

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце

ФИО: Плешаков Владимир Александрович

Должность: Врио ректора

Дата подписания: 18.02.2025 16:14:36

Уникальный программный код

cf3461e360a6506473208a5cc93ea87a503b6f72

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Е.В. Солонько

***АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ  
ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПОСТРОЕНИЙ В ПРОГРАММНОМ  
КОМПЛЕКСЕ CREDO***

Учебно-методическое пособие

Барнаул 2016

Рецензенты: главный инженер НПЦ «Агроландшафт» Ю.Е. Жуков;  
к.с.-х.н., доцент кафедры Землеустройства и кадастров  
ФГБОУ ВО «Алтайский ГАУ» Ю.Ю. Кирякина.

Солонько Е.В. Автоматизированное проектирование геодезических построений в программном комплексе CREDO. Учебно-методическое пособие. - Барнаул: РИО Алтайский ГАУ, 2016.- 108 с.

Издание подготовлено в соответствии с утвержденной программой по дисциплине «Современные технологии геодезического производства». Учебно-методическое пособие предназначено для выполнения курсового проектирования. Пособие содержит краткий теоретический материал, исходные данные для курсового проектирования, требования к содержанию и оформлению проекта. Рассмотрены основные принципы работы в программном комплексе CREDO, процессы подготовки картографического материала для проектирования в CREDO\_Transform и порядок выполнения интерактивного проектирования на основе цифровых растров в приложении CREDO\_DAT.

Предназначено для подготовки бакалавров очной и заочной формы обучения, по направлению 21.03.02 «Землеустройство и кадастры». Данное пособие может быть полезно магистрам, обучающимся по направлению 21.04.02 «Землеустройство и кадастры»

Рекомендовано к изданию методической комиссией факультета природообустройства ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ (протокол № 2 от 19.11.2016 г.).

© Солонько Е.В., 2016

© ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, 2016

## Содержание

Введение .....	4
1 Задание на курсовое проектирование .....	5
2 Структура курсового проекта и требования к оформлению .....	6
2.1 Содержание курсового проекта.....	6
2.2 Требования к оформлению работы .....	8
3 Интерактивное проектирование геодезических сетей .....	11
3.1 Краткая характеристика проектируемой сети .....	11
3.2 Подготовка картографического материала .....	14
3.3 Проектирование геодезических сетей 4 класса .....	27
3.4 Проектирование пунктов сгущения .....	43
4 Выбор геодезического оборудования и типа знаков.....	56
4.1 Предварительный расчет точности проектируемой сети. Выбор геодезического оборудования.....	56
4.2 Выбор знаков для закрепления пунктов на местности.....	60
Список рекомендуемой литературы .....	67
Приложение А.....	69
Приложение Б .....	101
Приложение В.....	104

## Введение

Учебно-методическое пособие «Автоматизированное проектирование геодезических построений в программном комплексе CREDO» по дисциплине «Современные технологии геодезического производства» предназначено для бакалавров III, IV курсов очной и заочной формы обучения, по направлению 21.03.02 «Землеустройство и кадастры».

Целью данной работы является получение теоретических знаний по автоматизированной обработке геодезических данных и выработка практических навыков работы в программном комплексе CREDO. Приобретение навыков самостоятельной работы в специализированных геодезических программных продуктах, в век информационных технологий, будет способствовать качественной подготовки высококвалифицированных кадров.

Учебно-методическое пособие предназначено для выполнения курсового проектирования. Пособие содержит краткий теоретический материал, исходные данные для курсового проектирования, требования к содержанию и оформлению проекта. Рассмотрены основные принципы работы в программном комплексе CREDO, процессы подготовки картографического материала в CREDO\_Transform для проектирования и порядок выполнения интерактивного проектирования на основе цифровых растров в приложении CREDO\_DAT.

Материал, изложенный в учебно-методическом пособии, ориентирован на развитие у студентов профессионального инженерного мышления, способности к анализу различных ситуаций и принятия квалифицированных решений.

Успешному изучению курса способствует наличие у студентов необходимых объемов знаний в таких областях, как высшая математика, информатика, геодезия, картография, метрология и стандартизация в области геодезии, топографического черчения, геоинформационных технологий и методов развития государственных геодезических сетей.



