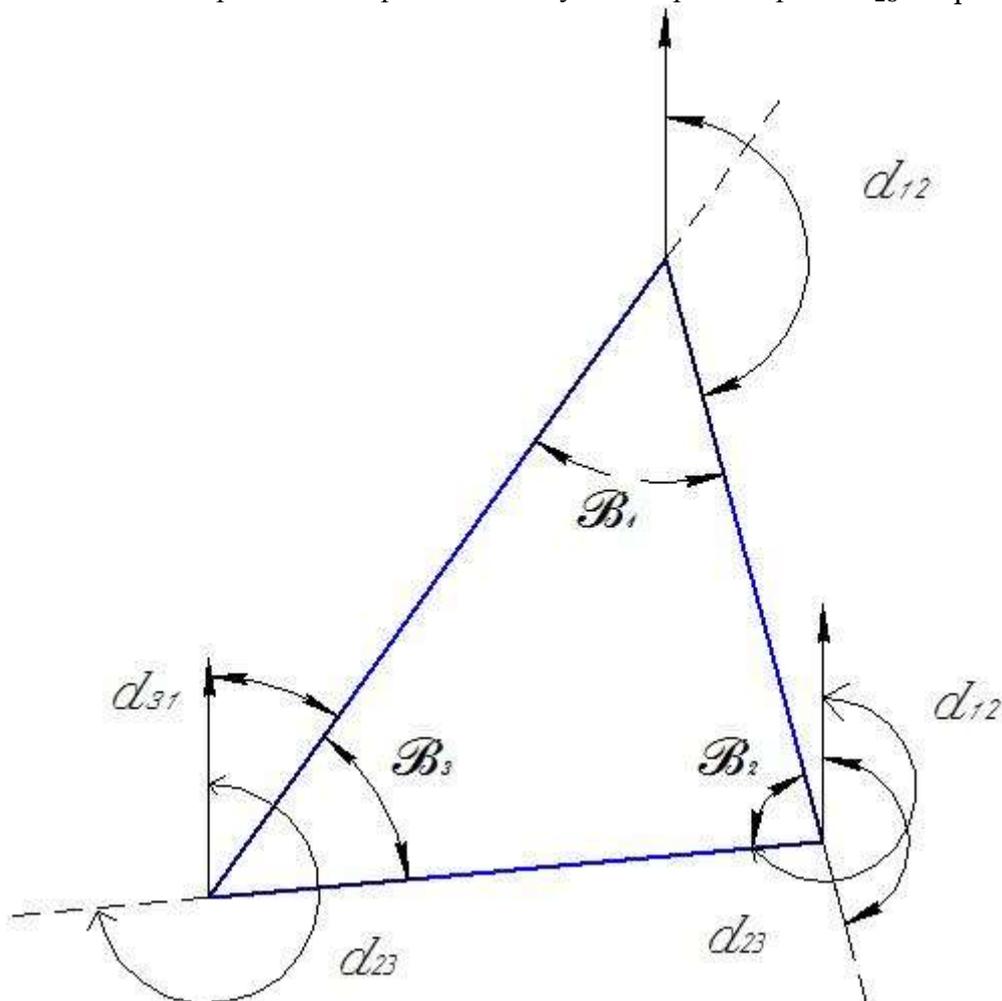
$$\sum \beta_{\text{испр}} = 45^{\circ} 15' + 65^{\circ} 14' + 69^{\circ} 31' = 180^{\circ} \text{ см. ведомость}$$

### 3. Вычисление дирекционных углов

Дирекционный угол первой стороны задан для каждого студента индивидуальный.

В примере  $\alpha_{12} = 215^{\circ} 15'$

Необходимо определить дирекционный угол второй стороны  $\alpha_{23}$  и третьей стороны  $\alpha_{31}$ .



$\beta_1; \beta_2; \beta_3$  - исправленные внутренние углы

Из схемы видно, что:

$$\alpha_{23} = \alpha_{12} + 180^{\circ} - \beta_2;$$

$$\alpha_{31} = \alpha_{23} + 180^{\circ} - \beta_3;$$

Проверка:

$$\alpha_{12} = \alpha_{31} + 180^{\circ} - \beta_1;$$

Дирекционный угол последующей стороны равен дирекционному углу предыдущей стороны +  $180^{\circ}$  и минус справа измеренный исправленный внутренний угол.

В примере  $\alpha_{12} = 215^{\circ} 15'$

$$\alpha_{23} = 215^{\circ} 15' + 180^{\circ} - 65^{\circ} 14' = 330^{\circ} 01';$$

$$\alpha_{31} = 330^{\circ} 01' + 180^{\circ} - 69^{\circ} 31' = 440^{\circ} 30';$$

Если  $\alpha > 360^{\circ}$ , то  $- 360^{\circ}$

$$= 440^{\circ} 30' - 360^{\circ} = 80^{\circ} 30'$$

Проверка:

$$\alpha_{12} = 80^{\circ} 30' + 180^{\circ} - 45^{\circ} 15' = 215^{\circ} 15';$$

После контроля данные записывают в ведомость.

4. Перевод дирекционных углов (азимуты) в румбы.

Сторона 1-2

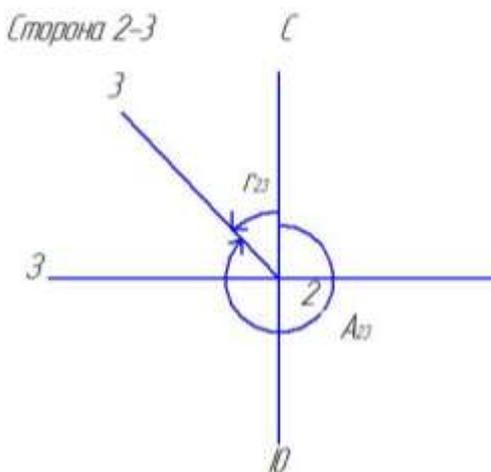
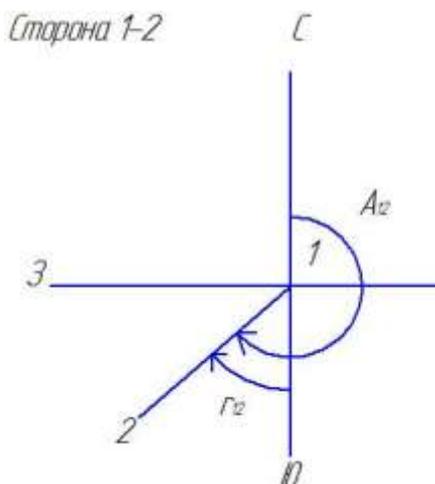
$$\begin{aligned} \alpha_{12} &= A_{12} = 215^{\circ} 15' \\ r_{12} &= A_{12} - 180^{\circ} \\ r_{12} &= 215^{\circ} 15' - 180^{\circ} = 35^{\circ} 15' \\ R_{12} &= ЮЗ 35^{\circ} 15' \end{aligned}$$

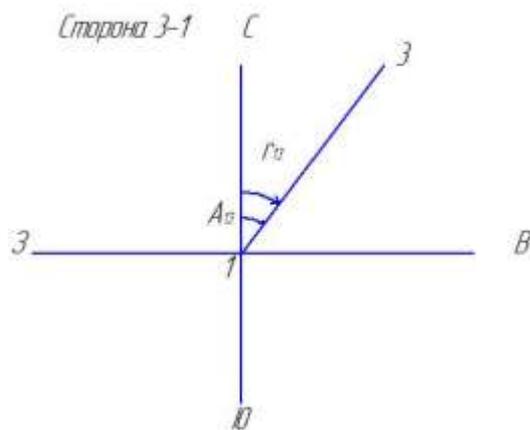
Сторона 2-3

$$\begin{aligned} \alpha_{23} &= A_{23} = 330^{\circ} 01' \\ r_{23} &= 360^{\circ} - A_{23} \\ r_{23} &= 360^{\circ} - 330^{\circ} 01' = 29^{\circ} 59' \\ R_{23} &= СЗ 29^{\circ} 59' \end{aligned}$$

Сторона 3-1

$$\begin{aligned} \alpha_{31} &= A_{31} = 80^{\circ} 30' \\ r_{31} &= A_{31} = 80^{\circ} 30' \\ R_{31} &= СВ 80^{\circ} 30' \end{aligned}$$





5. Вычисление приращений координат

Для выполнения этого пункта необходимы таблицы или микрокалькуляторы с  $\sin$  и  $\cos$ .

$$\Delta x = d * \cos r \quad \Delta y = d * \sin r$$

$$\Delta x_1 = 120.75 * \cos 35^{\circ} 15' = 98.61 \text{ (м) -}$$

$$\Delta y_1 = 120.75 * \sin 35^{\circ} 15' = 69.69 \text{ (м) -}$$

$$\Delta x_2 = 91.55 * \cos 29^{\circ} 59' = 79.31 \text{ (м) +}$$

$$\Delta y_2 = 91.55 * \sin 29^{\circ} 59' = 45.75 \text{ (м) -}$$

$$\Delta x_3 = 117.18 * \cos 80^{\circ} 30' = 19.34 \text{ (м) +}$$

$$\Delta y_3 = 117.18 * \sin 80^{\circ} 30' = 115.57 \text{ (м) +}$$

Знаки приращения координат  $\Delta x$  и  $\Delta y$  определяются по названию румба.

четверть	Название R	x	y
I	СВ	+	+
II	ЮВ	-	+
III	ЮЗ	-	-
IV	СЗ	+	-

Полученные значения X и Y и их соответствующие знаки записываются в ведомость вычисления координат

6. Определение линейных невязок

Находим  $\sum x (+)$

$$\sum x (+) = 79,31 + 19,34 = 98,65$$

Находим  $\sum x (-) = -98,61$

Разница между этими суммами и есть  $\phi x = 98,65 - 98,61 = +0,04$

Находим  $\sum y (+) = 115,58$

Находим  $\sum y (-)$

$$\sum y (-) = -69,69 - 45,75 = -115,44$$

Разница между этими суммами и есть

$$\phi y = 115,58 - 115,44 = +0,14$$

Линейные невязки могут быть положительными и могут быть отрицательными. Знак  $\phi x$  не зависит от знака  $\phi y$  и наоборот.

Проверяем полученные линейные невязки по формулам:

$$P = \sum d = d_{12} + d_{23} + d_{31} = 120.75 + 91.55 + 117.18 = 329.48 \text{ (м)}$$

$$\Delta P = \sqrt{\phi x^2 + \phi y^2} = \sqrt{(+0,04)^2 + (0,14)^2} = 0,145$$

$$\frac{\Delta P}{P} \leq \frac{1}{2000}; \quad \frac{\Delta P}{P} = \frac{0,145}{329,48} = 0,0004$$

$$\frac{1}{2000} = 0,0005 \quad 0,0004 < 0,0005$$

$\phi$  x и  $\phi$  y допускается, см ведомость.

7. Разбрасываем полученные линейные невязки на каждое  $\Delta X$  и  $\Delta Y$  со знаком, обратным невязке.

Желательно равномерно, если не получается, то прямо-пропорционально длинам ( на большую длину, большую поправку).

В примере:

$\phi x = +0,04$ , тогда поправки будут соответственно равны:  
-0,02, -0,01, -0,01.

$\phi y = +0,14$ , тогда поправки будут соответственно равны:  
-0,05, -0,04, -0,05.

Сумма поправок должна равняться невязке с обратным знаком:

$$\phi x = +0,04 \quad \sum u_{\phi x} = -0,02 - 0,01 - 0,01 = -0,04$$

$$\phi y = +0,14 \quad \sum u_{\phi y} = -0,05 - 0,04 - 0,05 = -0,14$$

$\sum u_{\phi x}$  и  $\sum u_{\phi y}$  - линейные поправки, см. ведомость.

8. Определяем исправленные приращения координат, т.е. на каждое  $\Delta X$  и  $\Delta Y$  вводим соответствующую поправку с учетом знаков  $\Delta X$  и  $\Delta Y$  и знаков поправок.

$$\Delta x_{1\text{испр}} = -98,61 - 0,02 = -98,63 \text{ (м)}$$

$$\Delta y_{1\text{испр}} = -69,69 - 0,05 = -69,74 \text{ (м)}$$

$$\Delta x_{2\text{испр}} = 79,31 - 0,01 = 79,30 \text{ (м)}$$

$$\Delta y_{2\text{испр}} = -45,75 - 0,04 = -45,79 \text{ (м)}$$

$$\Delta x_{3\text{испр}} = 19,34 - 0,01 = 19,33 \text{ (м)}$$

$$\Delta y_{3\text{испр}} = 115,57 - 0,05 = 115,53 \text{ (м)}$$

9. После исправления должно соблюдаться условие:

$$\oint x = 0; \quad \oint y = 0$$

Проверяем:

$$\sum \Delta x_{\text{испр}} (+) = 79,30 + 19,33 = 98,63$$

$$\sum \Delta x_{\text{испр}} (-) = -98,63$$

$$\oint x = 0$$

$$\sum \Delta y_{\text{испр}} (+) = 115,53$$

$$\sum \Delta y_{\text{испр}} (-) = -69,74 - 45,79 = -115,53$$

$$\oint y = 0$$

10. Определяем координаты  $x_2, y_2, x_3, y_3$ .

$$x_1 = 0; \quad y_1 = 0.$$

$$x_2 = x_1 + \Delta x_{1\text{испр}} = 0 - 98,63 = -98,63$$

$$y_2 = y_1 + \Delta y_{1\text{испр}} = 0 - 69,74 = -69,74$$

$$x_3 = x_2 + \Delta x_{2\text{испр}} = -98,63 + 79,30 = -19,33$$

$$y_3 = y_2 + \Delta y_{2\text{испр}} = -69,74 - 45,79 = -115,53$$

Проверка:

$$x_1 = x_3 + \Delta x_{3\text{испр}} = -19,33 + 19,33 = 0$$

$$y_1 = y_3 + \Delta y_{\text{зиспр}} = -115,53 + 115,53 = 0$$

11. Заполнить ведомость

### ВЕДОМОСТЬ ВЫЧИСЛЕНИЯ КООРДИНАТ

№ точек	Измеренные углы	Исправленные углы	Дирекционные углы	Румбы	Гориз. пролож. линий	Приращения				Координаты	
						Вычисленные		Исправленные		x	y
						Δx	Δy	Δx	Δy		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	91°12'	91°12'								0,00	0,00
			12°30'	св:12°30'	98,30	-0,02 +95,97	-0,02 +21,25	+95,95	+21,23		
2	-0,51 95°15,5'	95°15'								+95,95	+21,23
			97°15'	юв:82°45'	102,00	-0,02 -12,87	-0,02 +101,13	-12,89	+101,15		
3	-0,51 88°18,5'	88°18'								+85,06	+122,39
			188°57'	юз:8°57'	110,00	-0,03 -108,66	-0,03 -17,12	-108,69	-17,15		
4	-0,51 85°15,5'	85°15'								-25,63	+105,24
			283°42'	сз:76°18'	108,30	-0,02 +25,65	-0,02 -105,22	+25,63	-105,24		
1										0,00	0,00

$$\sum \beta_{\text{изм}} = 360^{\circ} 01,15' \quad P = 418,60; \quad \sum = +121,62; \quad \sum = +122,43; \quad \sum = +121,58;$$

$$\sum = +122,39$$

$$\sum \beta_{\text{теор}} = 180^{\circ} (n-2) = 360^{\circ} 00'$$

$$f\beta = \sum \beta_{\text{изм}} - \sum \beta_{\text{теор}} = +1,5'$$

$$[f\beta] = \pm \pm 1' \sqrt{n} = \pm 2'$$

$$f\beta \leq [f\beta]$$

$$1,5' < 2'$$

$$\sum = -121,53; \quad \sum = -122,34; \quad \sum = +121,58; \quad \sum = -122,39$$

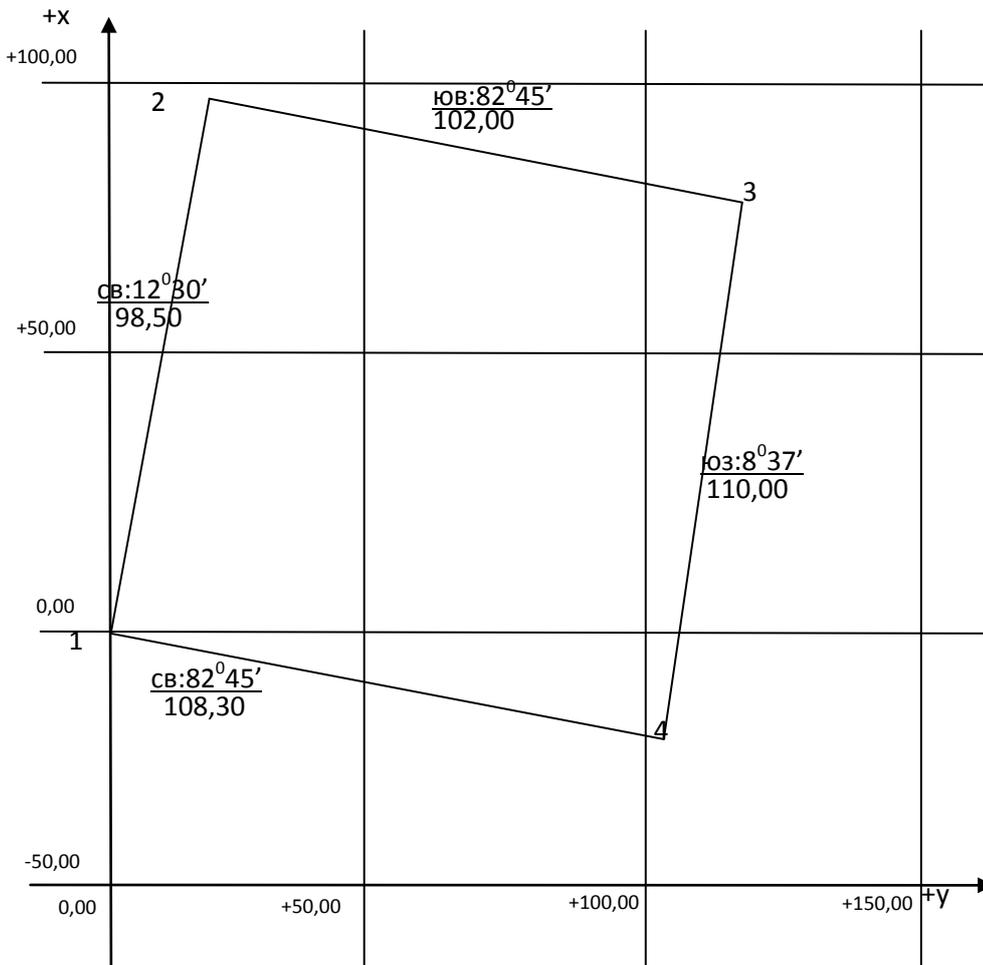
$$f_x = +0,09; \quad f_y = +0,09; \quad f_x = 0,00; \quad f_y = 0,00$$

$$f_{\text{агс}} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \sqrt{(+0,09)^2 + (+0,09)^2} = 0,13$$

$$f_{\text{отн}} = \frac{f_{\text{агс}}}{P} = \frac{0,13}{418,60} = \frac{1}{3220} < \frac{1}{2000}$$

12. Оформить план теодолитного хода

**ПЛАН ТЕОДОЛИТНОГО ХОДА**  
**Масштаб 1: 1000**



**Форма представления результата:** Оформленная работа предоставляется преподавателю на проверку в тетради, или по средствам использования образовательного портала МГТУ

**Критерии оценки:** логичность представленного материала, рациональность выбранной структуры работы, аккуратность, наглядность, характеристика в соответствии с рекомендациями.

- Оценка «**отлично**» ставится, если задание выполнено верно и даны полные ответы на вопросы.

- Оценка «**хорошо**» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, либо в ответах на вопросы допущена неточность.

- Оценка «**удовлетворительно**» ставится, если приведено неполное выполнение задания (упущены важные технические характеристики), либо в ответах на вопросы допущены грубые ошибки.

- Оценка «**неудовлетворительно**» ставится, если задание не выполнено.

**Тема 2.1 Аналитическая обработка материалов полевых работ**  
**Практическое занятие №2**  
**Обработка результатов высотного съемочного обоснования**

**Цель:** научиться обрабатывать результаты нивелирования

**Выполнив работу, Вы будете:**

Уметь:

- У4 Работать в специализированном программном обеспечении;
- У5 Осуществлять контроль результатов полевых топографо-геодезических работ;
- У6 Обрабатывать полученные результаты полевых топографо-геодезических работ;
- У7 Выполнять оценку качества и точности результатов полевых топографо-геодезических работ;
- У8 Уравнивать опорные и планово-высотные съемочные геодезические сети;
- У9 Отображать и читать геодезическую информацию на планах и картах;
- У10 Выполнять фотограмметрические работы и дешифрирование аэрофотоснимков и космофотоснимков.
- Уо 01.02 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- Уо 01.07 владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах;
- Уо 01.09 оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника).
- Уо 02.02 определять необходимые источники информации;
- Уо 02.04 выделять наиболее значимое в перечне информации;
- Уо 02.05 оценивать практическую значимость результатов поиска;
- Уо 02.06 оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач;
- Уо 02.07 использовать современное программное обеспечение;
- Уо 02.08 использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач.
- Уо 03.02 применять современную научную профессиональную терминологию.
- Уо 04.01 организовывать работу коллектива и команды;
- Уо 04.02 взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности;
- Уо 04.03 эффективно работать в команде.
- Уо 05.01 грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке.
- Уо 06.01 описывать значимость своей специальности.
- Уо 07.03 организовывать профессиональную деятельность с учетом знаний об изменении климатических условий региона.
- Уо 09.06 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате.

**Материальное обеспечение:** САПР, методические указания, результаты полевых работ.

**Задание:**

1 Выполнить обработку полевых работ.

**Порядок выполнения работы:**

Обработка журнала нивелирования:

1. Полевые вычисления( т.е. вычисления, которые учащиеся выполняют сразу по ходу проведения лабораторной работы).

I стоянка  $h_q = 1315 - 1092 = +0223$  и  $h_k = 6098 - 5877 = +0221$  ,

Расхождение  $0223-0221=0002$  , допустимо, тогда:

$$h_{cp} = \frac{0223 + 0221}{2} = 0222(\text{мм})$$

III стоянка  $h_q = 1260 - 1115 = +0145$  и  $h_k = 6042 - 5899 = +0143$  ,

Расхождение  $0145-0143=0002$  , допустимо, тогда:

$$h_{cp} = \frac{0145 + 0143}{2} = 0144(\text{мм})$$

II стоянка  $h_q = 1112 - 1259 = -0147$  и  $h_k = 5893 - 6042 = -0149$  ,

Расхождение  $0147-0149=0002$  , допустимо,

IV стоянка  $h_q = 1075 - 1295 = -0220$  и  $h_k = 5855 - 6075 = -0220$  ,

Расхождения нет,  $h_{cp} = -0220$

2Камеральная обработка (т.е. вычисления, которые учащиеся выполняют дома или в аудитории).

- постраничный контроль выполняется отдельно на каждой странице.