## 1 Задание на курсовое проектирование

Тема курсового проекта «Автоматизированное проектирование геодезических построений в программном комплексе CREDO». Исходные данные по вариантам для выполнения работы приведены в приложении А.

Каждому студенту в индивидуальном порядке выдается задание на курсовое проектирование, утвержденное заведующим кафедрой и подписанное руководителем. Пример задания на курсовое проектирование приведен в приложении Б.

В задании изложены все необходимые исходные данные для выполнения работы:

- перечислены фрагменты карты в виде имен файлов, которые необходимо сшить в единое растровое изображение и выполнить координатную привязку;
- названия и координаты исходных пунктов (от двух до четырех пунктов);
- названия и отметки определяемых пунктов;
- класс точности проектируемой сети;
- приведена рекомендуемая последовательность расположения станций в проекте при расчете сети;
- показана схема сети.

В задании описана последовательность выполнения работы, перечислена отчетная документация по каждому этапу проектирования. Отчетная документация включает в себя таблицы измерений, ведомости уравнивания и чертежи.

В задании дана полная структура курсового проекта, приведено содержание пояснительной записки. По отдельным разделам и подразделам дано краткое описание теоретического материала и практических результатов, которые должны быть в них изложены.

Рекомендуемая литература приведена в конце данного учебного издания.

## 2 Структура курсового проекта и требования к оформлению

Курсовой проект должен быть представлен в форме рукописи и в электронном виде. Общий объем работы 35-40 страниц машинописного текста.

Структура курсового проекта должна содержать: титульный лист; корректурный лист; задание на курсовое проектирование; содержание; введение; основную часть; заключение; список используемой литературы; приложения. Корректурный лист и задание на курсовое проектирование выдается преподавателем каждому студенту индивидуально.

**Титульный лист** является первой страницей работы. На титульном листе должны быть приведены следующие данные:

- наименование вышестоящей организации, ведомства (в данном случае это Министерство сельского хозяйства РФ);
- наименование образовательной организации (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный аграрный университет»);
- наименование факультета (Факультет Природообустройства);
- наименование кафедры (Кафедра Геодезии и картографии);
- наименование дисциплины (Дисциплина Современные технологии геодезического производства);
- тема курсового проекта с указанием варианта;
- данные студента, выполнившего работу (Выполнил: фамилия имя отчество, группа, номер зачетной книжки);
- дата сдачи работы на проверку с личной подписью студента;
- данные о руководителе (Проверил: к.с.-х.н., доцент Солонько Е.В.);
- дата защиты курсового проекта;
- оценка за работу и личная подпись преподавателя;
- место и год написания работы (например: Барнаул 2016).

### 2.1 Содержание курсового проекта

Содержание курсового проекта, должно соответствовать заданию на курсовое проектирование. Содержание включает в себя введение, наименование всех глав и подразделов, список используемой ли-

тературы и наименование приложений с указанием номеров страниц. Корректирный лист и задание на курсовое проектирование в содержание не включают.

**Введение** должно отражать цель работы, задачи, актуальность и методы, используемые в работе. Данный раздел целесообразней писать после выполнения и написания всей работы.

**Первый раздел** «Основные понятия о ГГС и ГСС» состоит из подразделов:

1.1 Классификация сетей (в данном подразделе описывается классификация сетей, виды ГГС и ГСС, принцип их построения);

1.2 Технические показатели сетей (в данном подразделе должны быть приведены технические показатели по видам и классам сетей - это допустимые длины звеньев, угловая и относительная точность, допустимое количество пунктов в отдельных звеньях и т.д.);

1.3 Закрепление пунктов на местности (должны быть описаны нормы и правила закрепления пунктов геодезической сети на местности);

1.4 Методы уравнивания сетей (в данном подразделе должны быть перечислены все методы, используемые для уравнивания сетей, с кратким описанием принципов уравнивания и основными формулами).

**Второй раздел** «Интерактивное проектирование геодезической сети» включает в себя следующие подразделы:

2.1 Краткое описание проектируемой сети (в этом пункте должна быть показана схема проектируемой сети, дан краткий анализ конфигурации сети и исходных пунктов, указаны требования, предъявляемые к сетям 4 класса и сетям 1 разряда, перечислены все необходимые измерения для проектирования сети);

2.2 Проектирование геодезической сети 4 класса (в этом подразделе описываются определяемые пункты сети 4 класса, последовательность и результаты проектирования сети 4 класса);

2.3 Проектирование сетей сгущения 1 разряда (в данном подразделе дается описание проектируемых пунктов сгущения №1 и №2, кратко описывается каждый отдельный метод создания пунктов с результатами проектирования, выполняется анализ полученных результатов по различным вариантам и обосновывается выбор оптимального варианта развития сети сгущения).

**Третий раздел «Выбор геодезического оборудования и типа знаков»** состоит из подразделов:

3.1 Предварительный расчет точности проектируемой сети и обоснование выбора геодезического оборудования (в этом подразделе приводится анализ полученной точности по оптимальному варианту, рассчитывается требуемая точности геодезических приборов, осуществляется выбор геодезического оборудования, приводятся краткие технические характеристики выбранного оборудования);

3.2 Закрепление пунктов на местности (в данном подразделе выбирают типы знаков для закрепления пунктов на местности и рассчитывают высоту знаков).

**Заключение** должно содержать анализ полученных результатов при проектировании, рекомендации по выбору оборудования, конструкции знаков, методике съемки.

**Список литературы** должен включать в себя не только учебники и учебные пособия, но и нормативно-правовые документы, на основании которых выполнялось проектирование. Список оформляется в алфавитном порядке в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-2003. Список должен содержать не менее 10 источников.

В **приложения** выносят все чертежи по проектированию. Также в этот раздел при необходимости можно поместить картографические, табличные и иллюстрированные материалы, имеющие вспомогательное значение. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте документа. Приложения размещают после списка литературы и обозначают заглавной буквой русского алфавита после слова «Приложение» (например: «Приложение А»). Каждое новое приложение должно начинаться с новой страницы. Нумерация рисунков и таблиц в приложении должна состоять из обозначения приложения и порядкового номера рисунка или таблицы (например: «Рисунок А.1 - Конструкция опознавательного знака для закрепления пункта на местности» или «Таблица А.1 - Ведомость оценки точности положения пунктов в сети 4 класса»).

## **2.2 Требования к оформлению работы**

Курсовой проект должен быть представлен в форме рукописи и в электронном виде. Общий объем работы 35 - 40 страниц машинописного текста. Формат листа - А4 с полями: левое поле - 30 мм, пра-

вое - 10 мм, верхнее и нижнее - 20 мм. Шрифт «Times New Roman» высотой 14 кеглей с 1,5 межстрочным интервалом. Выравнивание основного текста по ширине страницы с автоматическим переносом слов. Каждый новый абзац текста должен начинаться с новой строки с отступом 1,25 мм. Для акцентирования внимания в тексте допускается использование шрифтов различной гарнитуры, например выделение жирным шрифтом термина или отдельного словосочетания.

**Название разделов и подразделов** должны быть пронумерованы и точно соответствовать их написанию в содержании. В названиях точки не ставятся, за исключением случаев, когда заголовок состоит из двух предложений, которые разделяются между собой точками. Заголовки отделяют от основного текста одним абзачным отступом. Каждый новый раздел должен начинаться с новой страницы, на подразделы это требование не распространяется. Для акцентирования внимания на названии раздела и подраздела используют жирный шрифт.

**Нумерация страниц** выполняется по всему тексту, включая и приложения. Номера страниц на титульном и корректурном листах, а также на задании к курсовому проекту не проставляются, но учитываются при нумерации всей работы. Номер страницы размещают внизу страницы по центру.

**Рисунки** в тексте размещают непосредственно после абзаца, в котором они упоминаются впервые и отделяют их от основного текста одним абзачным отступом. Ссылки на рисунки в тексте помещают в скобках, например: (рис. 1), либо «На рисунке 1 показана схема сети...». Нумерация рисунков по тексту сквозная, например: «Рисунок 1 - Расчетная схема сети 4 класса». После названия рисунка точка не ставится. Рисунки размещают по центру страницы, название рисунка располагают под ним по центру. Номер рисунка, расположенного в приложении должен содержать порядковый номер приложения, например: «Рисунок А.1 - Конструкция опознавательного знака».