$1315+6098+1112+5893+1260+6042+1075+5855=28656$

$1092+5877+1259+6042+1115+5899+1295+6075=28660$

$$\frac{28656 - 28660}{2} = -2$$

Складываем превышения по столбикам:

$0223+0221+0145+0143=0732$

$0147+0149+0220+0220=0736$

$$\frac{0732 - 0736}{2} = -2$$

Вычисляем невязку

$$f=h_{cp} \quad f=0222+0144-0148-0220=-2$$

допускаемая невязка

$f_{доп} = +6n$ , где  $n$  – число стоянок

$f_{доп} = +6 * 4 = +12$  мм

$-2 < -12$  – допускается

Т.к невязка допускается, то разбрасываем ее на все стоянки с обратным знаком, вычисляем исправленные превышения.

$$h_{испр1} = 0222 + 1 = 0223$$

$$h_{испр2} = -0148 + 1 = 0147$$

$$h_{испр3} = +0144; h_{испр4} = -0220$$

проверяем, если увязано все верно то  $\sum h_{испр1} = 0$

$$+0223-0147+0144-0220=0$$

Вычисляем отметки точек ( для каждого учащегося задается своя начальная отметка).

$$H_1 = 356,211$$

$$\text{Тогда } H_2 = H_1 + h_{испр1} = 356,211 + 0,223 = 356,434 (\text{м})$$

$$H_3 = H_2 + h_{испр2} = 356,434 - 0,147 = 356,287 (\text{м})$$

Проверка: Из последней  $H_3$  вычитают первую  $H_1$  отметки, должен получиться «0» (см. журнал). Обработка журнала выполнена верно.

Ном ер стан ции	Номер пикет ов	Отсчеты по рейке			Превышения вычисленные		Превышения средние		Превышения исправленные	Горизонт инструмента	Абсолютная отметка	Условная отметка		
		Задний	передний	промежу точный	+	-	+	-						
I	1	1315			0223		+1 0222	+0223		356.211				
		6098												
	2		1092		0221								356.434	
			5877											
II	2	1112				+1 0148	-0147		356.434					
		5893			0147									
	3		1259		0149							356.287		
			6042											
III	3	1260			0145	0144	+0144		356.287					
		6042												
	2		1115		0143							356.431		
			5899											
IV	2	1075			0220	0220	-0220		356.431					
		5855												
	1		1295		0220							356.211		
			6075											
Проверка!		$\frac{28656 - 28660}{2} =$			$\frac{0732 - 0736}{2} =$		0366-0368		356.211					
		=-2			=-2		=-2		- 356.211					
									= 0					

**Форма представления результата:** Оформленная работа предоставляется преподавателю на проверку в тетради, или по средствам использования образовательного портала МГТУ

**Критерии оценки:** логичность представленного материала, рациональность выбранной структуры работы, аккуратность, наглядность, характеристика в соответствии с рекомендациями.

- Оценка **«отлично»** ставится, если задание выполнено верно и даны полные ответы на вопросы.

- Оценка **«хорошо»** ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, либо в ответах на вопросы допущена неточность.

- Оценка **«удовлетворительно»** ставится, если приведено неполное выполнение задания (упущены важные технические характеристики), либо в ответах на вопросы допущены грубые ошибки.

- Оценка **«неудовлетворительно»** ставится, если задание не выполнено.

## Тема 2.2 Фотограмметрия

### Практическое занятие №3

#### Составление накладного монтажа из аналоговых аэроснимков, оценка качества аэрофотосъемки. Расчёт основных параметров аэрофотосъёмки

**Цель:** Составление накладного монтажа и оценка качества материалов аэрофотосъемки. Проведение измерений и вычисление показателей плановой аэрофотосъемки

#### Выполнив работу, Вы будете:

- У1 Выполнять полевые геодезические работы;
- У2 Использовать современные технологии определения местоположения на основе спутниковой навигации;
- У3 Производить крупномасштабные топографические съемки для создания изыскательских планов.
- У4 Работать в специализированном программном обеспечении;
- У5 Осуществлять контроль результатов полевых топографо-геодезических работ;
- У6 Обрабатывать полученные результаты полевых топографо-геодезических работ;
- У7 Выполнять оценку качества и точности результатов полевых топографо-геодезических работ;
- У8 Уравнивать опорные и планово-высотные съемочные геодезические сети;
- У9 Отображать и читать геодезическую информацию на планах и картах;
- У10 Выполнять фотограмметрические работы и дешифрирование аэрофотоснимков и космофотоснимков.
- Уо 01.02 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- Уо 01.07 владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах;
- Уо 01.09 оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника).
- Уо 02.02 определять необходимые источники информации;
- Уо 02.04 выделять наиболее значимое в перечне информации;
- Уо 02.05 оценивать практическую значимость результатов поиска;
- Уо 02.06 оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач;
- Уо 02.07 использовать современное программное обеспечение;
- Уо 02.08 использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач.
- Уо 03.02 применять современную научную профессиональную терминологию.
- Уо 04.01 организовывать работу коллектива и команды;
- Уо 04.02 взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности;
- Уо 04.03 эффективно работать в команде.
- Уо 05.01 грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке.
- Уо 06.01 описывать значимость своей специальности.
- Уо 07.03 организовывать профессиональную деятельность с учетом знаний об изменении климатических условий региона.

–Уо 09.06 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате.

**Материальное обеспечение:** аэроснимки, методические указания

**Задание:**

- 1 Выполнить сшифку растрового изображения.
2. Запроектировать сетку квадратов

**Порядок выполнения работы:**

Оценка качества летно–съемочных работ производится на основании «Основных положений по аэрофотосъемке, выполняемой для создания и обновления топографических карт и планов, ГКИНП- 09-32-80» и «Руководства по аэрофотосъемке в картографических целях» (РАФ-89).

К результатам этих работ предъявляется ряд требований:

- 1) маршруты и очертания их должны быть прямолинейными;
- 2) разность высот фотографирования и углы наклона аэроснимков должны быть наименьшими;
- 3) расхождение между заданными величинами перекрытий и полученными в действительности должны быть наименьшими;
- 4) расхождение между рассчитанным и полученным числом аэроснимков должно быть наименьшим;
- 5) фотографическое качество аэроснимков должно быть достаточно высоким.

Для оценки качества материалов аэрофотосъемки изготавливается накидной монтаж путем совмещения одинаковой ситуации на смежных снимках в продольном и поперечном направлениях. С накидного монтажа изготавливаются уменьшенные в 3-4 раза фотокопии, называемые репродукциями накидного монтажа.

Для выполнения задания каждый студент получает пакет с АФС участка местности. Соответственно порядковым номерам они раскладываются по маршрутам. Монтаж снимков первого маршрута производится путем совмещения изображений идентичных объектов на смежных снимках в продольном направлении, не закрывая номеров (рис. 1).



Рис. 1. Вид монтажа двух смежных аэрофотоснимков.

При монтаже снимков второго и следующих маршрутов изображения объектов совмещаются не только на смежных снимках по маршрутам, но и с предыдущими маршрутами. При этом достичь полного совмещения изображений объектов невозможно ввиду разномасштабности и искажений, достигающих максимальных величин по краям снимков.

При проведении оценки качества материалов аэросъемки на накидном монтаже определяются: величина продольных и поперечных перекрытий, углы наклона снимков, непрямолинейность маршрутов, непараллельность сторон АФС базису фотографирования ("елочка") и фотографическое качество снимков.

Величина продольных перекрытий между снимками каждого маршрута измеряется монтажной линейкой по наивысшим точкам местности.

Монтажная линейка представляет собой полоску прозрачной пленки длиной более 18 или 30 см с отметками 0, 5, 10, ... 100% длины.

При измерении конец линейки с отметкой 100% совмещается со стороной правого АФС. В точке пересечения линейки со стороной левого АФС проводится отсчет величины продольного перекрытия. Передвигая линейку вправо, измеряют величину продольных перекрытий в первом, а затем в остальных маршрутах. Результаты измерений записываются в бланке задания №1.

Для целей лесного дешифрирования величина продольного перекрытия между АФС должна быть не менее 56%. Если это требование выполнено, то на первой странице задания указывается оценка величины продольных перекрытий – в допуске. В других случаях указывается количество перекрытий меньше нормы. Аналогично проводится оценка других показателей.

Величина поперечных перекрытий между АФС соседних маршрутов измеряется монтажной линейкой. Наиболее тщательно измерения проводятся в точках местности с наибольшими высотами. Минимальная величина продольного перекрытия 25%.

Углы наклона определяются по показаниям круглого уровня, изображение которого имеется на каждом АФС. Цена деления уровня (концентрической окружности)  $0,5^{\circ}$ . Максимально допустимая величина угла наклона –  $3^{\circ}$ .

Непрямолинейность маршрута определяется в процентах, как отношение стрелы прогиба  $i$  к длине маршрута  $L$ . Длина маршрута – расстояние между главными точками крайних АФС (рис. 2). Стрелой прогиба называется расстояние от наиболее удаленной главной точки АФС до прямой, соединяющей главные точки крайних АФС маршрута. Непрямолинейность вычисляется по формуле:

$$i = l/L * 100\%$$

Непрямолинейность маршрутов не должна превышать 3%.

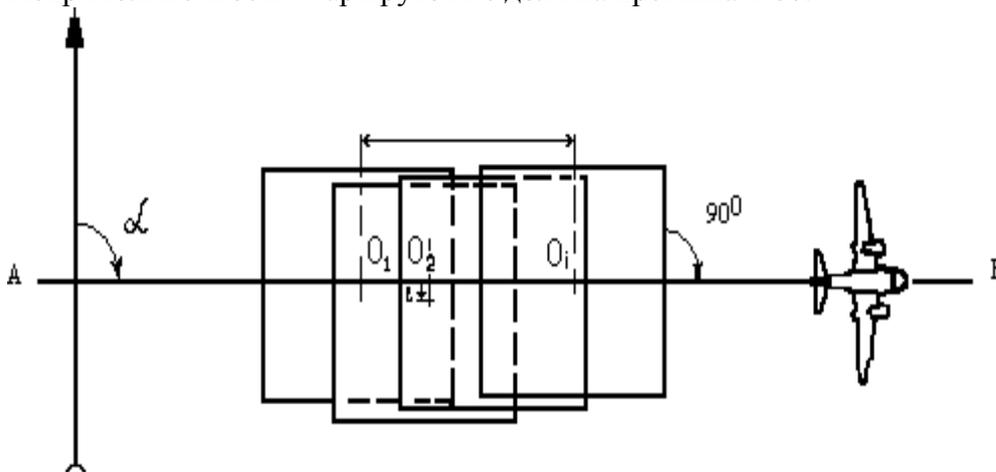


Рис. 2. Определение стрелы прогиба и непрямолинейности маршрута.

Непрямолинейность маршрутов не должна превышать 3%.

Непараллельность сторон АФС базису фотографирования определяется путем измерения углов между продольными сторонами АФС и линией, соединяющей главные точки крайних АФС в маршруте. Край линейки совмещают с главными точками крайних АФС. К линейке прикладывают треугольник, а к другому катету треугольника - транспортир. Передвигая

треугольник с транспортиром вдоль линейки, совмещают центр транспортира с краем АФС и по шкале транспортира определяют величину угла (рис. 3).

Непараллельность не должна превышать  $5^{\circ}$ .

Фотографическое качество АФС оценивается глазомерно в зависимости от качества изображения лесной растительности. Нормальный отпечаток должен иметь одинаковую резкость и контрастность изображения сравнительно одинаковый тон (цвет) однородных объемов, хорошо заметные переходы от освещенных частей крон к затененным, ясно очерченные границы проекций крон и промежутков между ними.

Дефекты изображения: передержанные и недодержанные снимки, наличие вуали, черных и белых пятен, пузырьков, частичная нерезкость, засветы от электроразрядов, желтизна, изображение облаков, производственных дымов и теней от них, механические повреждения должны мешать проведению дешифрирования.

Дается качественная оценка фотоматериалам по проценту нормальных снимков.

Результаты оценки снимков и монтажа вносятся в бланк задания № 1.

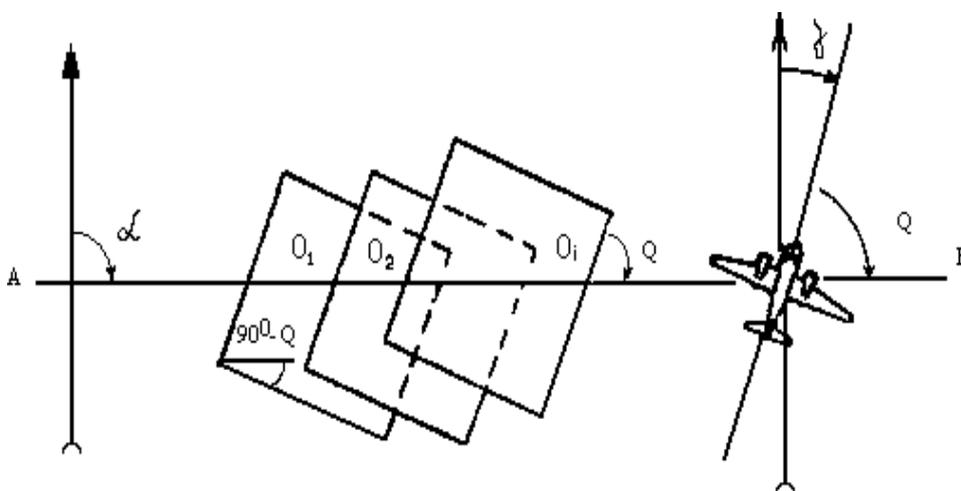


Рис. 3. Определение непараллельности маршрутов.

По данным предварительного обследования в натуре, картографическим материалов, полетных карт и летно-съёмочных характеристик определяется масштаб.

Различают численный и линейный масштабы АФС. Численным масштабом ( $1/m$ ) называется отношение длины изображения отрезка линии на АФС к ее длине в натуре. Линейный масштаб ( $M$ ) показывает длину линии в натуре ( $m$ ), соответствующую 1 см её длины на АФС.

Масштаб планового АФС можно определить тремя способами:

1) по элементам ориентирования – высоте фотографирования и фокусному расстоянию:

-численный:  $1/m = f/H$ ;

-линейный:  $M = H/f$ ;

2) по соотношению длины линий на АФС ( $l_c$ ) и в натуре ( $L_H$ ):

-численный:  $1/m = l_c/L_H$ ;

-линейный:  $M = L_H/l_c$ .

Для определения масштаба в натуре проводится промер не менее двух твердоопознанных разнонаправленных линий длиной не менее 20 мм на АФС 18x18 см и не менее 40 мм на АФС 30x30 см. В качестве линий обычно используются квартальные просеки, визиры или окружные границы. По данным двух измерений вычисляется среднеарифметический масштаб.

3) по соотношению длины линий на АФС и топографической карте или плане:

-численный:  $1/m = l_c/(l_k * m_k)$ ;

-линейный:  $M = l_k * m_k / l_c$ ,

где  $l_k$  – длина линии на карте, мм,  $m_k$  – масштаб карты.

По данным границ снимаемого участка, масштаба съемки, фокусного расстояния АФА, величины продольных и поперечных перекрытий и летно-технических данных летательных аппаратов производится расчет показателей плановой аэрофотосъемки. Варианты данных приведены в приложении .

1. Высота фотографирования (Н, м) рассчитывается:

$$H=f*m_c,$$

где f – фокусное расстояние АФА, м;  $m_c$  – знаменатель численного масштаба съемки.

Отклонения от расчетной высоты фотографирования не должны превышать в равнинных районах: 3%, в горных – 5%; при высоте фотографирования до 1000 м - не более 30 м в равнинных районах и 50 м в горных.

2. Базис фотографирования (В, м) – расстояние между главными точками двух смежных АФС на местности:

$$B=l_1*m_c*(100-P_x)/100,$$

где  $l_1$  – длина снимка, м;  $P_x$  – процент продольного перекрытия,

%.

3. Расстояние между маршрутами (L, м) определяется:

$$L=l_2*m_c*(100-P_y)/100,$$

$l_2$  – ширина снимка, м;  $P_y$  – процент поперечного перекрытия,  
%.

4. Число маршрутов ( $N_M$ , шт.) находится:

$$N_M=C/L + 1,$$

где C - ширина снимаемого участка, м, L – расстояние между маршрутами, м,

5. Число АФС в маршруте ( $N_C$ , шт.) определяется:

$$N_C=A/B + 3,$$

где A – длина снимаемого участка, м; B – базис фотографирования, м.

6. Общее число АФС (R, шт.) вычисляется:

$$R = N_M*N_C*K,$$

где K – коэффициент увеличения количества маршрутов съемки (в равнинной местности – 1,1);

7. Максимально допустимая экспозиция (выдержка) в долях секунды ( $t_{max}$ ):

$$t_{max}=B/(W*m_c) \text{ или } t_{max}=\sigma*m_c/W,$$

где  $\sigma$  – допустимый линейный сдвиг (смаз) изображения (0,05 мм), м; W -путевая скорость самолета, м/с ,

8. Интервал между экспозициями (t, с):

$$t = B/ W.$$

9. Погонный километраж – расстояние, которое пролетает самолет при проведении аэрофотосъемки (S, км) :

$$S =A*N_M+L*n,$$

где n - число, переходов с маршрута на маршрут ( $n=N_M-1$ ).

10. Время аэрофотосъемки ( $T_c$ , час.):

$$T_c=S/W.$$

11. Время полета (T, час.)

$$T = 2Д/W+T_c,$$

где Д – расстояние до аэропорта (30км).

Результаты расчетов плановой аэрофотосъемки вносятся в бланк задания № 2.

**Задание 1. Оценка качества материалов аэрофотосъемки**  
Номер конверта

Таблица 1

Оценка показателей качества материалов аэрофотосъемки

NN	Показатели качества материалов аэрофотосъемки	Допуск
1	Продольное перекрытие	56% и более
2	Поперечное перекрытие	20% и более
3	Непрямолинейность маршрутов	до 3%
4	Непараллельность продольных сторон АФС базису фотографирования	до 5%
5	Углы наклона аэрофотоснимков	до 3°
6	Фотографическое качество	65% и более
7	Общая оценка	

Таблица 2  
Помаршрутная оценка

NN марш- ру то в	Кол-во АФС в маршруте	Показатели качества					
		1	2	3	4	5	7
1							
2							

Таблица 3

Категории качества аэрофотоснимков

NN	Категории качества АФС	Номера снимков
1	Нормальный снимок	
2	Недодержанный снимок	
3	Передержанный снимок	
4	Частичная (боковая) нерезкость	
5	Общая нерезкость изображения	
6	Общая вуаль	
7	Пузыри на снимках	
8	Засветы от электроразрядов	
9	Желтизна	
10	Темные пятна	
11	Белые пятна	
12	Механические повреждения	
Всего		
% нормальных снимков		
Оценка фотографического качества		

**Задание 2. Определение масштаба АФС и показателей плановой АФС**  
Номер варианта

Исходные данные:

- Фокусное расстояние АФС  $f =$
- Высота фотографирования  $H =$
- Длина линии на АФС  $l_c =$
- Длина линии в натуре  $L_H =$
- Длина линии на карте  $l_k =$
- Масштаб карты  $1/m_k =$

7. Размер АФС  $|x| =$
8. Продольное перекрытие АФС  $P_x =$
9. Поперечное перекрытие АФС  $P_y =$
10. Скорость полета самолета  $W =$
11. Размеры объектов: длина  $A =$  ширина  $C =$

Вычисление масштаба АФС

1. По фокусному расстоянию и высоте фотографирования численный  $1/m = f/H =$  линейный  $M = H/f =$
2. По длине линии на АФС и в натуре численный  $1/m = l_c/L_H =$  линейный  $M = L_H/l_c =$
3. По длине линии на АФС и карте численный  $1/m = l_c/(l_k \times m_k) =$  линейный  $M = (l_k \times m_k)/l_c =$

Вычисление показателей плановой АФС

1. Высота фотографирования  $H = f \times m_c / 1000 =$
2. Базис фотографирования  $B = |x| (100 - P_x) \times m_c / 100$
3. Расстояние между маршрутами  $L = |x| (100 - P_y) \times m_c / 100$
4. Количество маршрутов  $N_m = C/L + 1$
5. Количество снимков в маршруте  $N_c = A/B + 3$
6. Общее количество АФС  $R = N_m \times N_c \times K$
7. Максимальная экспозиция  $t_{\max} = B / (W \times m_c)$
8. Интервал между экспозициями  $t = B / W$
9. Длина съемочного полета  $S = A \times N_m + L \times n$
10. Время съемки  $T_c = S / W$
11. Время полета  $T = 2D / W + T_c$

$K$  – коэффициент увеличения количества маршрутов съемки ( в равнинной местности – 1,1);  $D$  – расстояние до аэропорта – 30км,  $n = N_m - 1$  – количество переходов с маршрута на маршрут.

**Форма представления результата:** Оформленная работа предоставляется преподавателю на проверку в тетради, или по средствам использования образовательного портала МГТУ

**Критерии оценки:** логичность представленного материала, рациональность выбранной структуры работы, аккуратность, наглядность, характеристика в соответствии с рекомендациями.

- Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и даны полные ответы на вопросы.

- Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, либо в ответах на вопросы допущена неточность.

- Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания (упущены важные технические характеристики), либо в ответах на вопросы допущены грубые ошибки.

- Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

## Тема 2.2 Фотограмметрия

### Практическое занятие №4 Рисовка рельефа под стереоскопом

**Цель:** Научиться использовать стереоскопические свойства аэроснимков для рисовки горизонталей и получения топографических карт и планов

#### **Выполнив работу, Вы будете:**

- У1 Выполнять полевые геодезические работы;
- У2 Использовать современные технологии определения местоположения на основе спутниковой навигации;
- У3 Производить крупномасштабные топографические съемки для создания изыскательских планов.
- У4 Работать в специализированном программном обеспечении;
- У5 Осуществлять контроль результатов полевых топографо-геодезических работ;
- У6 Обрабатывать полученные результаты полевых топографо-геодезических работ;
- У7 Выполнять оценку качества и точности результатов полевых топографо-геодезических работ;
- У8 Уравнивать опорные и планово-высотные съемочные геодезические сети;
- У9 Отображать и читать геодезическую информацию на планах и картах;
- У10 Выполнять фотограмметрические работы и дешифрирование аэрофотоснимков и космофотоснимков.
- Уо 01.02 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- Уо 01.07 владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах;
- Уо 01.09 оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника).
- Уо 02.02 определять необходимые источники информации;
- Уо 02.04 выделять наиболее значимое в перечне информации;
- Уо 02.05 оценивать практическую значимость результатов поиска;
- Уо 02.06 оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач;
- Уо 02.07 использовать современное программное обеспечение;
- Уо 02.08 использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач.
- Уо 03.02 применять современную научную профессиональную терминологию.
- Уо 04.01 организовывать работу коллектива и команды;
- Уо 04.02 взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности;
- Уо 04.03 эффективно работать в команде.
- Уо 05.01 грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке.
- Уо 06.01 описывать значимость своей специальности.
- Уо 07.03 организовывать профессиональную деятельность с учетом знаний об изменении климатических условий региона.
- Уо 09.06 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате.

**Материальное обеспечение:** аэроснимки, методические указания

### **Задание:**

- 1 Выполнить рисовку рельефа стереоскопом.
2. Запроектировать сетку квадратов

### **Порядок выполнения работы:**

Даются два снимка, составляющих стереопару. Острота стереоскопического зрения первого рода равна 25, второго 12, глазной базис равен 65 мм, постоянная величина для перехода из градусной величины в линейную равна 206265 сек. или 3438 мин.

а) при помощи стереоскопа по паре снимков научиться наблюдать стереоэффект. По полученной стереомодели изобразить основные формы рельефа (горы, котловины, лощины, седловины, подошвы, (бровки),

б) вычислить предельный радиус стереоскопического зрения. L-максимальное отстояние, при котором еще воспринимается разность отстояний двух объектов в пространстве называется радиусом стереоскопического зрения,

в) определить угол конвергенции при рассматривании предмета, находящегося на расстоянии 20 м от наблюдателя,

г) определить какое расстояние может различать наблюдатель между предметами, если предмет находится на расстоянии 20м, глазной базис равен 65мм, острота стереозрения равна 20.

Под стереоскопом рельеф рисуют при создании карт мелких масштабов, а также на увеличенных снимках, когда нельзя под стереомером. Прежде, чем начать рисовать, необходимо тщательно рассмотреть снимки под стереоскопом, проследить направления основных водотоков, водораздельных линий, отметить вершины, лога, впадины и другие элементы рельефа.

Одновременно наносится скелет местности. На характерных точках вычисляются отметки.

Количество пикетов зависит от сечения горизонталей, чем меньше сечение, тем больше должно быть пикетов. Пикеты могут определяться на стереомере и обычными геодезическими способами в поле. Отметки подписывать на левом снимке.

При рисовке рельефа отметки между пикетами интерполируются на глаз. Если скат неравномерен, то на наиболее крутых участках его горизонтали сгущают.

При интерполировании по тальвегу надо помнить, что вначале лощины скат круче, горизонтали должны быть чаще, чем в средней ее части. На равнинных склонах горизонтали располагаются равномерно.

Начинать рисовку следует с ярко выраженных участков. На участках со слабо выраженным рельефом рисовку начинать с наиболее пониженных мест.

Синим цветом поднять гидрографию. Рисовку в этом случае следует начинать с горизонталей, охватывающих гидрографическую сеть.

При наличии фотоплана рисовку можно производить сразу на нем. Для получения стереоэффекта и рисовки на разномасштабных материалах применяют стереоскоп Баштана.

На заданной стереопаре аэрофотоснимков зарисовать рельеф под стереоскопом:

1. Изучить участок работ. Наметить структурирование линии. Выбрать характерные точки.
2. Сформировать нивелирные ходы.
3. Выполнить фотограмметрическое нивелирование. Результаты занести в таблицу.
4. Выполнить обработку журнала нивелирования.

Превышения вычислять по формуле:

$$h = \frac{H_p}{H_p + b} H_\phi$$

где  $P$  - разность параллаксов точек

$b$  - базис фотографирования в масштабе съемки Невязку находим по формуле:

$$fh = \sum h_{выч},$$

При организации нивелирных ходов предпочтительны замкнутые. Пример обработки приведен в табл. 2.

Журнал фотограмметрического нивелирования

№ точки	Координаты х		P, мм	Pмм	b, мм	Hф, м	hм	i, мм	hисп	Hм
	Лмм	Пмм								
1	23	-46	69	5.5	71,5	1200	85.71	0.1	85.81	114.00
2	31	-43.5	74.5	-1.5			-24.66	0.1	-24.56	199,81
3	35	-38	73	0			0	0.1	0.1	175,25
4	40	-33	73	1			16.55	0.1	16.65	175,35
5	49,5	-24.5	74	0.5			8.33	0.1	8.43	192,00
6	52	-22.5	74.5	-2.5			40.54	0.1	40.64	200,43
7	62	-10	72	-0.5			-8.33	0.1	-8.23	159,99
8	72	0.5	71.5	0			0	0.05	0.05	151,76
9	84	8.5	71.5	1			16.55	0.1	16.65	151,81
10	70,5	-2	72.5	-1			-16.55	0.1	-16.45	168,46
11	60.5	-11	71.5	0			0	0.1	0.1	152,01
12	46	-25.5	71.5	1			16.55	0.1	16.65	152,11
13	61	-11.5	72.5	-0.5			-8.33	0.1	-8.23	168,76
14	64	-8	72	-0.5			-8.33	0.1	-8.23	160,53
15	64.5	-7	71.5	1			16.55	0.1	16.65	152,30
16	61	-11.5	72.5	0.5			8.33	0.1	8.43	168,95
17	48	-25	73	0			0	0.1	0.1	177,38
18	30.5	-42.5	73	-4			-63.58	0.1	-63.48	177,48
1	23	-46	69						Σh= -1,75	

5. Выбрать высоту сечения рельефа и методом интерполирования провести горизонтали.

6. Оформить план.

**Форма представления результата:** Оформленная работа предоставляется преподавателю на проверку в тетради, или по средствам использования образовательного портала МГТУ

**Критерии оценки:** логичность представленного материала, рациональность выбранной структуры работы, аккуратность, наглядность, характеристика в соответствии с рекомендациями.

- Оценка «**отлично**» ставится, если задание выполнено верно и даны полные ответы на вопросы.

- Оценка «**хорошо**» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, либо в ответах на вопросы допущена неточность.

- Оценка «**удовлетворительно**» ставится, если приведено неполное выполнение задания (упущены важные технические характеристики), либо в ответах на вопросы допущены грубые ошибки.

- Оценка «**неудовлетворительно**» ставится, если задание не выполнено.

## Тема 2.2 Фотограмметрия

### Практическое занятие №5

#### Камеральное дешифрирование площадных, линейных и точечных объектов по аэрофотоснимкам

**Цель:** приобретение практических навыков по извлечению из аэрофотоснимков информации, необходимой для выбора оптимального варианта ведения работ

#### Выполнив работу, Вы будете:

- У1 Выполнять полевые геодезические работы;
- У2 Использовать современные технологии определения местоположения на основе спутниковой навигации;
- У3 Производить крупномасштабные топографические съемки для создания изыскательских планов.
- У4 Работать в специализированном программном обеспечении;
- У5 Осуществлять контроль результатов полевых топографо-геодезических работ;
- У6 Обрабатывать полученные результаты полевых топографо-геодезических работ;
- У7 Выполнять оценку качества и точности результатов полевых топографо-геодезических работ;
- У8 Уравнивать опорные и планово-высотные съемочные геодезические сети;
- У9 Отображать и читать геодезическую информацию на планах и картах;
- У10 Выполнять фотограмметрические работы и дешифрирование аэрофотоснимков и космофотоснимков.
- Уо 01.02 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- Уо 01.07 владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах;
- Уо 01.09 оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника).
- Уо 02.02 определять необходимые источники информации;
- Уо 02.04 выделять наиболее значимое в перечне информации;
- Уо 02.05 оценивать практическую значимость результатов поиска;
- Уо 02.06 оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач;
- Уо 02.07 использовать современное программное обеспечение;
- Уо 02.08 использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач.
- Уо 03.02 применять современную научную профессиональную терминологию.
- Уо 04.01 организовывать работу коллектива и команды;
- Уо 04.02 взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности;
- Уо 04.03 эффективно работать в команде.
- Уо 05.01 грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке.
- Уо 06.01 описывать значимость своей специальности.
- Уо 07.03 организовывать профессиональную деятельность с учетом знаний об изменении климатических условий региона.
- Уо 09.06 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате.

**Материальное обеспечение:** аэроснимки, методические указания

**Задание:**

1 Выполнить дешифрирование аэрофотоснимков.

**Порядок выполнения работы:**

При дешифрировании, т.е. при обнаружении, опознавании и раскрытии содержания изображенных на аэрофотоснимках предметов и контуров местности, объекты распознаются, в первую очередь, по тем их свойствам, которые непосредственно передаются на снимках и непосредственно воспринимаются наблюдателем. Эти свойства называют прямыми дешифровочными признаками. К ним относятся форма, размер, тон (цвет) и тень изображения объектов.

Прямые дешифровочные признаки часто недостаточны для дешифрирования по двум причинам. Первая – объекты или их характеристики не изобразились на снимках, вторая – объекты не имеют устойчивых дешифровочных признаков: один и тот же объект имеет разные дешифровочные признаки. В связи с этим прибегают к косвенным дешифровочным признакам, которые основаны на существующих в природе закономерных взаимосвязях пространственного размещения объектов или взаимосвязях между природными объектами и результатами хозяйственной деятельности человека. Те объекты, наличие или свойства которых указывают на наличие или свойства других объектов, называют индикаторами, а метод дешифрирования по косвенным признакам – индикационным.

Используют также комплексные дешифровочные признаки, к которым относят сочетание в определенной закономерности прямых дешифровочных признаков объектов, образующих природно-территориальные комплексы: соотношение площадей, занятых различными объектами; соотношение числа различных объектов: пространственная ориентация и характер распределения различных объектов; сочетание и видоизменение форм отдельных объектов; сочетание и изменение по определенному закону тонов различных объектов. Комплексные признаки отражают характер ландшафта, поэтому дешифрирование по комплексным признакам называют ландшафтным.

Камеральное дешифрирование следует выполнять под стереоскопом в следующей последовательности:

1. Обзорное дешифрирование в пределах зоны продольного перекрытия
2. Детальное дешифрирование

Результаты дешифрирования изложить в рабочей тетради, отразив следующие сведения:

1. Населенные пункты (тип, расстояние до ближайших населенных пунктов и объектов предстоящего линейного строительства, наличие промышленных предприятий и т.п.).
2. Рельеф (тип, направление водоразделов, наличие оврагов, обнажений, оползней, места, имеющие максимальные и минимальные отметки и т.п.).
3. Гидрография (ширина и направление течения рек, ширина пойм, наличие стариц, притоков, местоположение и размеры озер и прудов, наличие болот и их краткая характеристика и т.п.).
4. Растительность (породный состав и густота лесных массивов и кустарников, наличие плодово-ягодных кустарников, пашен, лугов и т.п.).
5. Существующая дорожная сеть (густота, тип дорог и покрытия, наличие дорожных сооружений, бродов и т.п.).

Отдешифрованные предметы и контуры местности вычерчиваются в общепринятых условных знаках.

6. Оформить отчет.

**Форма представления результата:** Оформленная работа предоставляется преподавателю на проверку в тетради, или по средствам использования образовательного портала МГТУ

**Критерии оценки:** логичность представленного материала, рациональность выбранной структуры работы, аккуратность, наглядность, характеристика в соответствии с рекомендациями.

- Оценка «**отлично**» ставится, если задание выполнено верно и даны полные ответы на вопросы.

- Оценка «**хорошо**» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, либо в ответах на вопросы допущена неточность.

- Оценка «**удовлетворительно**» ставится, если приведено неполное выполнение задания (упущены важные технические характеристики), либо в ответах на вопросы допущены грубые ошибки.

- Оценка «**неудовлетворительно**» ставится, если задание не выполнено.

## Тема 2.3 Камеральная обработка материалов инженерно-геодезических работ

### Практическое занятие №6

#### Обработка тахеометрической съемки с использованием компьютерных программ

**Цель:** приобретение практических навыков по обработке тахеометрической съемки

**Выполнив работу, Вы будете:**

- У4 Работать в специализированном программном обеспечении;
- У5 Осуществлять контроль результатов полевых топографо-геодезических работ;
- У6 Обрабатывать полученные результаты полевых топографо-геодезических работ;
- У7 Выполнять оценку качества и точности результатов полевых топографо-геодезических работ;
- У8 Уравнивать опорные и планово-высотные съемочные геодезические сети;
- У9 Отображать и читать геодезическую информацию на планах и картах;
- У10 Выполнять фотограмметрические работы и дешифрирование аэрофотоснимков и космофотоснимков.
- Уо 01.02 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- Уо 01.07 владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах;
- Уо 01.09 оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника).
- Уо 02.02 определять необходимые источники информации;
- Уо 02.04 выделять наиболее значимое в перечне информации;
- Уо 02.05 оценивать практическую значимость результатов поиска;
- Уо 02.06 оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач;
- Уо 02.07 использовать современное программное обеспечение;
- Уо 02.08 использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач.
- Уо 03.02 применять современную научную профессиональную терминологию.
- Уо 04.01 организовывать работу коллектива и команды;
- Уо 04.02 взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности;
- Уо 04.03 эффективно работать в команде.
- Уо 05.01 грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке.
- Уо 06.01 описывать значимость своей специальности.
- Уо 07.03 организовывать профессиональную деятельность с учетом знаний об изменении климатических условий региона.
- Уо 09.06 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате.

**Материальное обеспечение:** САПР, методические указания, результаты полевых работ

**Задание:**

- 1 Выполнить обработку результатов съемки.

**Порядок выполнения работы:**

1. Импортировать данные в КРЕДО ДАТ

2. Выполнить уравнивание
3. Импортировать уравненные данные в КРЕДО ТОПОГРАФ, КРЕДО ОБЪЕМЫ, КРЕДО НИВЕЛИР, выполнить построение местности.
4. Выполнить построение рельефа местности и картограмму земляных масс в Компас -3Д
5. Сделать вывод по использованию программ.

**Форма представления результата:** Оформленная работа предоставляется преподавателю на проверку в тетради, или по средствам использования образовательного портала МГТУ

**Критерии оценки:** логичность представленного материала, рациональность выбранной структуры работы, аккуратность, наглядность, характеристика в соответствии с рекомендациями.

- Оценка «**отлично**» ставится, если задание выполнено верно и даны полные ответы на вопросы.

- Оценка «**хорошо**» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, либо в ответах на вопросы допущена неточность.

- Оценка «**удовлетворительно**» ставится, если приведено неполное выполнение задания (упущены важные технические характеристики), либо в ответах на вопросы допущены грубые ошибки.

- Оценка «**неудовлетворительно**» ставится, если задание не выполнено.

## Тема 2.3 Камеральная обработка материалов инженерно-геодезических работ

### Практическое занятие №7

#### Подготовка проекта для выноса осей здания теодолитом

**Цель:** приобретение практических навыков по подготовке проектов

**Выполнив работу, Вы будете:**

- У4 Работать в специализированном программном обеспечении;
- У5 Осуществлять контроль результатов полевых топографо-геодезических работ;
- У6 Обрабатывать полученные результаты полевых топографо-геодезических работ;
- У7 Выполнять оценку качества и точности результатов полевых топографо-геодезических работ;
- У8 Уравнивать опорные и планово-высотные съемочные геодезические сети;
- У9 Отображать и читать геодезическую информацию на планах и картах;
- У10 Выполнять фотограмметрические работы и дешифрирование аэрофотоснимков и космофотоснимков.
- Уо 01.02 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- Уо 01.07 владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах;
- Уо 01.09 оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника).
- Уо 02.02 определять необходимые источники информации;
- Уо 02.04 выделять наиболее значимое в перечне информации;
- Уо 02.05 оценивать практическую значимость результатов поиска;
- Уо 02.06 оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач;
- Уо 02.07 использовать современное программное обеспечение;
- Уо 02.08 использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач.
- Уо 03.02 применять современную научную профессиональную терминологию.
- Уо 04.01 организовывать работу коллектива и команды;
- Уо 04.02 взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности;
- Уо 04.03 эффективно работать в команде.
- Уо 05.01 грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке.
- Уо 06.01 описывать значимость своей специальности.
- Уо 07.03 организовывать профессиональную деятельность с учетом знаний об изменении климатических условий региона.
- Уо 09.06 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате.

**Материальное обеспечение:** САПР, методические указания, результаты полевых работ

**Задание:**

- 1 Выполнить обработку результатов съемки, подготовить проект для выноса осей здания.

**Порядок выполнения работы:**

1. Оформить план теодолитного хода, получить данные для разбивки

Работа выполняется на миллиметровой бумаге карандашом в М 1:1000 (1см. - 10м.) или с использованием САПР

1. Даны координаты точек (в ведомости координат).

В верхнем правом углу миллиметровки выписываем координаты точек X и Y в виде таблицы

№ точки	X	Y
1	0	0
2	-98,63	-69,74
3	-19,33	-115,53

2. Построение координатной сетки .

Сетка строится на миллиметровой бумаге слева. Ось X проводится на расстоянии 15 мм снизу вверх . Ось X - вертикальная , ось Y - горизонтальная .

Затем строится сетка квадратов 5 см. x 5 см. (снизу вверх и слева на право ).

Должно быть построено min 9 полных квадратов ( см миллиметровку ).

3. Оцифровка координатной сетки.

Производится в зависимости от масштаба, размера стороны квадрата в м. на местности и заданных координат точек с учётом знаков.

Необходимо вспомнить, что:

- \* положительные значения «X» возрастают от «0» вверх;
- \* отрицательные значения «X» возрастают по абсолютной величине от «0» вниз;
- положительные значения «Y» возрастают от «0» вправо;
- отрицательные значения «Y» возрастают от «0» влево;

Определим длину стороны квадрата в м на местности М 1:1000 — 1 см - 10 м,

5 см - Xм

$$x = \frac{5 \text{ см} * 10 \text{ м}}{1 \text{ см}} = 50 \text{ м}$$

Следовательно оцифровку будем производить через 50 м цифрами, кратными «50» (0,50,100,150 ... )

Выбираем из заданных координат X и Y наименьшие значения:

min X = - 98,63 м, значит оцифровку оси «X» начинаем с «-100».

min Y = -115,53 м, значит оцифровку оси «Y» начинаем с «-150» см. миллиметровку.

4. Построение точек по заданным координатам:

-находим сначала квадрат, в котором расположена данная точка;

-каждая точка строится от ближайших сторон квадрата, в котором она расположена;

-каждая точка строится отдельно;

-расчет ведется отдельно для каждой точки и отдельно по оси X и Y

Расчеты выполняются на миллиметровке справа карандашом.

Полученные расстояния в см. откладываются от той линии координатной сетки, к которой производился расчет соответствующей точки.

Построенные точки соединяем между собой прямыми линиями и подписываемся номера точек 1, 2, 3.

Проверяется правильность построения следующим образом:

-точки д.б. пронумерованы по ходу часовой стрелки

-внутренние углы должны быть соответственно равны( проверяются транспортиром):

$$\text{угол } 1 = 45^{\circ} 15'$$

$$\text{угол } 2 = 65^{\circ} 14'$$

$$\text{угол } 3 = 69^{\circ} 31'$$

-длины сторон должны быть соответственно равны( проверяются линейкой):

$$d_{12} = 120,75 \text{ м в М } 12,075 \text{ см}$$

$$d_{23} = 91,55 \text{ м в М } 9,155 \text{ см}$$

$$d_{31} = 117,18 \text{ м в М } 11,718 \text{ см}$$

Данные углов и сторон взяты из ведомости координат ( см.практическое задание № 1)

Расчеты точек 1, 2, 3 показаны на миллиметровке.

Например:

точка 1. Координаты этой точки  $X_1 = 0$  ;  $Y_1 = 0$

Чтобы построить эту точку, нужно найти точку пересечения линий координатной сетки, подписанных «О».

точка 2.

Ось X :  $X_2 = - 98.63$  м ; чтобы построить эту точку по оси X нужно от  $X_1$  отнять ближайшее в величине  $X_2$  значение подписанное на оси «X» (вертикальной)  $X = 98,63 - 100 = - 1,37$  (м) получается, что т. 2 находится на расстоянии 1,37 м от линии «-100», т.к.  $X_2 = - 98,63$ . Знак (-) в расчете указывает на то, что полученное расстояние необходимо отложить от « -100» в сторону меньшего абс. величине значения, в сторону « - 50».

Переводим полученное значение в м. в М 1:1000, т е в см.

$1,37: 10 = 0,137$  (см)

Откладываем полученную величину в см. от « - 100» оси X в сторону \* - 50\* оси X с помощью линейки (или по миллиметровке)

Проводим линию в соответствующем квадрате, в котором находится точка 2.

Ось Y :  $Y_2 = - 69,74$  м ; чтобы построить эту точку по оси Y нужно от  $Y_1$  отнять ближайшее в величине  $Y_2$  значение подписанное на оси «Y» (горизонтальной)  $Y = 69,74 - 50 = - 19,74$  (м) получается, что т. 2 находится на расстоянии 19,74 м от линии «-50», т.к.  $Y_2 = - 69,74$ .

Переводим полученное значение в м. в М 1:1000, т е в см.

$19,74: 10 = 1,974$  (см)

Откладываем полученную величину в см. от « - 50» оси Y в сторону « - 50» оси Y с помощью линейки (или по миллиметровке)

Проводим линию в соответствующем квадрате, в котором находится точка 2, до пересечения с только что проведенной линией по оси X.

В месте пересечения находится искомая точка 2.

Точка 3. (аналогично точке 2)

Ось X.  $X_3 = -19,33$ , вычисляем и откладываем от величины «0» на оси X

$X = 19,33 - 0 = -19,33$  м

в М  $19,33:10 = 1,933$  (см) откладываем от «0» на оси X в сторону «-50» на оси X, проводим линию.

Ось Y  $Y_3 = -115,53$ , вычисляем и откладываем от величины «-100» на оси Y

$Y = 115,53 - 100 = 15,53$  (м)

в М  $15,53:10 = 1,553$  (см) откладываем от «-100» на оси Y в сторону «-150» на оси Y, проводим линию.

В месте пересечения находится искомая точка 3.

Соединяем точки между собой и выполняем проверку.

## 2. Запроектировать здание

На свободном месте в пределах координатной сетки произвольно проектируем здание ABCD размерами 30 м x 20 м (в М 3 см x 2 см)

Точки А, В, С, D, подписываем по ходу часовой стрелки внутри здания.

Стороны здания АВ, ВС, CD, DA желательно расположить параллельно линиям координатной сетки.

## 3. Выполнить привязку здания

Необходимо определить координаты:

$X_A, Y_A, X_B, Y_B, X_C, Y_C, X_D, Y_D$ ;

Расчеты выполняем на миллиметровке отдельно для каждой точки.

Точка А

ось X Измеряем расстояние от т. А до ближайшей линии, подписанной на оси X в примере до «+50»

$X = 0,5 \text{ м}$ , переводим в м  $0,5 \times 10 = 5 \text{ (м)}$  т е искомая т. А находится на расстоянии 5 м от линии «+50» на оси X, тогда  $X_A = 50 + 5 = 55 \text{ (м)}$

ось Y Измеряем расстояние от т. А до ближайшей линии, подписанной на оси Y в примере «-100»

$X = 2,0 \text{ см}$ , переводим в м  $2,0 \times 10 = 20 \text{ (м)}$  т е искомая т. А находится на расстоянии 20 м от линии «-100» на оси Y, тогда  $Y_A = 100 + 20 = 120 \text{ (м)}$  со знаком (-), т.к. «-100» на оси Y.

Координаты т.В,С,Д можно вычислить через размеры здания.

Точка В

ось X  $X_B = X_A = 55 \text{ м}$

ось Y  $Y_B = Y_A - 30 = 120 - 30 = 90 \text{ (м)}$  со знаком (-)

Точка С

ось X  $X_C = X_B - 20 = 55 - 20 = 35 \text{ м}$

ось Y  $Y_C = Y_B = -90 \text{ м}$

Точка D

ось X  $X_D = X_C = 35 \text{ м}$

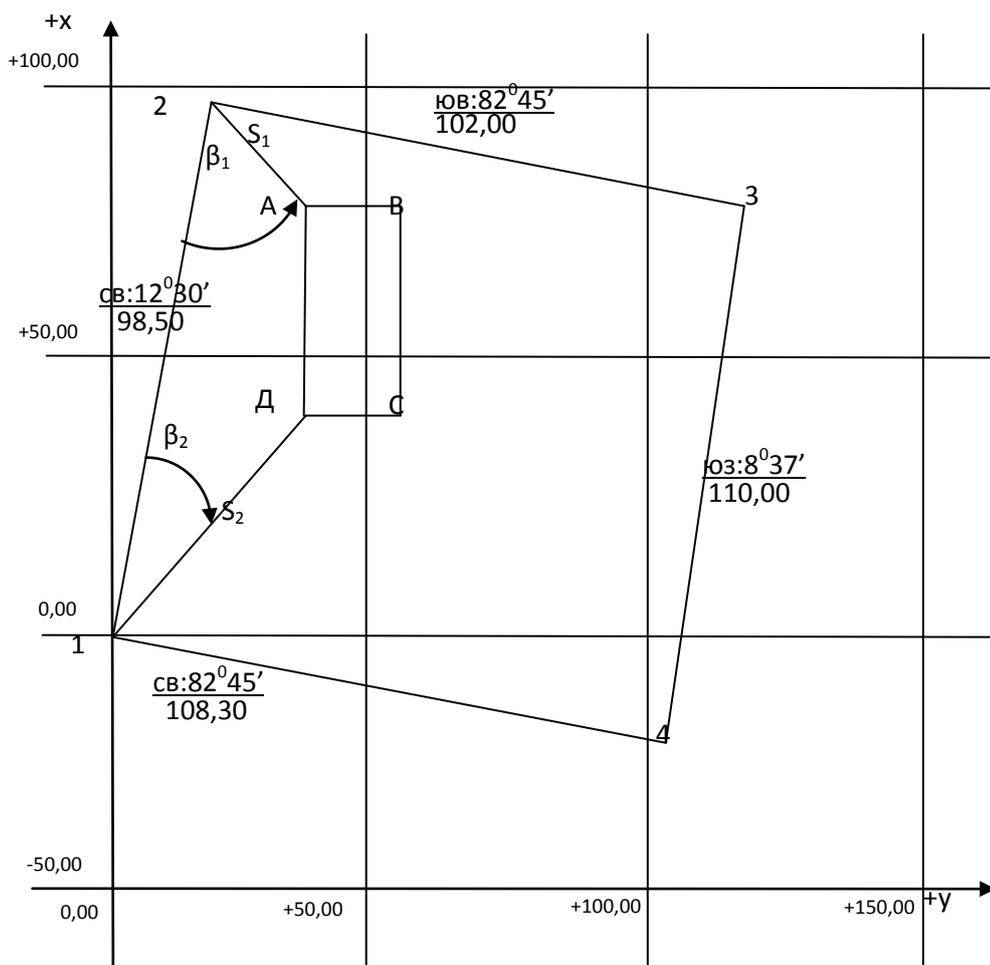
ось Y  $Y_D = Y_A = -120 \text{ м}$

Приводить расчет т.А, В, С, D не обязательно, достаточно рядом с точкой указать полученные координаты: в числителе «X», а в знаменатели «Y».