**Таблицы** в тексте располагают сразу после текста, в котором они упоминаются, либо на следующей странице. На все таблицы в тексте должны быть ссылки. Таблицы должны быть выровнены по ширине основного текста, иметь сквозную нумерацию и наименование и отделены от основного текста одним абзачным отступом. Наименование таблицы размещают над таблицей с выравниванием по левому краю. Например:

Таблица 1 - Технические показатели триангуляции

Показатели	Классы триангуляции			
	1 класс	2 класс	3 класс	4 класс
Длина сторон, км	20 и более	7-20	5-8	5-8

Допускается использование размера шрифта в таблице меньше, чем в основном тексте. Таблицы, размещенные в приложении нумеруют с указанием названия приложения, например: «Таблица А.1 - Ведомость оценки точности положения пунктов в сети 4 класса»

**Формулы**, размещенные в тексте должны быть пронумерованы. Формулы отделяют от текста одним абзачным отступом. Располагают их по центру листа, номер формул помещают в круглых скобках в крайнем правом положении на строке. Пояснения к формуле помещают под ней, начиная со слов «где» без двоеточия и после запятой в конце формулы. Например:

$$F_{\text{отн}} = \frac{f_S}{[S]} \leq \frac{1}{T}, \quad (1)$$

где  $F_{\text{отн}}$  - относительная ошибка;

$f_S$  - абсолютная ошибка средней длины звена сети, м;

$[S]$  - длина хода (периметр), м;

$\frac{1}{T}$  - предельно допустимая относительная ошибка.

В текстовой части работы должны быть указаны **ссылки** на используемую литературу. На все источники, указанные в списке литературы должны быть сделаны ссылки в тексте. Номер ссылки указывается в квадратных скобках, например: [2].

### 3 Интерактивное проектирование геодезических сетей

Проектирование геодезических сетей выполняется на картах, а интерактивное – на цифровых картах. Для подготовки цифровых карт бумажный вариант карты необходимо отсканировать. Бумажные карты могут быть деформированы и повреждены. При сканировании также происходит деформация изображения. При сшивке фрагментов и привязки к координатной сетки в программе CREDO\_Transform все эти недостатки устраняются. Данная программа позволяет не только выполнить регистрацию изображения и сшивку, но и подготовить картографический материал к печати с соблюдением всех необходимых требований.

Интерактивное проектирование выполняется в другом приложении программы CREDO – CREDO\_DAT. В данном приложении с помощью инструментов программы по цифровым картам можно выполнять различные измерения, формировать проекты, задавать различные условия проектирования и осуществлять математическую обработку данных.

Математические вычисления в программе выполняются в два этапа: предварительная обработка данных и окончательное уравнивание. В ходе вычислений в программе генерируются различные ведомости, которые могут быть по запросу выведены для просмотра. Данное приложение также позволяет подготовить весь графический материал по проекту и вывести его на печать.

#### 3.1 Краткая характеристика проектируемой сети

Перед тем, как приступить к проектированию необходимо ознакомиться с предлагаемой схемой сети. Анализ исходных данных и конфигурации схемы позволит дать характеристику проектируемой сети и составить перечень необходимых измерений.

Рассмотрим составление краткого описания проектируемой сети на примере исходных данных, приведенных в приложении Б.

Проектируемая сеть состоит из двух исходных пунктов планово-высотного обоснования (ПВО) и четырех определяемых пунктов.

Исходными пунктами ПВО являются:

- Скреблы с координатами  $x = N = 5988578,295 \text{ м}$ ,  $y = E = 6578099,288 \text{ м}$  и отметкой  $H = 211,200 \text{ м}$ ;

- Лесной-2 с координатами  $x = N = 5989740,620 \text{ м}$ ,  $y = E = 6579968,720 \text{ м}$  и отметкой  $H = 196,300 \text{ м}$ .

Проектируемыми пунктами являются:

- Зоркино с отметкой  $H = 196,100 \text{ м}$ ;
- 114 с отметкой  $H = 225,000 \text{ м}$ ;
- 115 с отметкой  $H = 203,100 \text{ м}$ ;
- Маринова с отметкой  $H = 211,100 \text{ м}$ .

Все пункты проектируемой сети расположены на командных высотах местности. Класс точности проектируемой сети 4 – класс; сети сгущения – 1 разряд с доверительным коэффициентом 5,0 – 99,9%.

Согласно анализа предлагаемой схемы (рис. 1), развитие сети требуется выполнить триангуляционным способом, то есть в виде практически равносторонних треугольников. По конфигурации - это центральная система с центральным пунктом Скреблы и с радиально расположенным базисом Скреблы - Лесной-2.

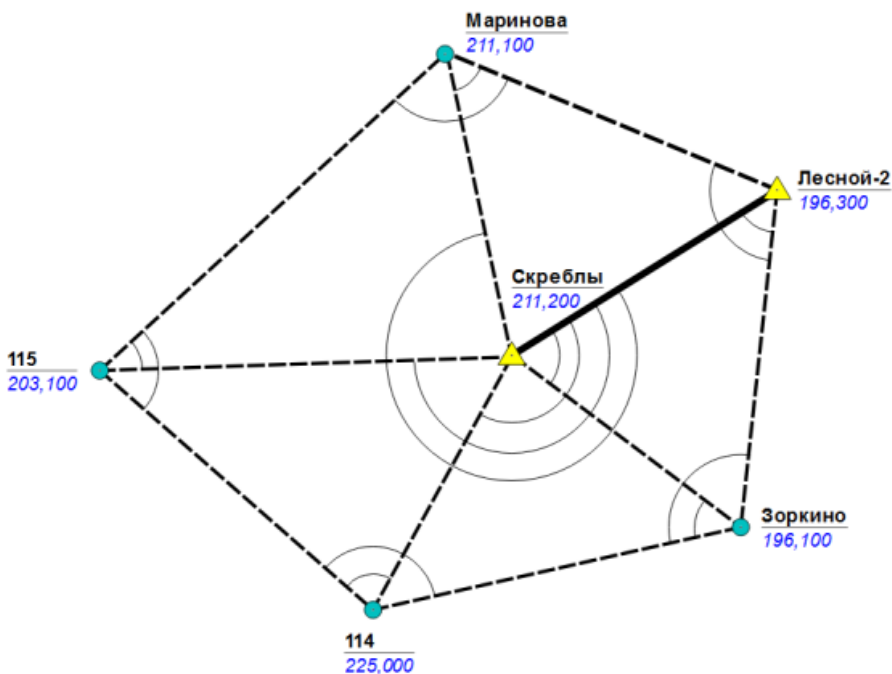


Рисунок 1. Схема сети



Для вычисления координат определяемых пунктов необходимо выполнить измерения со следующих станций: Скреблы, Лесной-2, Зоркино, 114, 115 и Маринова.

На станции Скреблы наблюдаемыми пунктами являются: Лесной-2, Зоркино, 114, 115 и Маринова. До данных пунктов методом круговых приемов измеряются горизонтальные углы, при этом пункт Лесной-2 принимают за нулевое направление, остальные направления измеряются относительно него. Кроме измерения углов необходимо измерить расстояния от пункта Скреблы до каждой наблюдаемой цели (кроме расстояния до пункта Лесной-2, так как Скреблы и Лесной-2 являются исходными пунктами ПВО).

На станции Лесной-2 наблюдаемые пункты: Зоркино, Скреблы и Маринова (в качестве начального направления принимают пункт Зоркино). На станции Лесной-2 необходимо измерить углы: Зоркино – Лесной-2 - Скреблы и Зоркино – Лесной-2 – Маринова; измерить расстояния: Лесной-2 – Зоркино и Лесной-2 – Маринова (Лесной-2 – Скреблы не измеряют, так как это исходные пункты ПВО).