#### 4. Определить данные по выносу

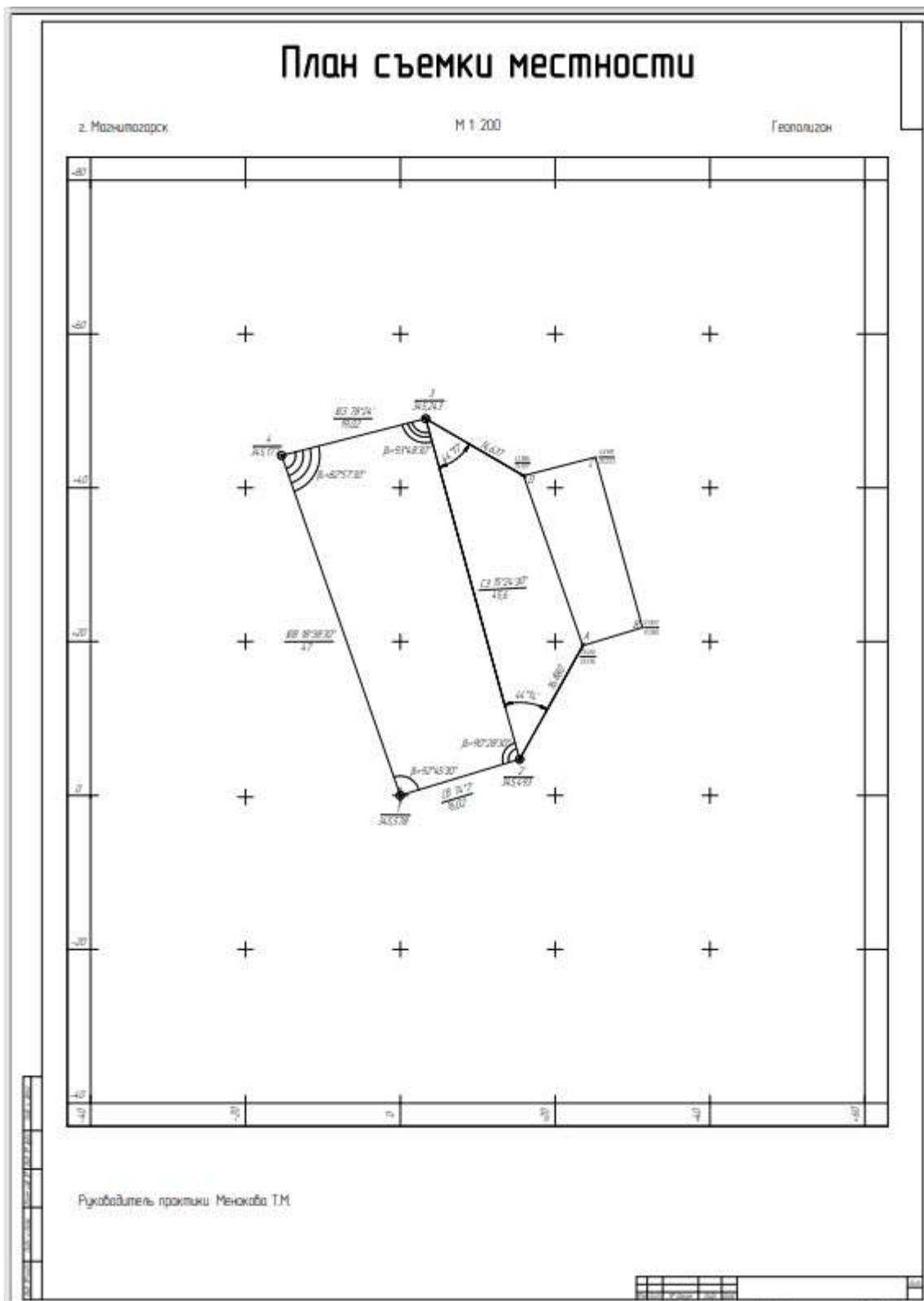
#### ПЛАН ТЕОДОЛИТНОГО ХОДА

Масштаб 1: 1000



### Данные для разбивки

- а) угловые:  $\beta_1=49^{\circ}07'$        $\beta_2=37^{\circ}59'$   
 б) линейные:  $S_1=28,13$        $S_2=51,86$





**Форма представления результата:** Оформленная работа предоставляется преподавателю на проверку в тетради, или по средствам использования образовательного портала МГТУ

**Критерии оценки:** логичность представленного материала, рациональность выбранной структуры работы, аккуратность, наглядность, характеристика в соответствии с рекомендациями.

- Оценка «**отлично**» ставится, если задание выполнено верно и даны полные ответы на вопросы.

- Оценка «**хорошо**» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, либо в ответах на вопросы допущена неточность.

- Оценка «**удовлетворительно**» ставится, если приведено неполное выполнение задания (упущены важные технические характеристики), либо в ответах на вопросы допущены грубые ошибки.

- Оценка «**неудовлетворительно**» ставится, если задание не выполнено.

## Тема 2.3 Камеральная обработка материалов инженерно-геодезических работ

### Практическое занятие №8 Построение плана в горизонталях

**Цель:** приобретение практических навыков по формированию рельефа местности.

**Выполнив работу, Вы будете:**

- У4 Работать в специализированном программном обеспечении;
- У5 Осуществлять контроль результатов полевых топографо-геодезических работ;
- У6 Обрабатывать полученные результаты полевых топографо-геодезических работ;
- У7 Выполнять оценку качества и точности результатов полевых топографо-геодезических работ;
- У8 Уравнивать опорные и планово-высотные съемочные геодезические сети;
- У9 Отображать и читать геодезическую информацию на планах и картах;
- У10 Выполнять фотограмметрические работы и дешифрирование аэрофотоснимков и космофотоснимков.
- Уо 01.02 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- Уо 01.07 владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах;
- Уо 01.09 оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника).
- Уо 02.02 определять необходимые источники информации;
- Уо 02.04 выделять наиболее значимое в перечне информации;
- Уо 02.05 оценивать практическую значимость результатов поиска;
- Уо 02.06 оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач;
- Уо 02.07 использовать современное программное обеспечение;
- Уо 02.08 использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач.
- Уо 03.02 применять современную научную профессиональную терминологию.
- Уо 04.01 организовывать работу коллектива и команды;
- Уо 04.02 взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности;
- Уо 04.03 эффективно работать в команде.
- Уо 05.01 грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке.
- Уо 06.01 описывать значимость своей специальности.
- Уо 07.03 организовывать профессиональную деятельность с учетом знаний об изменении климатических условий региона.
- Уо 09.06 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате.

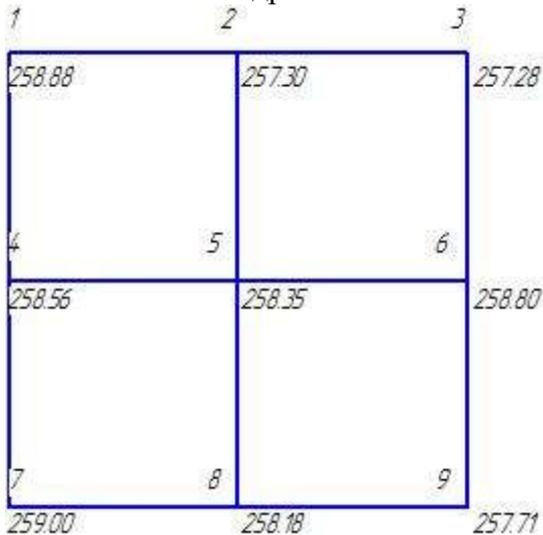
**Материальное обеспечение:** САПР, методические указания, результаты полевых работ

**Задание:**

1 Выполнить расчет и построение горизонталей в Масштабе в тетради и с помощью САПР.

**Порядок выполнения работы:**

После нивелирования участка земной поверхности по квадратам со стороной 10 м вычислены отметки квадратов.



На рельефе этого участка земной поверхности необходимо изобразить горизонтали.

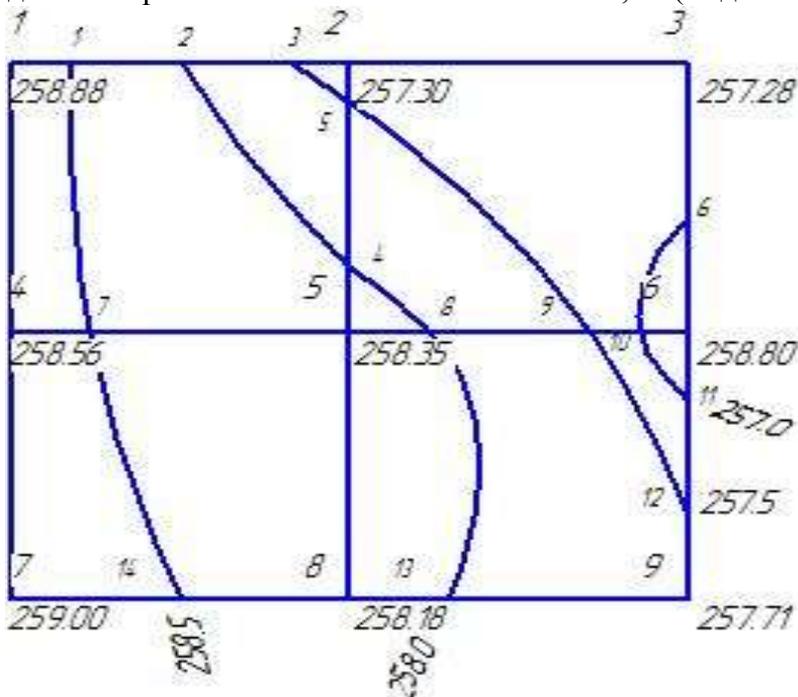
Сначала выбирается высота сечения плана в горизонталях по характеру местности (например  $h=0,5$  м).

Для того, чтобы не допустить ошибок при построении плана в горизонталях необходимо сначала выполнить черновое построение плана в горизонталях, на котором произвольно наметить на стороне квадратов точки, через которые пройдут горизонтали с их нумерацией.

Так как  $h=0,5$  м, то отметки горизонталей должны быть кратны 0,5 м, то есть 0,5; 0,0;.....

Пример стороны 1-2

На шкале высот выбираем расстояние между точками 1 и 2, те отметки точек, которые принадлежат горизонталям с высотой сечения  $h=0,5$  м (выделены квадратом).



По примеру на рисунке на каждой стороне квадратов необходимо отметить точки, кратные  $h=0,5$  м с учётом отметок.

Выполнить черновое построение плана в горизонталях, на котором отмечены точки; нумеруем и подписываем карандашом их отметки.

Строим квадраты со стороной  $Z=10$  м в масштабе  $M 1:200$ . Сторона квадрата на плане равна  $10\text{ м} : 200 = 5\text{ см}$

На черновом плане в кружочках подписаны точки квадратов, а красным цветом пронумерованы искомые точки горизонталей.

Теперь необходимо найти положение каждой точки горизонталей, то есть рассчитать все 14 точек.

### Расчёт точек

Выполнить расчёт точек – это значит определить расстояние от искомой точки до любой точки стороны квадрата, на которой эта искомая точка расположена. Точки рассчитываются согласно их номерам по рис.4 в следующем порядке:

Сторона 1-2 (от точки 1)

$$m.1 - H_1 = 258,50\text{м}$$

$$m.2 - H_2 = 258,00\text{м}$$

$$m.3 - H_3 = 257,50\text{м}$$

$$m.1 \begin{array}{l} (258,88 - 257,30) \quad 10\text{м} \\ (258,88 - 258,50) \quad X_1\text{м} \end{array}$$

$$X_1 = \frac{(258,88 - 258,50)}{(258,88 - 257,30)} \cdot 10 = 2,41(\text{м})$$

Переводим в М  $2,41:2 = 1,21$  (см)

$$m.2 \begin{array}{l} (258,88 - 257,30) \quad 10\text{м} \\ (258,88 - 257,00) \quad X_2\text{м} \end{array}$$

$$X_2 = \frac{(258,88 - 258,00)}{(258,88 - 257,30)} \cdot 10 = 5,57(\text{м})$$

Переводим в М  $5,57:2 = 2,78$  (см)

$$m.3 \begin{array}{l} (258,88 - 257,30) \quad 10\text{м} \\ (258,88 - 257,50) \quad X_3\text{м} \end{array}$$

$$X_3 = \frac{(258,88 - 257,50)}{(258,88 - 257,30)} \cdot 10 = 8,73(\text{м})$$

Переводим в М  $8,73:2 = 4,37$  (см)

Сторона 2 – 5 (от точки 5)

$$m.4 - H_4 = 258,00 \text{ м}$$

$$m.5 - H_5 = 257,50 \text{ м}$$

Для остальных точек записывается сразу вычисления X; без составления пропорций.

$$X_4 = \frac{(258,35 - 258,00)}{(258,35 - 257,30)} \cdot 10 = 3,33(\text{м})$$

Переводим в М  $3,33:2 = 1,67$  (см)

$$X_5 = \frac{(258,35 - 257,50)}{(258,35 - 257,30)} \cdot 10 = 8,1(\text{м})$$

Переводим в М  $8,1:2 = 4,05$  (см)

Сторона 3 – 6 (от точки 3)

$$m.6 - H_6 = 257,00 \text{ м}$$

$$X_6 = \frac{(257,28 - 257,00)}{(257,28 - 256,80)} \cdot 10 = 5,83(м)$$

Переводим в М  $5,83:2 = 2,91$  (см)

Сторона 4 – 5 (от точки 4)

*т.* 7 – Н<sub>7</sub> = 258,50 м

$$X_7 = \frac{(258,56 - 258,50)}{(258,56 - 258,35)} \cdot 10 = 2,86(м)$$

Переводим в М  $2,86:2 = 1,43$  (см)

Сторона 5 – 6 (от точки 5)

*т.* 8 – Н<sub>8</sub> = 258,00 м

*т.* 9 – Н<sub>9</sub> = 257,50 м

*т.* 10 – Н<sub>10</sub> = 257,00 м

$$X_8 = \frac{(258,35 - 258,00)}{(258,35 - 256,80)} \cdot 10 = 2,26(м)$$

Переводим в М  $2,26:2 = 1,13$  (см)

$$X_9 = \frac{(258,35 - 257,50)}{(258,35 - 256,80)} \cdot 10 = 5,48(м)$$

Переводим в М  $5,48:2 = 2,74$  (см)

$$X_{10} = \frac{(258,35 - 257,00)}{(258,35 - 256,80)} \cdot 10 = 8,71(м)$$

Переводим в М  $8,71:2 = 4,35$  (см)

Сторона 6 – 9 (от точки 9)

*т.* 11 – Н<sub>11</sub> = 257,50 м

*т.* 12 – Н<sub>12</sub> = 257,00 м

$$X_{11} = \frac{(257,71 - 257,50)}{(257,71 - 256,80)} \cdot 10 = 2,31(м)$$

Переводим в М  $2,31:2 = 1,16$  (см)

$$X_{12} = \frac{(257,71 - 257,00)}{(257,71 - 256,80)} \cdot 10 = 7,80(м)$$

Переводим в М  $7,80:2 = 3,9$  (см)

Сторона 7 – 8 (от точки 7)

*т.* 13 – Н<sub>13</sub> = 258,50 м

$$X_{13} = \frac{(259,00 - 258,50)}{(259,00 - 258,18)} \cdot 10 = 6,10(м)$$

Переводим в М  $6,10:2 = 3,05$  (см)

Сторона 8 – 9 (от точки 8)

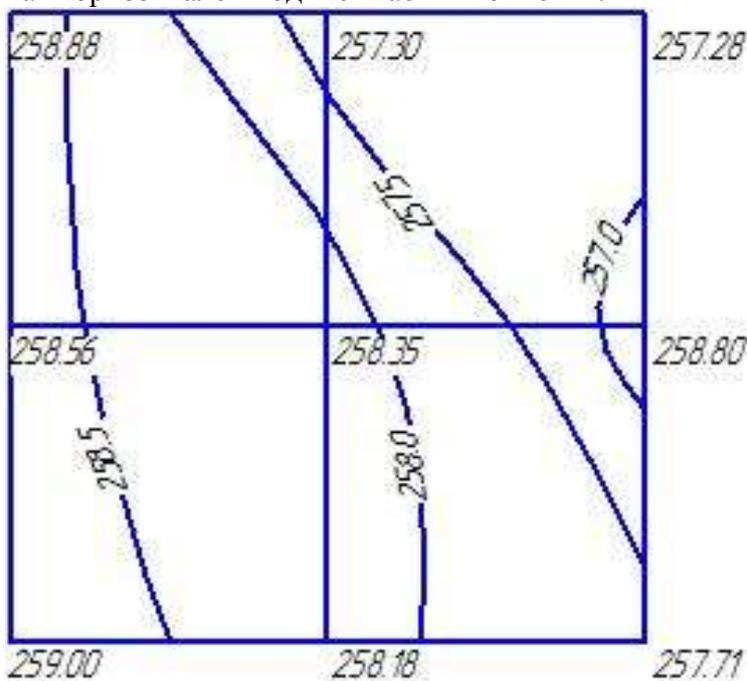
*т.* 14 – Н<sub>14</sub> = 258,00 м

$$X_{14} = \frac{(258,18 - 258,00)}{(258,18 - 257,71)} \cdot 10 = 3,83(м)$$

Переводим в М 3,83:2 = 1,91 (см)

Примечание: расчёт искомой точки целесообразно выполнять той точки квадрата, у которой отметка больше.

После окончания расчёта точек наносим их на план с учётом полученных результатов расстояний. Соединяем точки с одинаковыми отметками плавными красными линиями и в разрывах горизонталей подписываем их отметки.



**Форма представления результата:** Оформленная работа предоставляется преподавателю на проверку в тетради, или по средствам использования образовательного портала МГТУ

**Критерии оценки:** логичность представленного материала, рациональность выбранной структуры работы, аккуратность, наглядность, характеристика в соответствии с рекомендациями.

- Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и даны полные ответы на вопросы.

- Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, либо в ответах на вопросы допущена неточность.

- Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания (упущены важные технические характеристики), либо в ответах на вопросы допущены грубые ошибки.

- Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

## Тема 2.3 Камеральная обработка материалов инженерно-геодезических работ

### Практическое занятие №9 Картограмма перемещения земляных масс

**Цель:** приобретение практических навыков по определению баланса земляных работ.

#### **Выполнив работу, Вы будете:**

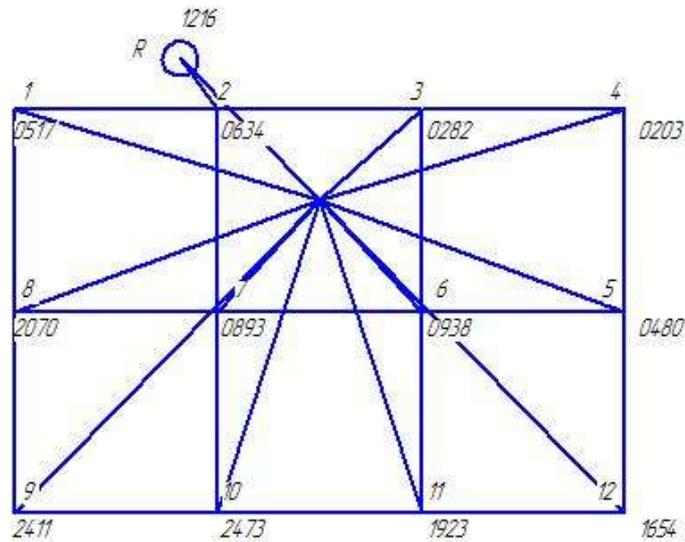
- У4 Работать в специализированном программном обеспечении;
- У5 Осуществлять контроль результатов полевых топографо-геодезических работ;
- У6 Обрабатывать полученные результаты полевых топографо-геодезических работ;
- У7 Выполнять оценку качества и точности результатов полевых топографо-геодезических работ;
- У8 Уравнивать опорные и планово-высотные съемочные геодезические сети;
- У9 Отображать и читать геодезическую информацию на планах и картах;
- У10 Выполнять фотограмметрические работы и дешифрирование аэрофотоснимков и космофотоснимков.
- Уо 01.02 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- Уо 01.07 владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах;
- Уо 01.09 оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника).
- Уо 02.02 определять необходимые источники информации;
- Уо 02.04 выделять наиболее значимое в перечне информации;
- Уо 02.05 оценивать практическую значимость результатов поиска;
- Уо 02.06 оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач;
- Уо 02.07 использовать современное программное обеспечение;
- Уо 02.08 использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач.
- Уо 03.02 применять современную научную профессиональную терминологию.
- Уо 04.01 организовывать работу коллектива и команды;
- Уо 04.02 взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности;
- Уо 04.03 эффективно работать в команде.
- Уо 05.01 грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке.
- Уо 06.01 описывать значимость своей специальности.
- Уо 07.03 организовывать профессиональную деятельность с учетом знаний об изменении климатических условий региона.
- Уо 09.06 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате.

**Материальное обеспечение:** САПР, методические указания, результаты полевых работ

#### **Задание:**

1 Выполнить расчет и построение горизонталей в Масштабе в тетради и с помощью САПР.

#### **Порядок выполнения работы:**



Вычисляем горизонт инструмента.

$$ГИ = H_R + 1.216 = 242.984 + 1,216 = 244.110 \text{ (м)}$$

Вычисляем отметки земли во всех точках

$$H_1 = ГИ - 0517 = 244,110 - 0,517 = 243,593 = 243,59 \text{ (м)}$$

$$H_2 = 244,110 - 0,634 = 243,476 = 243,48 \text{ (м)}$$

$$H_3 = 244,110 - 0,282 = 243,828 = 243,83 \text{ (м)}$$

$$H_4 = 244,110 - 0,203 = 243,907 = 243,91 \text{ (м)}$$

$$H_5 = 244,110 - 0,480 = 243,630 = 243,63 \text{ (м)}$$

$$H_6 = 244,110 - 0,938 = 243,172 = 243,17 \text{ (м)}$$

$$H_7 = 244,110 - 1,839 = 242,271 = 242,27 \text{ (м)}$$

$$H_8 = 244,110 - 2,070 = 242,040 = 242,04 \text{ (м)}$$

$$H_9 = 244,110 - 2,411 = 241,699 = 241,70 \text{ (м)}$$

$$H_{10} = 244,110 - 2,473 = 241,637 = 241,64 \text{ (м)}$$

$$H_{11} = 244,110 - 1,654 = 242,456 = 242,46 \text{ (м)}$$

$$H_{12} = 244,110 - 1,654 = 242,456 = 242,46 \text{ (м)}$$

Вычисляем отметки земли округляем до сотых долей метра.

Составление картограмм земляных масс .

1. Чертим квадраты в масштабе М 1: 500 (1см - 5м)

Z = 20 м - сторона квадрата на местности .

1 см - 5 м

L<sub>см</sub> - 20 м

$$L = \frac{20}{5} = 4 \text{ см- сторона квадрата на чертеже}$$

2. В нижнем правом углу в каждой вершине выписываем отметки земли , полученные путём нивелирования поверхности и округлённые до сотых долей метра .

H<sub>1</sub>, H<sub>2</sub> и т. д. - отметки земли

3. Вычисление проектной отметки планируемой горизонтальной площадки .

Если участок надо спланировать в горизонтальную площадку так, чтобы баланс земляных работ был близок к нулю, то проектная отметка этой площадки является средней из всех отметок земли и вычисляется так:

$$H_{np} = \frac{\sum H_{уг.т} + 2 \sum H_{кр.т} + 4 \sum H_{вн.т}}{4 * n}$$

H<sub>np</sub>-проектная отметка горизонтальной площадки;

H<sub>уг.т</sub>-отметка земли угловых точек (1,4,12,9) большого прямоугольника;

$H_{кр.м}$  - отметка земли крайних точек, кроме угловых (2,3,5,11,10,8);

$H_{вн.м}$  - отметка земли внутренних точек (7,6);

$p$  - число квадратов.

Для упрощения вычислений из всех отметок земли отнимаем общее число 241,0, а затем прибавим его кратно количеству отметок.

$$\sum H_{вн.м} = 2,59 + 2,91 + 1,46 + 0,70 = 7,66$$

$$2 \sum H_{кр.м} = 2(2,48 + 2,83 + 2,63 + 1,19 + 6,64 + 1,04) = 21,62$$

$$4 \sum H_{вн.м} = 4(1,27 + 2,17) = 13,76$$

$$H_{пр} = 242,79 \text{ (м)}$$

Вычисленную проектную отметку, округленную до сотых долей метра записываем в картограмме над отметками земли красным цветом .

#### 4. Вычисление рабочих отметок

Рабочая отметка показывает сколько надо насыпать или срезать грунта в данной точке .

Рабочая отметка равна проектной отметке минус отметка земли .

$$a = H_{пр} - H_{земли}$$

Если проектная отметка больше отметки земли, рабочая отметка будет с плюсом — это **значит** , что здесь надо насыпать грунт — будет насыпь .

Если проектная отметка меньше отметки земли, рабочая отметка будет с минусом — это значит , что здесь надо срезать грунт — будет выемка

$$a_1 = 242,79 - 243,59 = -0,80 \text{ (м)}$$

$$a_2 = 242,79 - 243,48 = -0,69 \text{ (м)}$$

$$a_3 = 242,79 - 243,83 = -1,04 \text{ (м)}$$

$$a_4 = 242,79 - 243,91 = -1,12 \text{ (м)}$$

$$a_5 = 242,79 - 243,63 = -0,84 \text{ (м)}$$

$$a_6 = 242,79 - 243,17 = -0,38 \text{ (м)}$$

$$a_7 = 242,79 - 242,27 = +0,52 \text{ (м)}$$

$$a_8 = 242,79 - 242,04 = +0,75 \text{ (м)}$$

$$a_9 = 242,79 - 241,70 = +1,09 \text{ (м)}$$

$$a_{10} = 242,79 - 241,64 = +1,15 \text{ (м)}$$

$$a_{11} = 242,79 - 242,19 = +0,60 \text{ (м)}$$

$$a_{12} = 242,79 - 242,46 = +0,33 \text{ (м)}$$

Рабочие отметки записываются против проектной отметки ( в верхнем левом углу) со своими знаками.

Весь дальнейший расчет ведется по рабочим отметкам.

#### 5. Нахождение нулевых точек .

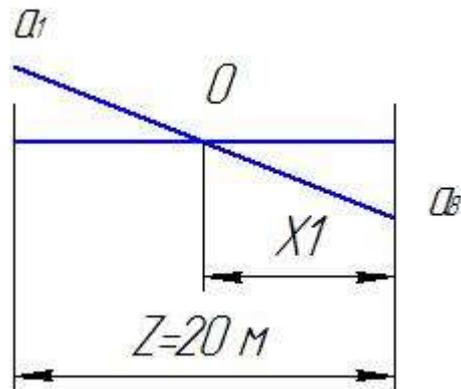
Нулевые точки (точки нулевых работ ) это точки , в которых т. е. это точки рабочей отметка равна нулю т.е. это точки перехода насыпи в выемку и наоборот.

Нулевые точки будут на тех сторонах квадратов , соседние рабочие отметки которых имеют разные знаки (стороны 1 - 8 , 2 - 7 , 6 - 11 , 5 - 12) .

Требуется определить расстояние от вершины квадратов нулевой точки .

Например:

Сторона 1 - 8



Рассмотрим разрез земли по этой стороне

$a_1 a_8$ - рабочие отметки

$Z=20$  м. - сторона квадрата на местности

O - нулевая точка

X1- расстояние от вершины 8 до нулевой точки

Из подобия треугольников

В числителе  $a_8$ -рабочая отметка, той вершины от которой находим расстояние X1

$$X1 = \frac{a_8}{a_1 + a_8}$$

В знаменателе  $a_1 + a_8$  - сумма соседних рабочих отметок. между которыми находится нулевая точка .

Знаки рабочих отметок не учитывается .

$$x1 = \frac{0,75}{0,75+0,80} = 9,68 \text{ м} - \text{натуральное расстояние}$$

Переведём это расстояние в масштабе М 1:500 в см

1 см. - 5 м.

x см. - 9,68 м.

$$x1 = \frac{9,68}{5} = 94 \text{ см.} - \text{расстояние на чертеже}$$

Откладываем это расстояние от той вершины, рабочая отметка которой стоит в числителе, т.е. 1 см. 9.4 мм. откладываем от точки 8 и находим нулевую точку. Подписываем натуральную величину оттого расстояния - 9,68 м.

Сторона 2-7

$$x_2 = \frac{0,52}{0,52+0,69} * 20 = 8,60 \text{ м}$$

$$\frac{8,60}{5} = 1,72 \text{ см} - \text{откладываем от точки 7}$$

сторона 6-7

$$x_3 = \frac{0,38}{0,52+0,38} * 20 = 8,44 \text{ м}$$

$$\frac{8,44}{5} = 1,69 \text{ см} - \text{откладываем от точки 6}$$

сторона 6-11

$$x_4 = \frac{0,60}{0,60+0,38} * 20 = 12,24 \text{ м}$$

$$\frac{12,24}{5} = 2,45 \text{ см} - \text{откладываем от точки 11}$$

сторона 5-12

$$x_5 = \frac{0,33}{0,84+0,33} * 20 = 5,64 \text{ м}$$

$$\frac{5,64}{5} = 1,12 \text{ см} - \text{откладываем от точки 12}$$

6. Построение нулевой линии

Нулевые точки соединяются прямыми линиями, получают нулевую линию, которая является границей между насыпью и выемкой.

+ насыпь

- выемка

Выемку заштриховывают.

Картограмма земляных масс построена.

Пронумеруем квадраты. Нумеровать можно в любом порядке.

### III Подсчет объемов земляных работ

Земляные работы подсчитываются отдельно в каждом квадрате и отдельно насыпей и выемок.

Различают квадраты однородные и смешанные.

В однородном квадрате есть насыпь или только выемка ( I, VI кв.)

В смешанном квадрате есть и насыпь и выемка ( II, III, IV, V кв.)

Фигуры объем которых вычисляется, представляют из себя различные призмы.

Объем таких фигур вычисляется по формуле:

$$V = S * h_{cp}$$

V - объем фигуры,  $m^3$

S – площадь основания,  $m^2$

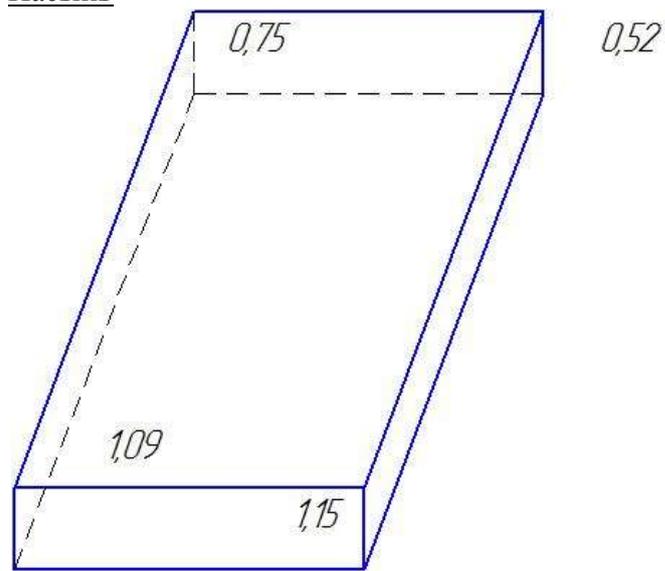
$h_{cp}$  - средняя высота, м

Средняя высота в любой фигуре равна сумме рабочих отметок во всех вершинах основания деленной на число вершин основания.

I квадрат – однородный

Основание - квадрат (смотреть картограмму)

Насыпь



$$S_H = S_{кв} = 20 * 20 = 400 (m^2)$$

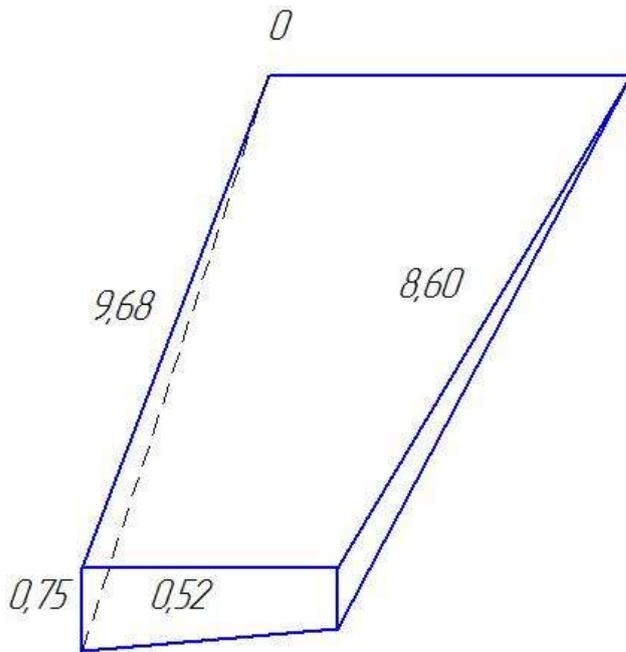
$$h_{cp} = \frac{0,75 + 0,52 + 1,15 + 1,09}{4} = 0,88 (m)$$

$$V_H = 400 * 0,88 = 352 (m^3)$$

II квадрат – смешанный

Основание – трапеция (смотреть картограмму)

Насыпь



$$S_H = S_{\text{трап}} = \frac{9,68+8,60}{2} * 20 = 182,8 \text{ (м}^2\text{)}$$

$$h_{cp} = \frac{0,75 + 0,52 + 0 + 0}{4} = 0,32 \text{ (м)}$$

$$V_H = 182,8 * 0,32 = 58,044 \text{ (м}^3\text{)}$$

Выемка

$$S_6 = S_{\text{кв}} - S_H = 400 - 182,80 = 217,20 \text{ (м}^2\text{)}$$

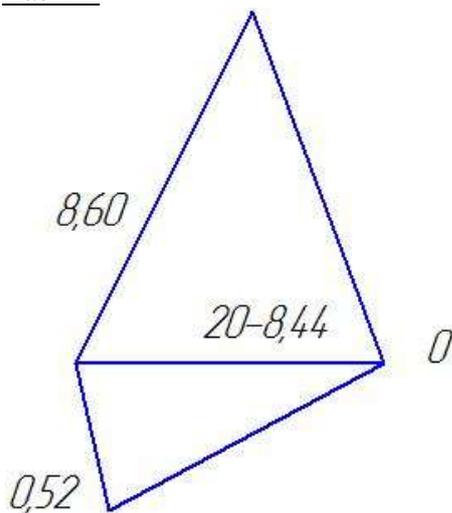
$$h_{cp} = \frac{0,80 + 0,60 + 0 + 0}{4} = 0,37 \text{ (м)}$$

$$V_6 = 217,20 * 0,37 = 80,36 \text{ м}^3$$

III квадрат – смешанный

Основание – треугольник (смотреть картограмму)

Насыпь



$$S_H = S_{\text{три}} = 1/2 * 8,60(20-8,44) = 49,71 \text{ (м}^2\text{)}$$

$$h_{cp} = \frac{0,52 + 0 + 0}{3} = 0,17 \text{ (м)}$$

$$V_H = 49,71 * 0,17 = 8,46 \text{ (м}^3\text{)}$$

Выемка

$$S_6 = S_{\text{кв}} - S_{\text{пр}} = 400 - 49,71 = 350,29 \text{ (м}^2\text{)}$$

$$h_{cp} = \frac{0,69 + 1,04 + 0,38 + 0 + 0}{5} = 0,42 \text{ (м)}$$

$$V_6 = 350,29 * 0,42 = 147,12 \text{ (м}^3\text{)}$$

IV квадрат – смешанный (смотреть картограмму)

Выемка

$$S_6 = S_{mp} = \frac{1}{2} * 8,44(20 - 12,24) = 32,75 \text{ (м}^2\text{)}$$

$$h_{cp} = \frac{0,38 + 0 + 0}{3} = 0,13 \text{ (м)}$$

$$V_6 = 32,75 * 0,13 = 4,26 \text{ (м}^3\text{)}$$

Насыпь

$$S_H = S_{кв} - S_{mp} = 400 - 32,75 = 367,25 \text{ (м}^2\text{)}$$

$$h_{cp} = \frac{0,52 + 0 + 1,15 + 0,60 + 0}{5} = 0,45 \text{ (м)}$$

$$V_H = 367,25 * 0,45 = 165,26 \text{ (м}^3\text{)}$$

V квадрат - смешанный

Основание – трапеция (смотреть картограмму)

Насыпь

$$S_H = S_{трап} = \frac{12,24 + 5,64}{2} * 20 = 178,80 \text{ (м}^2\text{)}$$

$$h_{cp} = \frac{0,60 + 0 + 0,33 + 0}{4} = 0,23 \text{ (м)}$$

$$V_H = 178,8 * 0,23 = 41,12 \text{ (м}^3\text{)}$$

Выемка

$$S_6 = S_{кв} - S_{трап} = 400 - 178,80 = 221,20 \text{ (м}^2\text{)}$$

$$h_{cp} = \frac{0,38 + 0,84 + 0 + 0}{4} = 0,31 \text{ (м)}$$

$$V_6 = 221,20 * 0,31 = 68,75 \text{ (м}^3\text{)}$$

VI квадрат - однородный

Основание – квадрат (смотреть картограмму)

Выемка

$$S_6 = S_{кв} = 20 * 20 = 400 \text{ (м}^2\text{)}$$

$$h_{cp} = \frac{1,04 + 1,12 + 0,84 + 0,38}{4} = 0,85 \text{ (м)}$$

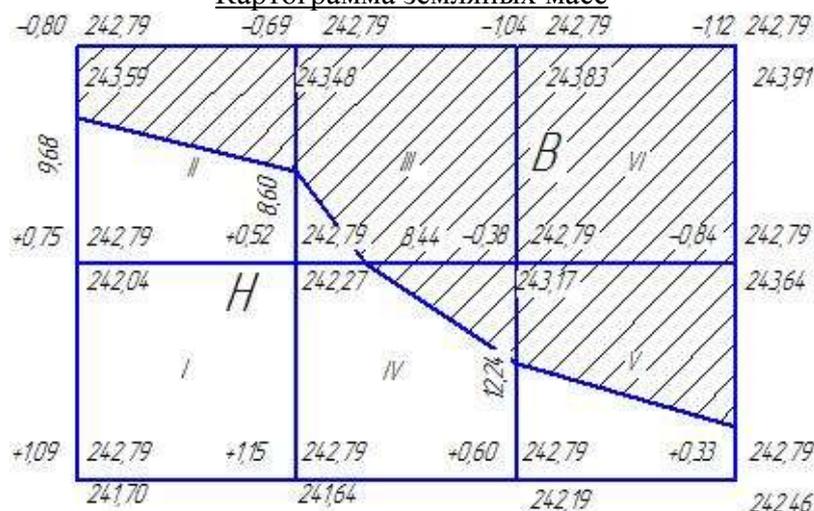
$$V_H = 400 * 0,85 = 340 \text{ (м}^3\text{)}$$

Баланс земляных работ:

$$Б = \frac{\sum V_B - \sum V_H}{\sum V_H + \sum V_B} * 100$$

$$Б \leq 5\%$$

### Картограмма земляных масс



**Форма представления результата:** Оформленная работа предоставляется преподавателю на проверку в тетради, или по средствам использования образовательного портала МГТУ

**Критерии оценки:** логичность представленного материала, рациональность выбранной структуры работы, аккуратность, наглядность, характеристика в соответствии с рекомендациями.

- Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и даны полные ответы на вопросы.

- Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, либо в ответах на вопросы допущена неточность.

- Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания (упущены важные технические характеристики), либо в ответах на вопросы допущены грубые ошибки.

- Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

## Тема 2.3 Камеральная обработка материалов инженерно-геодезических работ

### Практическое занятие №10

#### Построение продольного профиля оси автодороги

**Цель:** приобретение практических навыков по расчету инженерных трасс.

**Выполнив работу, Вы будете:**

- У4 Работать в специализированном программном обеспечении;
- У5 Осуществлять контроль результатов полевых топографо-геодезических работ;
- У6 Обрабатывать полученные результаты полевых топографо-геодезических работ;
- У7 Выполнять оценку качества и точности результатов полевых топографо-геодезических работ;
- У8 Уравнивать опорные и планово-высотные съемочные геодезические сети;
- У9 Отображать и читать геодезическую информацию на планах и картах;
- У10 Выполнять фотограмметрические работы и дешифрирование аэрофотоснимков и космофотоснимков.
- Уо 01.02 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- Уо 01.07 владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах;
- Уо 01.09 оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника).
- Уо 02.02 определять необходимые источники информации;
- Уо 02.04 выделять наиболее значимое в перечне информации;
- Уо 02.05 оценивать практическую значимость результатов поиска;
- Уо 02.06 оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач;
- Уо 02.07 использовать современное программное обеспечение;
- Уо 02.08 использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач.
- Уо 03.02 применять современную научную профессиональную терминологию.
- Уо 04.01 организовывать работу коллектива и команды;
- Уо 04.02 взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности;
- Уо 04.03 эффективно работать в команде.
- Уо 05.01 грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке.
- Уо 06.01 описывать значимость своей специальности.
- Уо 07.03 организовывать профессиональную деятельность с учетом знаний об изменении климатических условий региона.
- Уо 09.06 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате.

**Материальное обеспечение:** САПР, методические указания, результаты полевых работ

**Задание:**

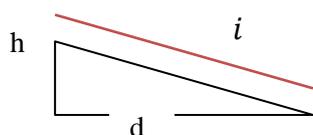
1 Выполнить расчет и построение трассы автодороги в тетради и с помощью САПР.

**Порядок выполнения работы:**

## Расчеты по проектированию

1. Определение уклона трассы

$$i = \frac{h}{d} \quad d = 300 \text{ м} \quad h = H_{\text{ГК}0}^{\text{пр}} - H_{\text{ГК}3}^{\text{пр}}$$



$$H_{\text{ГК}0}^{\text{пр}} = 241 \text{ м}$$

$$H_{\text{ГК}3}^{\text{пр}} = 238 \text{ м}$$

$$h = 241 - 238 = 3(\text{м}) \quad i = \frac{3}{300} = 0,01$$

$$\text{проверка: } H_{\text{ГК}3}^{\text{пр}} = H_{\text{ГК}0}^{\text{пр}} - i \cdot d = 241 - 0,01 \cdot 300 = 238 (\text{м})$$

Опр. Графически

2. Определение проектных отметок.

$$H_{\text{ГК}}^{\text{пр}} = H_{\text{ГК}0}^{\text{пр}} - i \cdot d$$

$$H_{\text{ГК}1}^{\text{пр}} = 241 - 0,01 \cdot 100 = 240 (\text{м})$$

$$H_{\text{ГК}1+30}^{\text{пр}} = 241 - 0,01 \cdot 130 = 239,7 (\text{м})$$

$$H_{\text{ГК}2}^{\text{пр}} = 241 - 0,01 \cdot 200 = 239 (\text{м})$$

$$H_{\text{ГК}2+28}^{\text{пр}} = 241 - 0,01 \cdot 228 = 238,72 (\text{м})$$

$$H_{\text{ГК}2+76}^{\text{пр}} = 241 - 0,01 \cdot 276 = 238,24 (\text{м})$$

$$H_{\text{ГК}3}^{\text{пр}} = 241 - 0,01 \cdot 300 = 238 (\text{м})$$

3. Определение рабочих отметок.

$$a_{\text{раб.}} = H_{\text{ГК}}^{\text{пр}} - H_{\text{ГК}}^{\text{земли}}$$

$$a_1 = 241,00 - 241,32 = -0,32 (\text{м})$$

$$a_2 = 240,00 - 239,62 = +0,38 (\text{м})$$

$$a_3 = 239,70 - 240,32 = -0,62 (\text{м})$$

$$a_4 = 239,00 - 239,89 = -0,89 (\text{м})$$

$$a_5 = 238,72 - 237,73 = +0,99 (\text{м})$$

$$a_6 = 238,24 - 237,42 = +0,82 (\text{м})$$

$$a_7 = 238,00 - 238,41 = -0,41 (\text{м})$$

Проверяем графически

4. Нахождение нулевых точек

$$X_{01} = \frac{0,38}{0,38 + 0,32} \cdot 100 = 54,29 (\text{м})$$

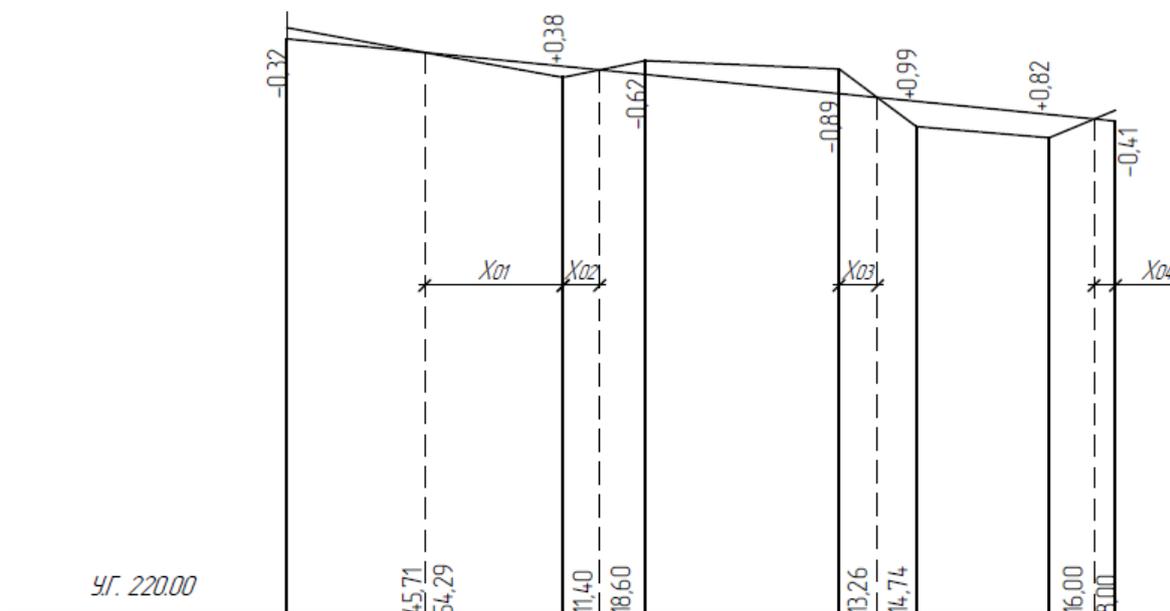
$$X_{02} = \frac{0,38}{0,38 + 0,62} \cdot 30 = 11,40 (\text{м})$$

$$X_{03} = \frac{0,81}{0,81 + 0,99} \cdot 28 = 13,26 (\text{м})$$

$$X_{04} = \frac{0,41}{0,41+0,82} \cdot 24 = 8,00 \text{ (м)}$$

## Продольный профиль оси автодороги

$M_z$  1:1000  
 $M_b$  1:100



УКЛОНЫ	d=300						i=0,01
ПРОЕКТНЫЕ ОТМЕТКИ	241,00	240,00	239,70	239,00	238,72	238,24	238,00
ОТМЕТКИ ЗЕМЛИ	241,32	239,62	240,32	239,89	237,73	237,42	238,41
РАССТОЯНИЯ	100	30	70	28	48	24	
ПИКЕТЫ	ГК0	ГК1 +30		ГК2 +28		ГК3 +76	
ПЛАН МЕСТНОСТИ	ПАШНЯ						
ГРУНТЫ	СУГЛИНКИ						

**Форма представления результата:** Оформленная работа предоставляется преподавателю на проверку в тетради, или по средствам использования образовательного портала МГТУ

**Критерии оценки:** логичность представленного материала, рациональность выбранной структуры работы, аккуратность, наглядность, характеристика в соответствии с рекомендациями.

- Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и даны полные ответы на вопросы.

- Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, либо в ответах на вопросы допущена неточность.

- Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания (упущены важные технические характеристики), либо в ответах на вопросы допущены грубые ошибки.

- Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

## Тема 2.3 Камеральная обработка материалов инженерно-геодезических работ

### Практическое занятие №11 Подготовка проекта для разбивочных работ

**Цель:** приобретение практических навыков по подготовке проектов разбивочных работ.

**Выполнив работу, Вы будете:**

- У4 Работать в специализированном программном обеспечении;
- У5 Осуществлять контроль результатов полевых топографо-геодезических работ;
- У6 Обрабатывать полученные результаты полевых топографо-геодезических работ;
- У7 Выполнять оценку качества и точности результатов полевых топографо-геодезических работ;
- У8 Уравнивать опорные и планово-высотные съемочные геодезические сети;
- У9 Отображать и читать геодезическую информацию на планах и картах;
- У10 Выполнять фотограмметрические работы и дешифрирование аэрофотоснимков и космофотоснимков.
- Уо 01.02 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- Уо 01.07 владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах;
- Уо 01.09 оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника).
- Уо 02.02 определять необходимые источники информации;
- Уо 02.04 выделять наиболее значимое в перечне информации;
- Уо 02.05 оценивать практическую значимость результатов поиска;
- Уо 02.06 оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач;
- Уо 02.07 использовать современное программное обеспечение;
- Уо 02.08 использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач.
- Уо 03.02 применять современную научную профессиональную терминологию.
- Уо 04.01 организовывать работу коллектива и команды;
- Уо 04.02 взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности;
- Уо 04.03 эффективно работать в команде.
- Уо 05.01 грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке.
- Уо 06.01 описывать значимость своей специальности.
- Уо 07.03 организовывать профессиональную деятельность с учетом знаний об изменении климатических условий региона.
- Уо 09.06 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате.

**Материальное обеспечение:** САПР, методические указания, результаты полевых работ.

**Задание:**

- 1 Выполнить расчет круговой кривой, подготовить проект для разбивки.

**Порядок выполнения работы:**

**Задание №1 Вычисление элементов круговой кривой**

Имея исходные данные, выполнить расчёт круговой кривой.  
Заполнить ведомость углов поворота

Исходные данные для расчета кривой

Вариант	$\lambda$	R	$T_r$	$K_r$	$D_r$	$B_r$	$L_{1, м}$	$L_{2, м}$
0	21	3000	0,18534	0,36652	0,00416	0,01703	1000	1000
1	25	3000	0,22169	0,43633	0,00705	0,02428	1000	1000
2	27	3000	0,24008	0,47124	0,00892	0,02842	1000	1000
3	29	3000	0,25862	0,50615	0,01109	0,0328	1000	1000
4	33	2000	0,30097	0,58469	0,01725	0,04431	1000	1000
5	35	2000	0,3153	0,61087	0,01973	0,04853	1000	1000
6	39	2000	0,35412	0,68068	0,02756	0,06085	1000	1000
7	41	2000	0,37388	0,71558	0,03218	0,06761	1000	1000
8	43	1000	0,39391	0,75049	0,03733	0,07479	1000	1000
9	45	1000	0,41421	0,7854	0,04302	0,08239	1000	1000
10	47	1000	0,43481	0,8203	0,04932	0,09044	1000	1000
11	49	1000	0,45573	0,85521	0,05625	0,09895	1000	1000
12	51	1000	0,47698	0,89012	0,06384	0,10793	1000	1000
13	50	1000	0,46631	0,87266	0,05996	0,10338	1000	1000
14	48	1000	0,44523	0,83776	0,0527	0,09464	1000	1000
15	46	1000	0,42447	0,80285	0,04609	0,08636	1000	1000
16	44	1000	0,40403	0,76794	0,04012	0,07853	1000	1000
17	42	2000	0,38386	0,73304	0,03468	0,07114	1000	1000
18	40	2000	0,36397	0,69813	0,02981	0,06418	1000	1000
19	38	2000	0,34433	0,66323	0,02543	0,05762	1000	1000
20	36	2000	0,32492	0,62832	0,02152	0,05146	1000	1000
21	34	2000	0,30573	0,59341	0,01805	0,04569	1000	1000
22	32	2000	0,28675	0,55851	0,01499	0,0403	1000	1000
23	30	3000	0,26795	0,5236	0,0123	0,03528	1000	1000
24	28	3000	0,24933	0,48869	0,00997	0,03061	1000	1000
25	26	3000	0,23087	0,45379	0,00795	0,0263	1000	1000
26	22	3000	0,19438	0,38397	0,00479	0,01872	1000	1000
27	20	3000	0,18083	0,35779	0,00387	0,01622	1000	1000
28	19	3000	0,16734	0,33161	0,00307	0,01391	1000	1000

Пример

Исходные данные для расчёта круговой кривой:

$\lambda$	R	$T_r$	$K_r$	$D_r$	$B_r$	$L_{1, м}$	$L_{2, м}$
21°	3000	0,18534	0,36652	0,00416	0,01703	1000	1000

Ход решения:

Определение элементов круговой кривой:

$$T = R \cdot T_r = 3000 \cdot 0,18534 = 556,02 \text{ м}$$

$$K = R \cdot K_r = 3000 \cdot 0,36652 = 1099,56 \text{ м}$$

$$D = R \cdot D_r = 3000 \cdot 0,00416 = 12,48 \text{ м}$$

$$B = R \cdot B_r = 3000 \cdot 0,01703 = 51,09 \text{ м}$$

Определение пикетажных значений:

$$\text{НК (начало кривой)} = \text{ВУ} - T = 1000 - 556,02 = 443,98 \text{ м, т.е. ПК } 4+43,98$$

$$\text{СК (середина кривой)} = \text{НК} + K/2 = 443,98 + 1099,56/2 = 993,76 \text{ м, т.е. ПК } 9+93,76$$

$$\text{КК (конец кривой)} = \text{НК} + K = 443,98 + 1099,56 = 1543,54 \text{ м, т.е. ПК } 15+43,54$$

Контроль:

$$\text{СК} = \text{ВУ} - D/2 = 1000 - 12,48/2 = 993,76 \text{ м}$$

$$\text{КК} = \text{ВУ} + T - D = 1000 + 556,02 - 12,48 = 1543,54 \text{ м}$$

Расчет прямых:

$$l_1 = \text{НК} - \text{НТ} = 443,98 - 0 = 443,98 \text{ м}$$

$$l_2 = \text{КТ} - \text{КК} = 2000 - 1543,54 = 456,46 \text{ м}$$

$$S_1 = \text{ВУ} - \text{НТ} = 1000 - 0 = 1000 \text{ м}$$

$$S_2 = l_2 + \Gamma = 456,46 + 556,02 = 1012,48 \text{ м}$$

Контроль:

$$L_{\text{общ}} = S_1 + S_2 - \Delta = 1000 + 1012,48 - 12,48 = 2000 \text{ м}$$

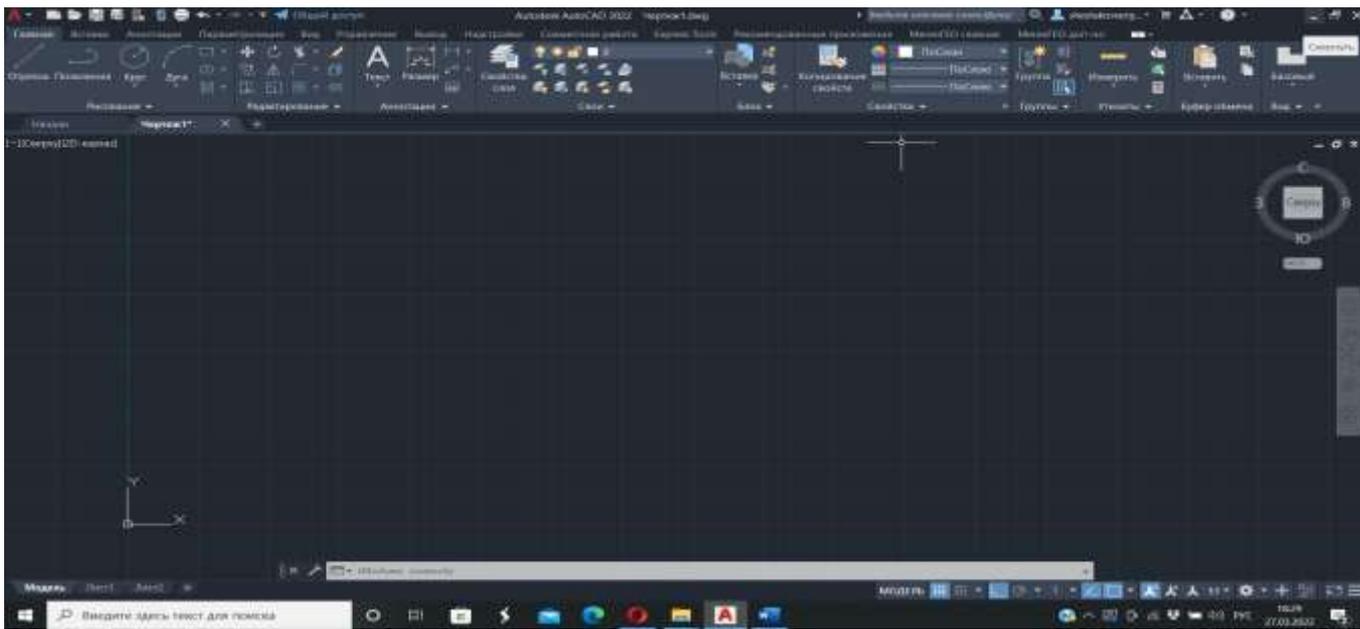
### ВЕДОМОСТЬ УГЛОВ ПОВОРОТА

Углы					Кривые					Кривые			
Главны е точки трассы	Пикетажно е положение ВУ		Величина угла		Элементы кривой, м					Начало кривой		Конец кривой	
	ПК	+	влев о	вправ о	R	T	K	Д	Б	П К	+	П К	+
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
НТ	0	0											
ВУ	10	0		21°	300 0	556,0 2	1099,5 6	12,4 8	51,0 9	4	43,9 8	15	43,5 4
КТ	20	0											

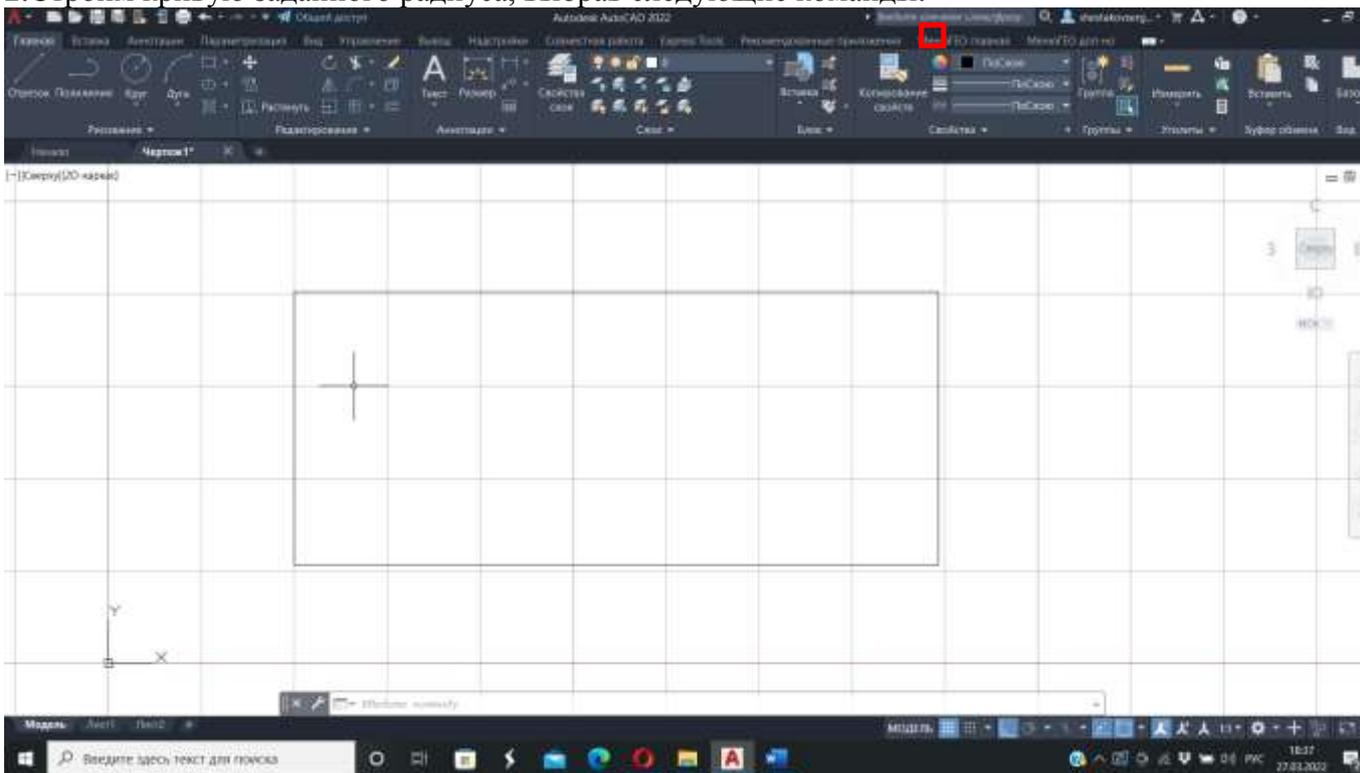
### Задание №2 Проектирование круговой кривой

- В программном обеспечении на цифровом топографическом плане, привязанного к системе координат, в зарамочном оформлении запроектировать круговую кривую  $R=5\text{м}$  с углом поворота трассы  $\lambda = 90^\circ$  на вершине угла (ВУ1).
- Равномерно разбить 19 плюсовых точек внутри круговой кривой.
- Каждую плюсовую точку необходимо подписать арабскими цифрами.
- Оформить круговую кривую по следующим параметрам:
  - Толщина вписанной круговой кривой должна составлять 0,80 мм.
  - Цвет вписанной круговой кривой должен быть синим.
  - Тип шрифта подписей – «Arial».
  - Высота шрифта – 2,8 мм.
- Перенести оформленную круговую кривую в заданный участок так, чтобы начало и конец кривой не выходили за границы участка .
- Определить прямоугольные координаты начала и конца круговой кривой, а также запроектированных плюсовых точек (19 координат X и Y) и всех опорных пунктов с цифрового топографического плана.
- Создать на рабочем столе компьютера папку и сохранить в ней файл в формате \*.txt. Текстовому файлу присвоить имя латинскими символами.
- Внести в текстовый файл координаты всех опорных пунктов, начала и конца кривой и всех плюсовых точек для дальнейшего выноса точек в натуру.

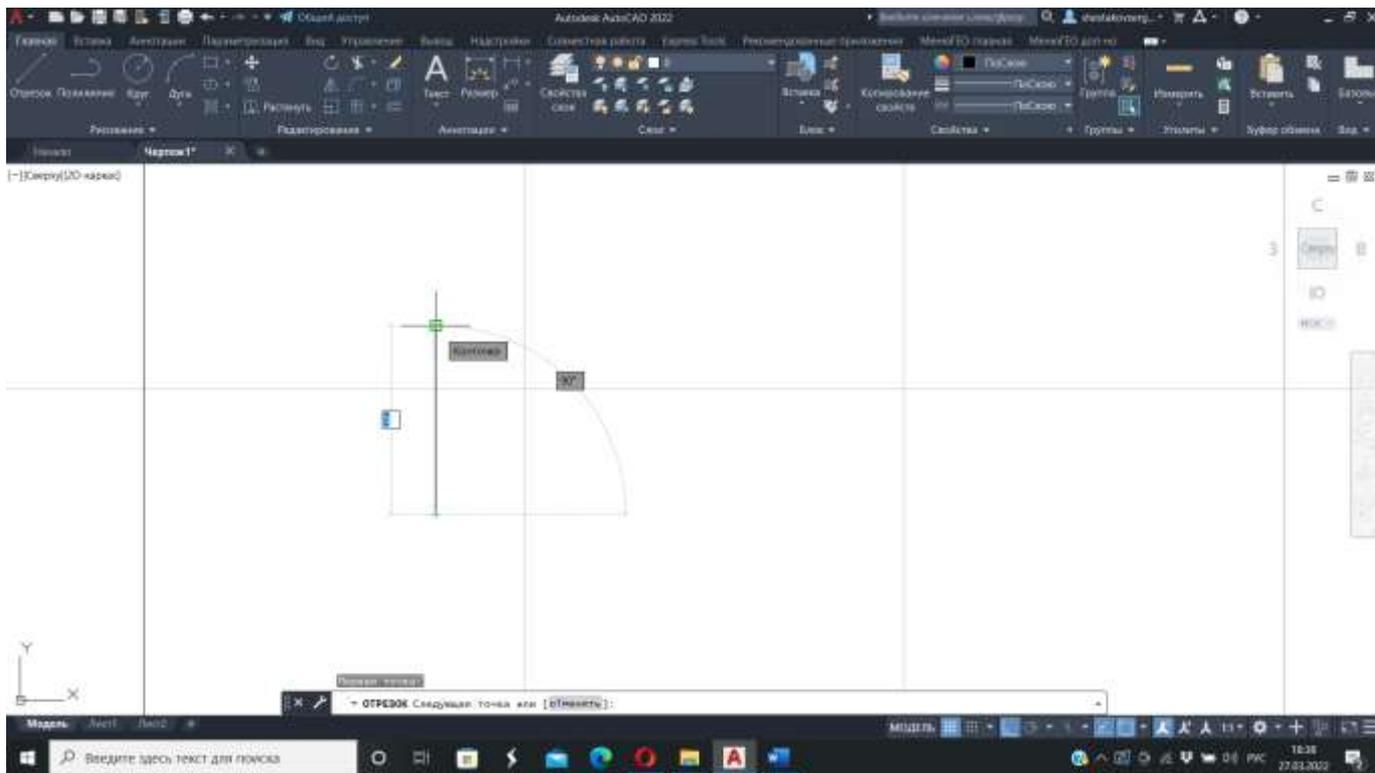
1. Для начала построений необходимо проверить привязку (режим ОРТО и Узел – расположен внизу на панели) –



2. Строим кривую заданного радиуса, выбрав следующие команды:

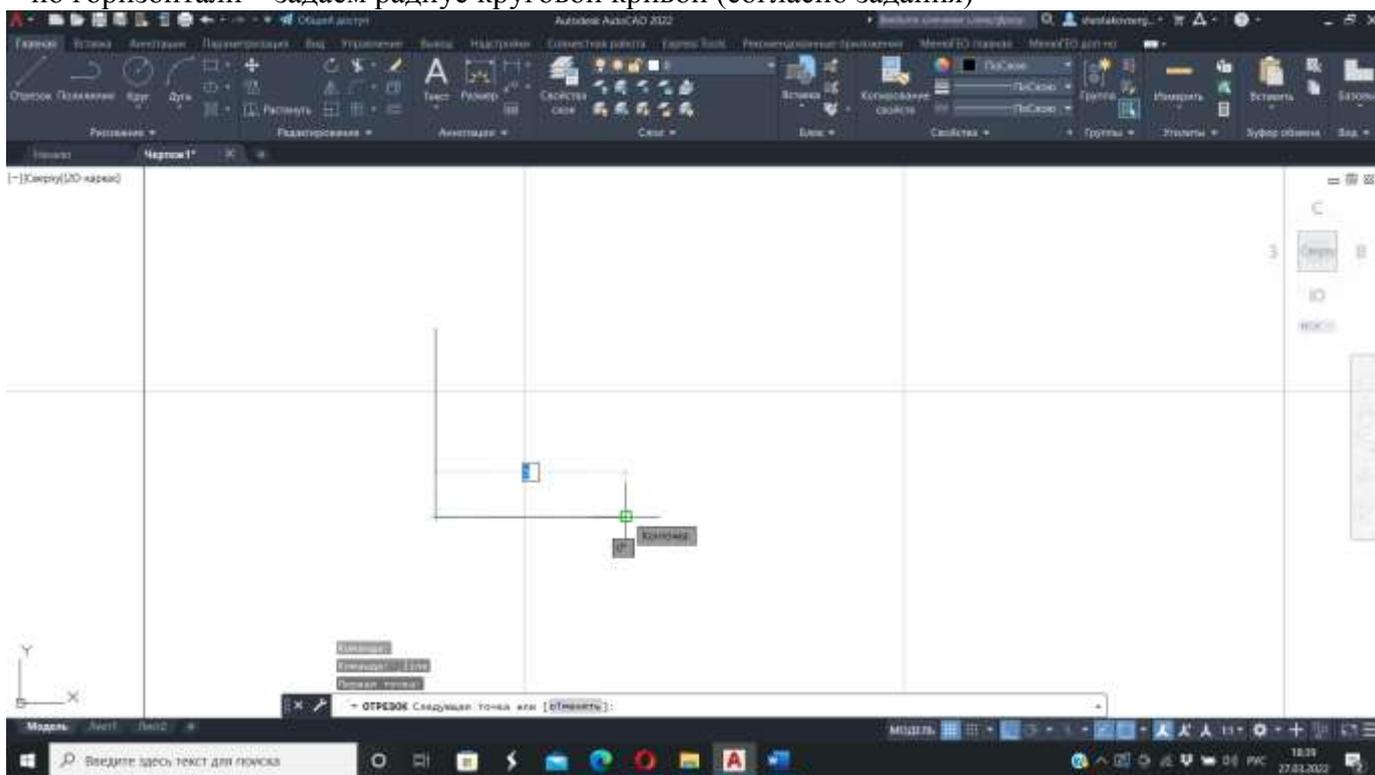


отрезок – по вертикали начальная точка – задаём длину радиуса круговой кривой(согласно задания) –



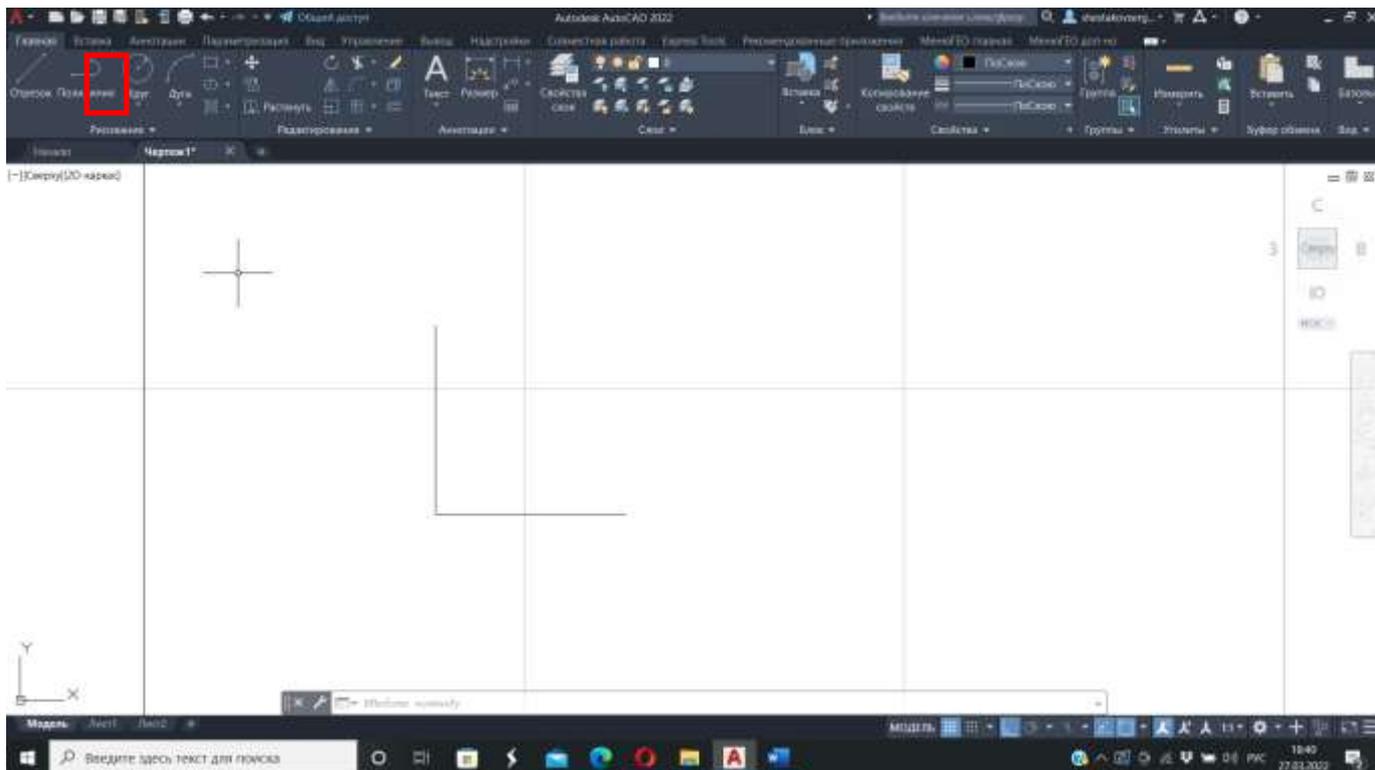
ENTER

– по горизонтали – задаём радиус круговой кривой (согласно задания)-

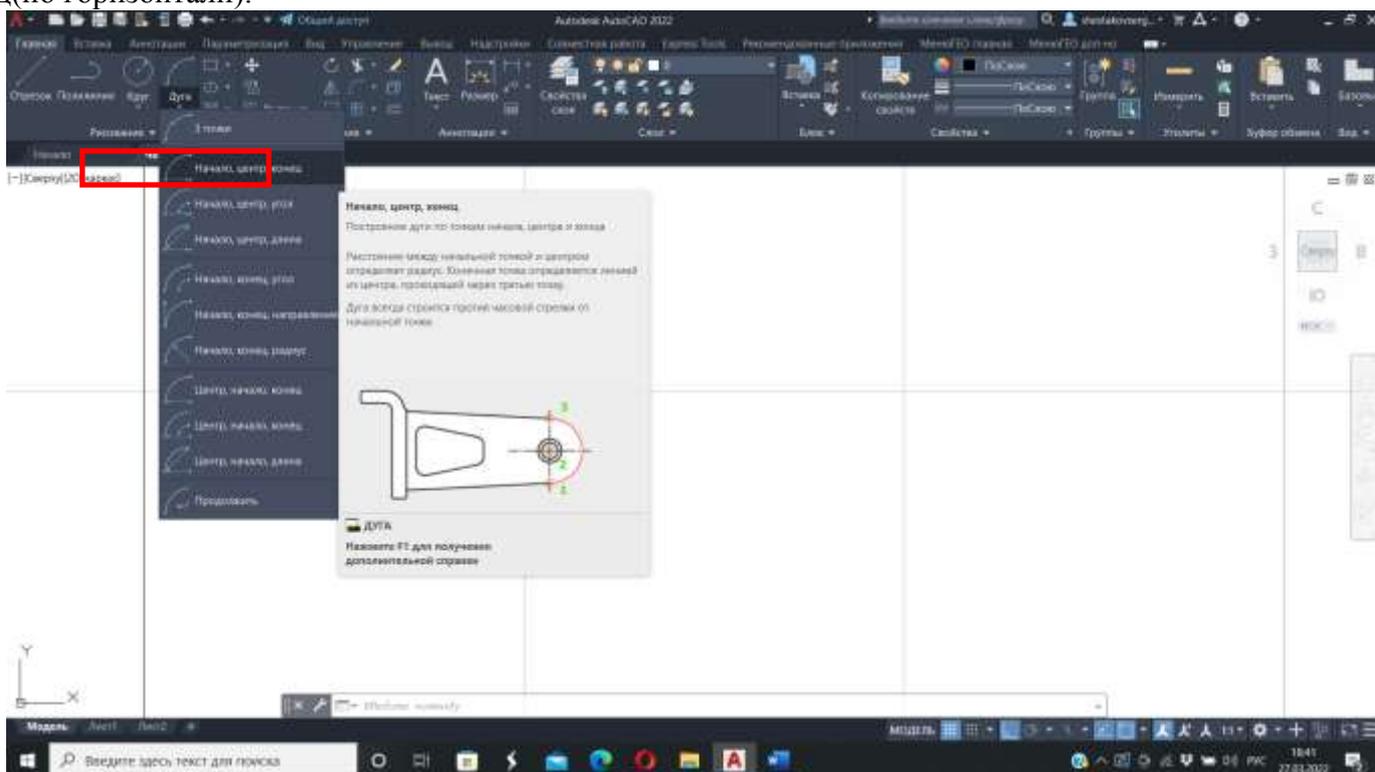


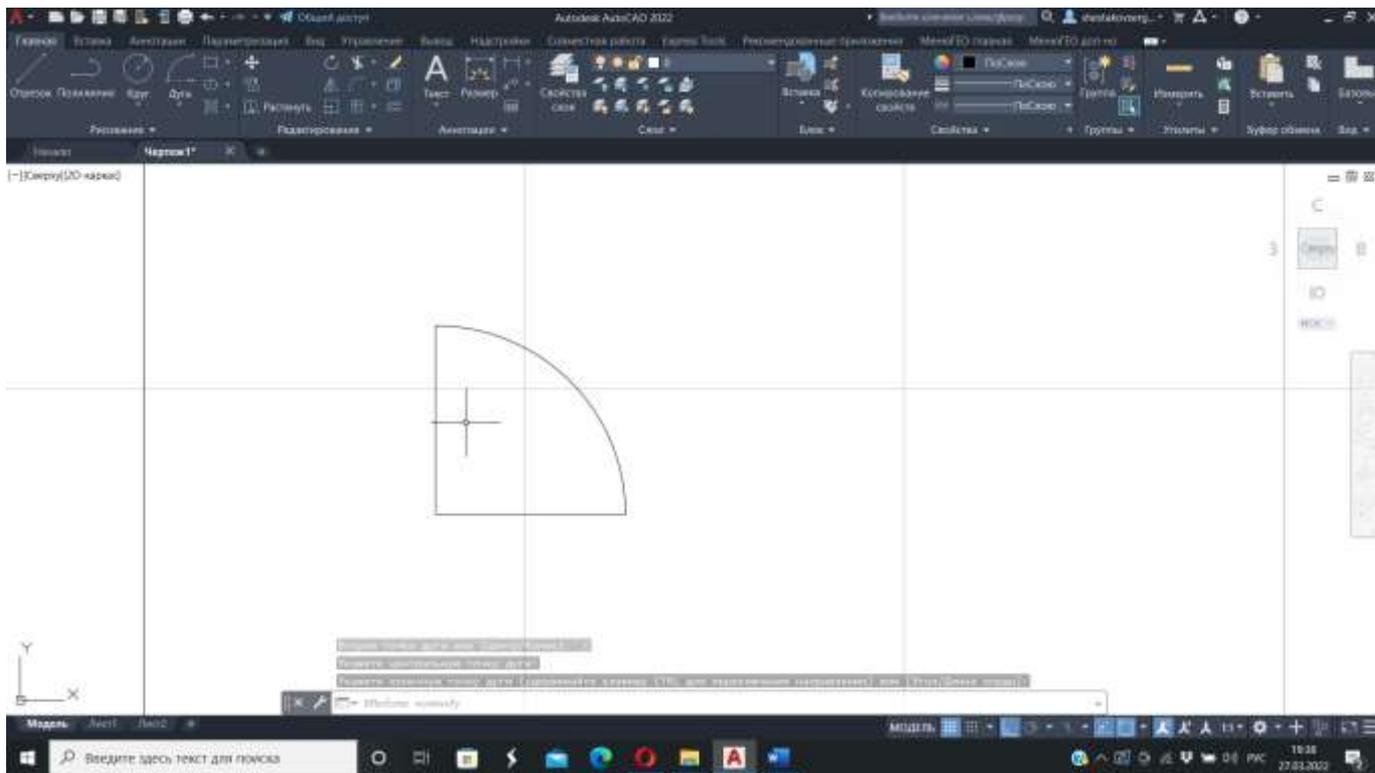
ENTER – Esc.

3.Оформляем толщину круговой кривой, выбрав следующие команды:  
дуга

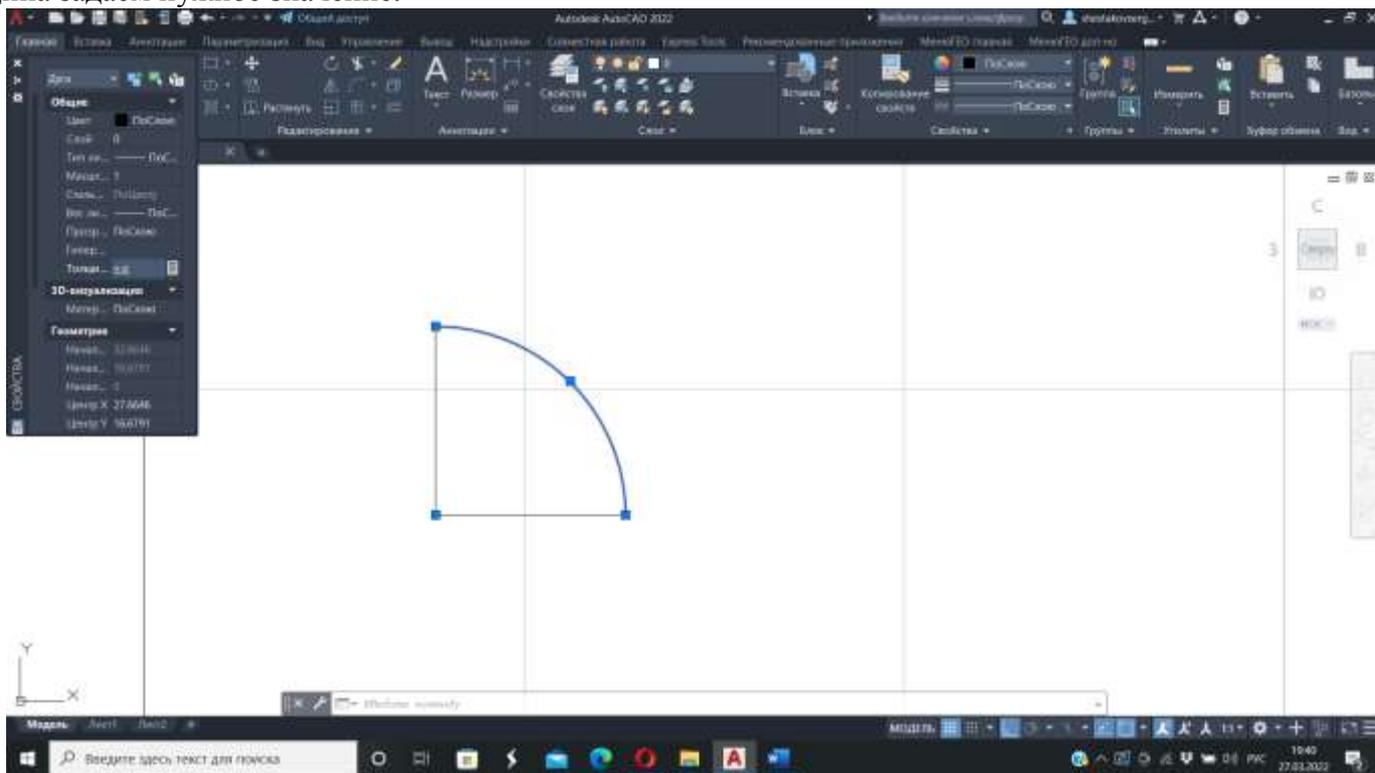


– начало, центр, конец – щелкаем мышью на начало кривой(по вертикали) – в центр-конец(по горизонтали).





Выделяем дугу – задаём толщину (согласно задания) – `ctrl+I` – появляется таблица – в поле толщина задаем нужное значение.



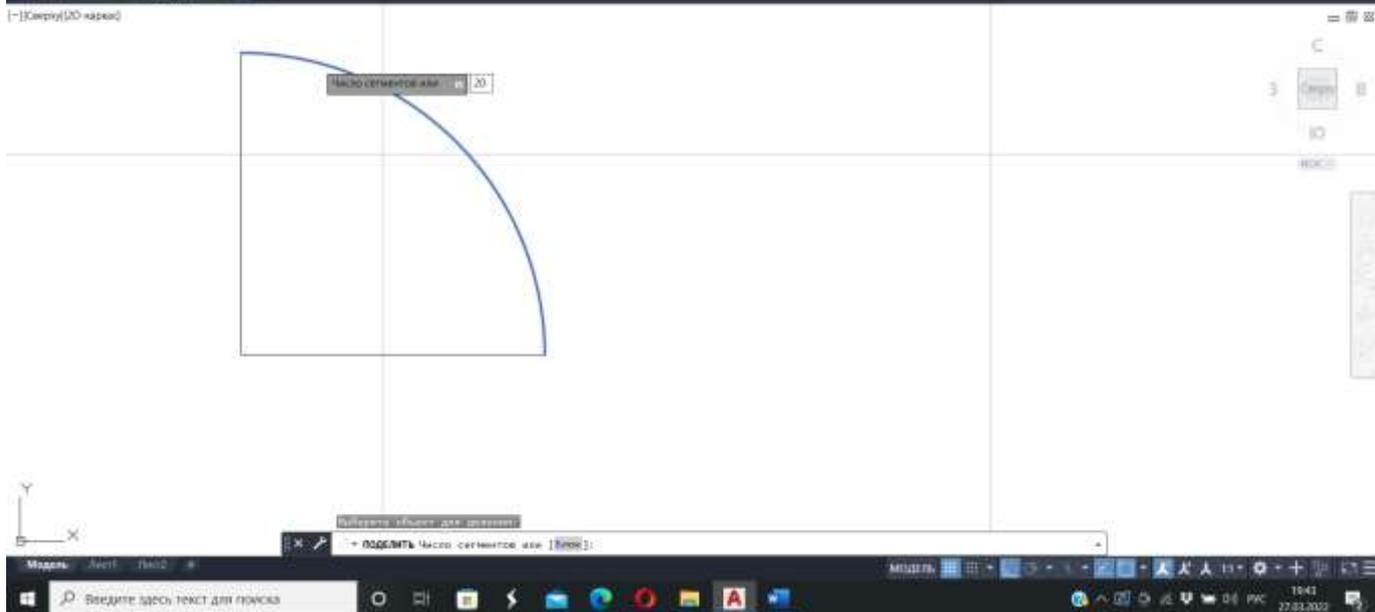
4. Чтобы разбить 19 плюсовых точек внутри круговой кривой, необходимо воспользоваться следующими командами: рисование – поделить- выбираем дугу – количество сегментов – 20- ENTER

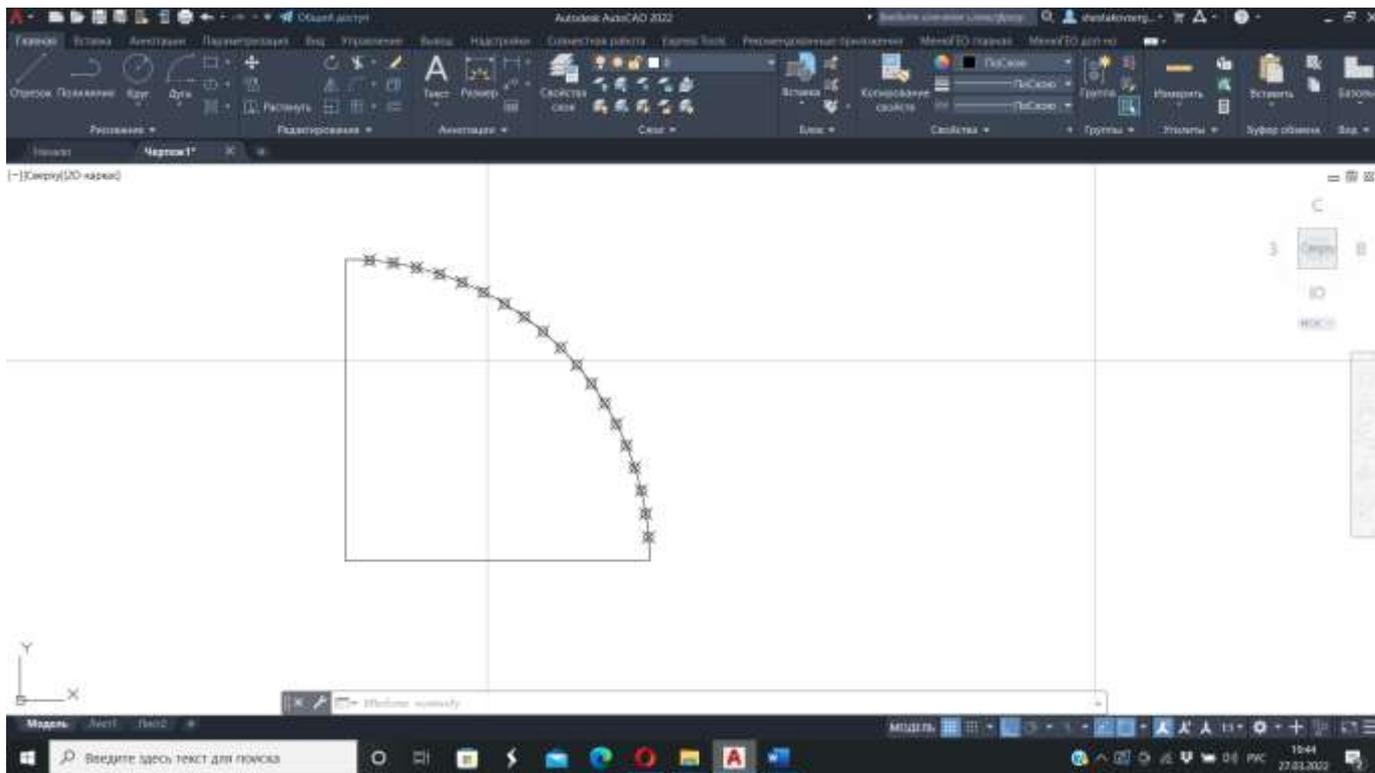


**ПОДЕЛИТЬ**  
Создайте точечных (контуров или бъектов, диаметров) расположенных по длине или параметру объекта.  
Команда ДИВИТЬ используется для задания стиля в рамках всех объектов 2D-м в чертеже.

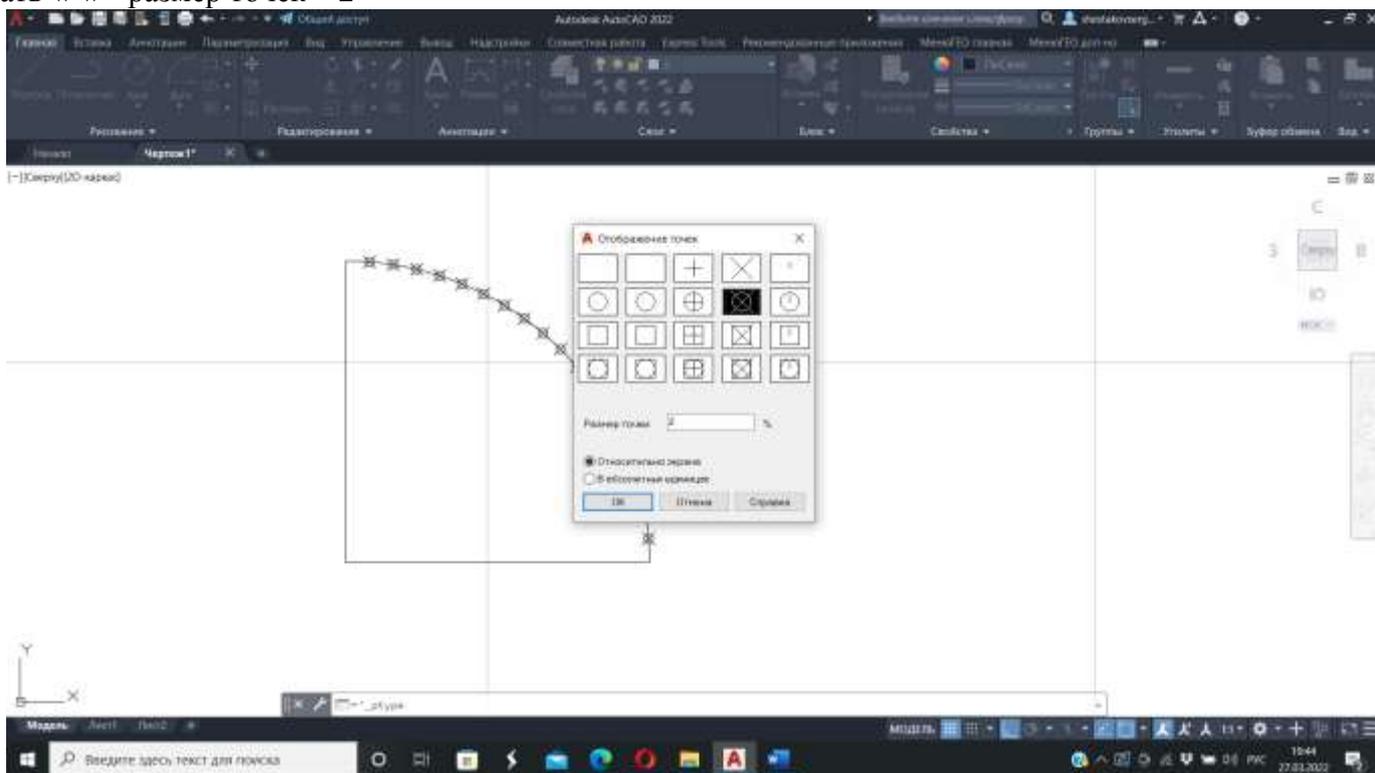


**ПОДЕЛИТЬ**  
Нажмите F1 для получения дополнительной справки

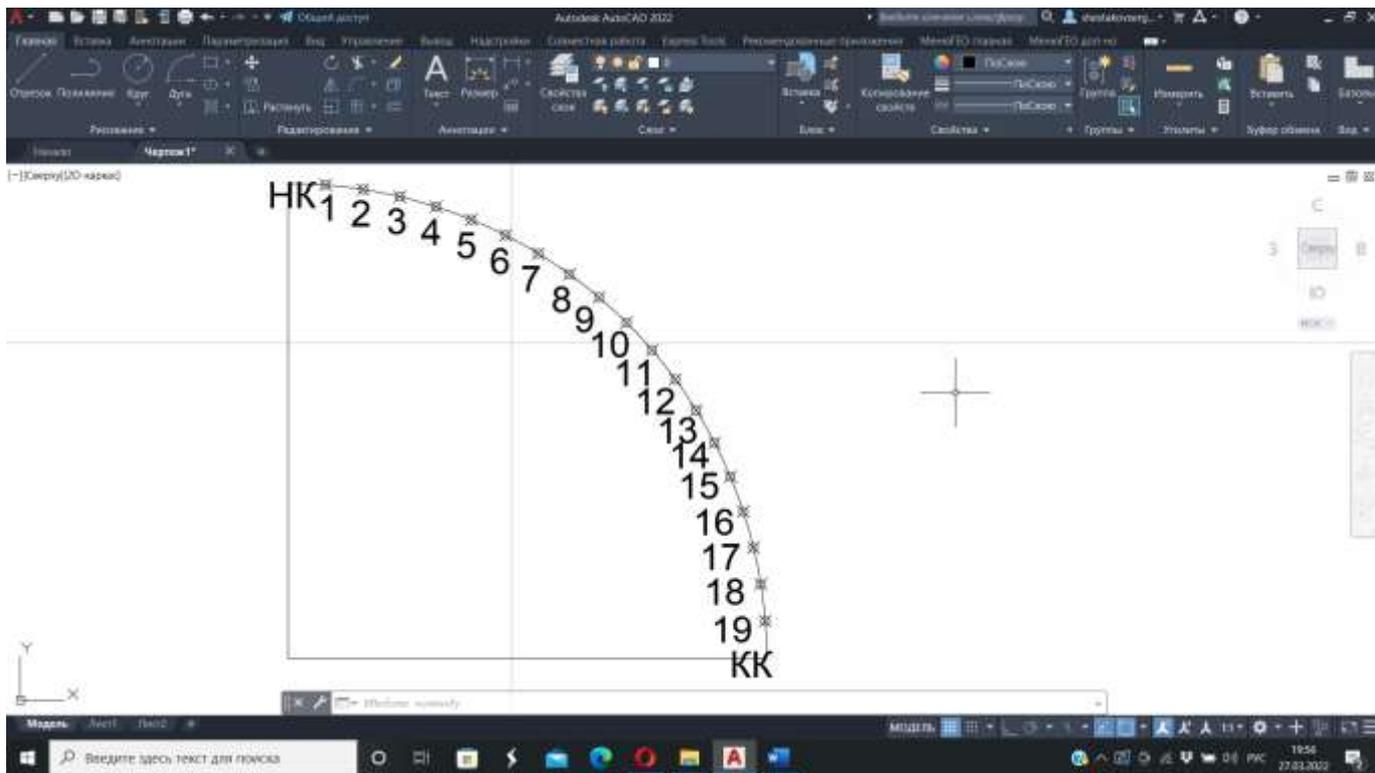




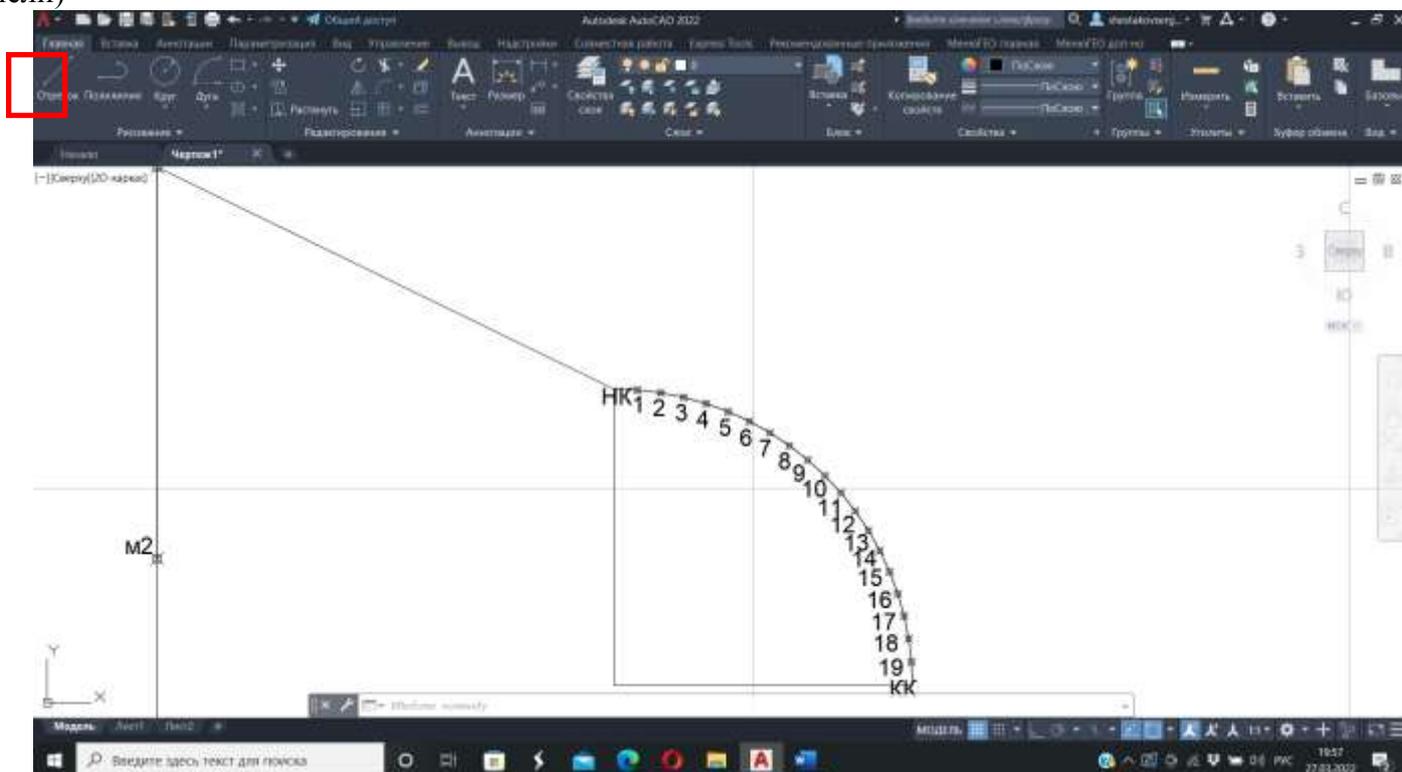
5.Появившиеся точки деления увеличиваем, выбрав команду Утилиты-отображение точек-выбрать «+» - размер точек – 2



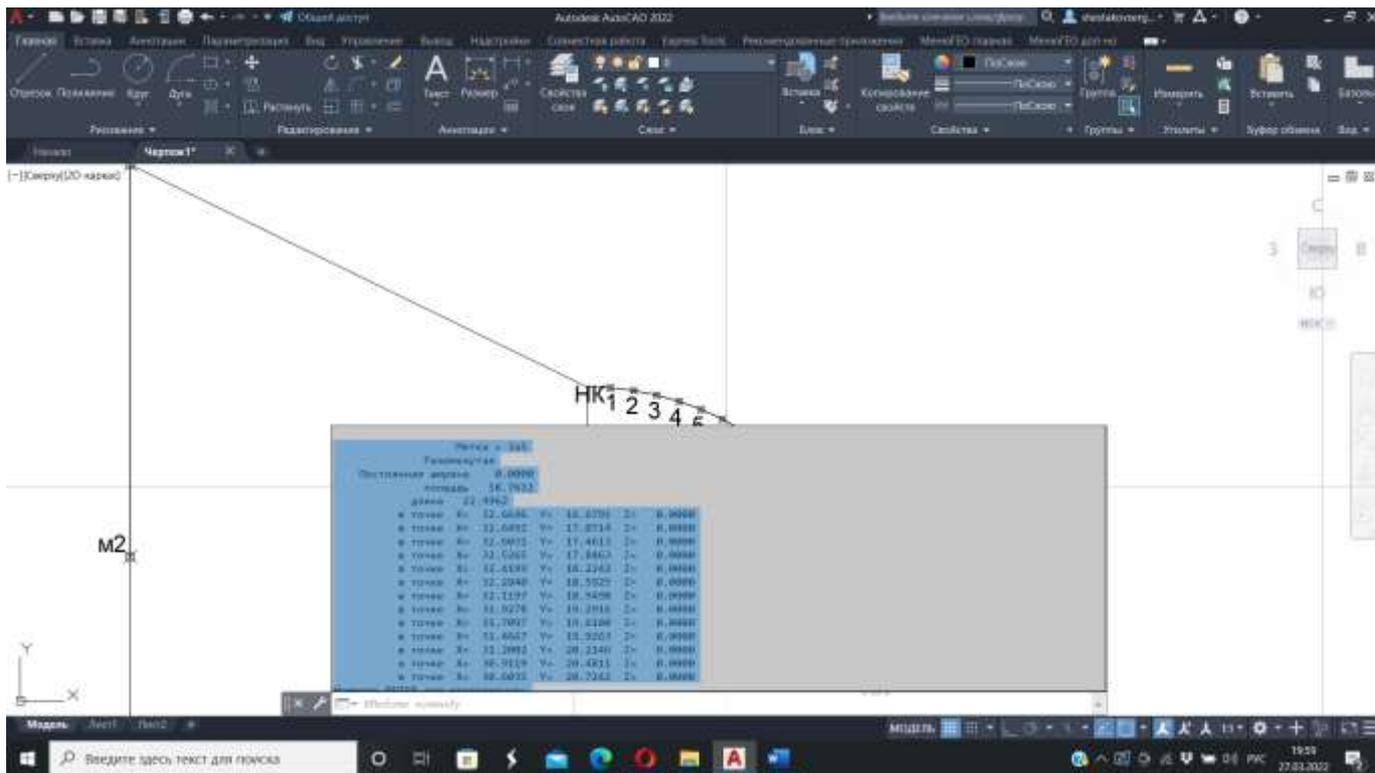
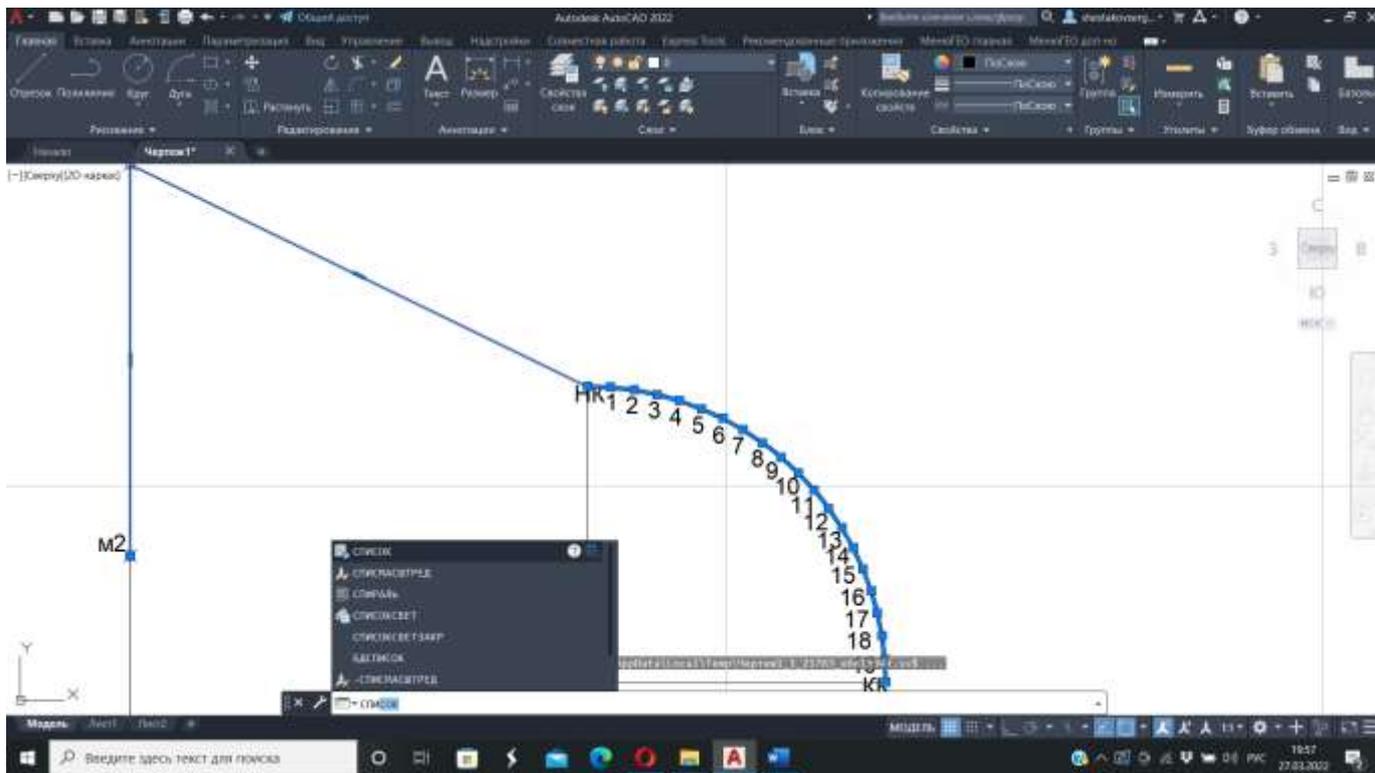
6.Текст-возле каждой точки проставляем номер с учетом задания типа шрифта и высоты(начало дуги-НК, конец дуги-КК)



7. Для получения координат точек – необходимо построить полилинию; ПОЛИЛИНИЯ-выбираем каждую точку начиная с НК и заканчивая КК, а так же М1 и М2( привязка Узел внизу на панели)



8. Выделить полученную линию – в командной строке пишем – СПИСОК – появляется список точек с координатами – выделить текст-копировать-открываем текстовый документ(блокнот)-вставить.



9. Редактируем документ в английской раскладке по типу.)

(на английской раскладке)  
 НК,5590.849,-568.160  
 1,5590.788,-566.591  
 2,5590.603,-565.032

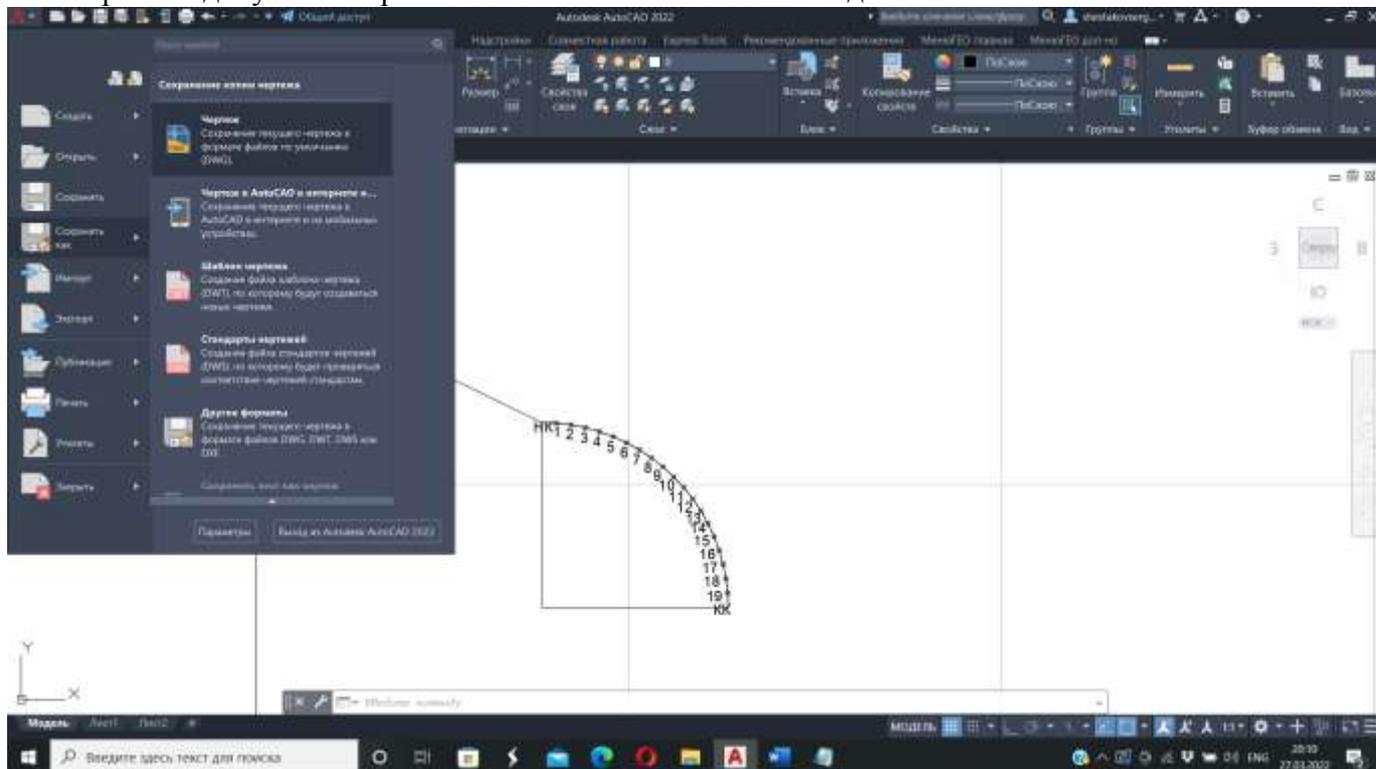
3,5590.297,-563.492  
4,5589.871,-561.980  
5,5589.327,-560.507  
6,5588.670,-559.081  
7,5587.902,-557.710  
8,5587.030,-556.405  
9,5586.058,-555.171  
10,5584.992,-554.018  
11,5583.838,-552.952  
12,5582.605,-551.980  
13,5581.299,-551.108  
14,5579.929,-550.340  
15,5578.503,-549.683  
16,5577.030,-549.139  
17,5575.518,-548.713  
18,5573.978,-548.407  
19,5572.419,-548.222  
КК,5570.849,-548.160

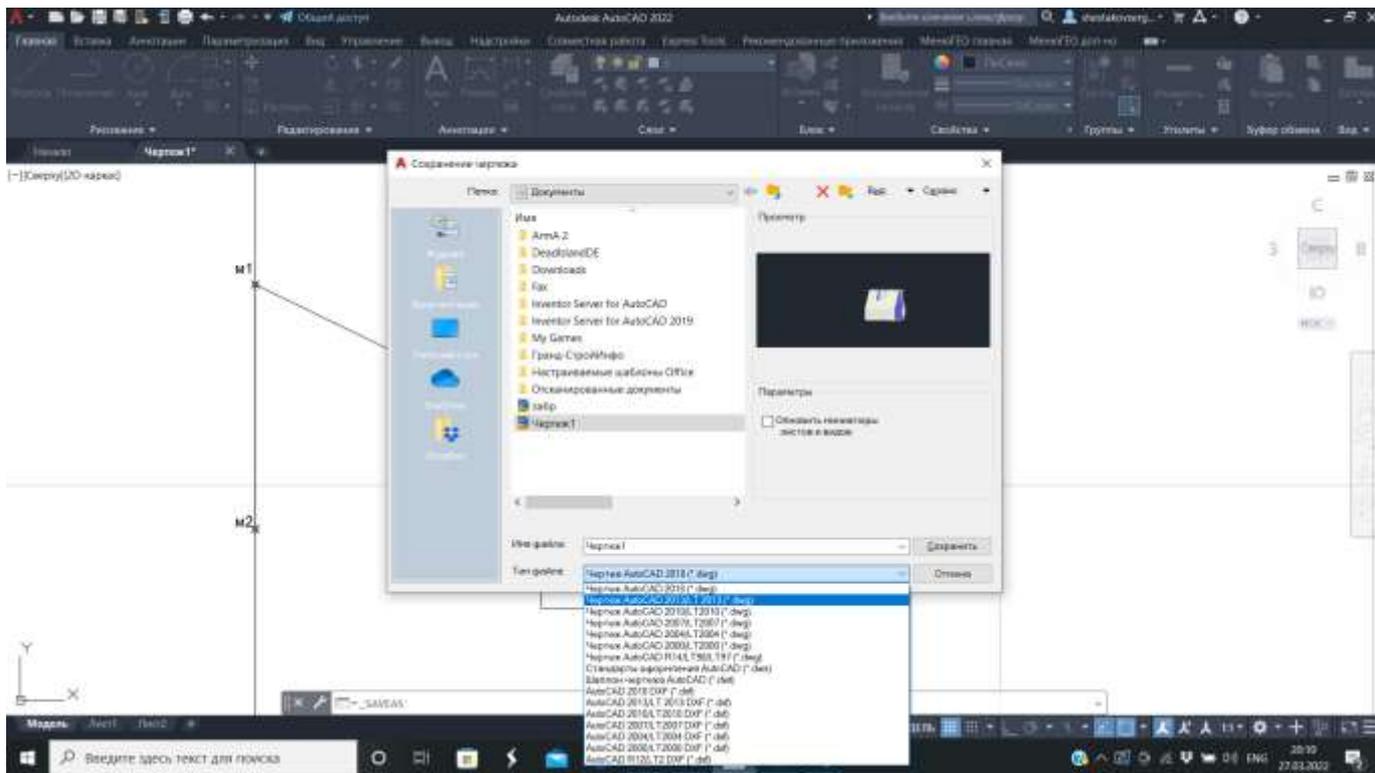
Номер точки и координаты должны разделяться между собой запятой (или пробелом) в соответствии с разделителем устанавливаются настройки импорта в тахеометр.

**ШРИФТ – АНГЛИЙСКИЙ!**

**ВЫСОТЫ** опорных точек вносим дополнительно для ориентации на местности

#### 10. Сохранить документ на рабочем столе в соответствии с заданием





11. Скопировать текстовый файл на USB-накопитель.

**Форма представления результата:** Оформленная работа предоставляется преподавателю на проверку в тетради, на компьютере, или по средствам использования образовательного портала МГТУ

**Критерии оценки:** логичность представленного материала, рациональность выбранной структуры работы, аккуратность, наглядность, характеристика в соответствии с рекомендациями.

- Оценка «**отлично**» ставится, если задание выполнено верно и даны полные ответы на вопросы.

- Оценка «**хорошо**» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, либо в ответах на вопросы допущена неточность.

- Оценка «**удовлетворительно**» ставится, если приведено неполное выполнение задания (упущены важные технические характеристики), либо в ответах на вопросы допущены грубые ошибки.

Оценка «**неудовлетворительно**» ставится, если задание не выполнено.