На станции Зоркино наблюдаемые пункты: 114, Скреблы и Лесной-2 (в качестве начального направления принимают пункт 114). На этой станции необходимо измерить углы: 114 - Зоркино – Скреблы и 114 – Зоркино - Лесной-2; измерить расстояния: Зоркино - 114, Зоркино - Скреблы и Зоркино - Лесной-2.

На станции 114 наблюдаемые пункты: 115, Скреблы и Зоркино (в качестве начального направления принимают пункт 115). На этой станции необходимо измерить углы: 115 - 114 – Скреблы и 115 – 114 - Зоркино; измерить расстояния: 114 - 115, 114 - Скреблы и 114 - Зоркино.

На станции 115 наблюдаемые пункты: Маринова, Скреблы и 114 (в качестве начального направления принимают пункт Маринова). На этой станции необходимо измерить углы: Маринова - 115 – Скреблы и Маринова – 115 - 114; измерить расстояния: 115 - Маринова, 115 - Скреблы и 115 - 114.

На станции Маринова наблюдаемые пункты: Лесной-2, Скреблы и 115 (в качестве начального направления принимают пункт Лесной-2). На этой станции необходимо измерить углы: Лесной-2 - Маринова – Скреблы и Лесной-2 - Маринова – 115; измерить расстояния: Маринова - Лесной-2, Маринова - Скреблы и Маринова - 115.

Все измеряемые углы должны быть внутренними.

Для уравнивания результатов измерений и вычисления координат исходных пунктов требуется определить последовательность станций при вычислении. Для выше приведенного примера, последовательность станций должна быть следующей: Скреблы – Лесной-2 – Зоркино – 114 – 115 – Маринова. Таким образом мы получаем замкнутый ход Скреблы – Лесной-2 – Зоркино – 114 – 115 - Маринова - Скреблы.

При проектировании углы и расстояния измеряют по карте, при интерактивном проектировании все необходимые измерения по цифровой карте выполняют с помощью инструментов программы.

Для каждого пункта известны отметки. По известным отметкам определяют превышения между пунктом станции и наблюдаемым пунктом по формуле:

$$h = H_{\text{цель}} - H_{\text{станция}}, \quad (1)$$

где  $H_{\text{цель}}$  - отметка наблюдаемого пункта (цели визирования), м;

$H_{\text{станция}}$  - отметка станции, м.

Превышение прямого направления должно отличаться от обратного лишь знаком.

### 3.2 Подготовка картографического материала

Для проектирования геодезических сетей и привязки этих проектов к существующей местности необходимо иметь цифровые карты в растровом формате для данной местности. Программа CREDO\_Transform позволяет выполнить географическую привязку растров, их трансформацию, сшивку и обрезку.

При подготовке растрового картографического материала устраняется целый ряд ошибок, обусловленных деформацией бумажного носителя, погрешностями сканера и программного обеспечения. Исправление растрового материала выполняется в процессе трансформирования. Кроме того, выполняется привязка растрового изображения к заданной системе координат.

Трансформация растровых изображений производится по заданным на них опорным точкам. Различают два вида опорных точек:

– абсолютные – точки с известными координатами. Например, точки пересечения координатных линий, пункты геодезического обоснования, углы капитальных зданий и сооружений и др.;

– относительные – точки, координаты которых неизвестны. Такие точки используются для устранения «несводок» контуров в области перекрытия смежных фрагментов.

В качестве опорных точек могут быть использованы пересечения координатных линий, пункты геодезических сетей, углы капитальных зданий и сооружений и др. Трансформирование фрагментов осуществляется как минимум по двум абсолютным опорным точкам. Однако, для более уверенного решения этой задачи количество задаваемых опорных точек должно быть не менее трех, не лежащих на одной прямой.

В процессе трансформирования происходит географическая привязка фрагментов к системе координат в соответствии с заданными координатами опорных точек. В результате создается новое растровое изображение, полученное на основе алгоритма аффинного преобразования.

Для подготовки картографического материала к дальнейшему проектированию необходимо выполнить следующие действия:

1. загрузить программу CREDO\_Transform, создать новый проект и выполнить настройку свойств проекта;
2. загрузить отсканированные фрагменты карты;
3. выполнить координатную привязку и трансформирование фрагментов;
4. создать контуры видимости и осуществить сшивку фрагментов;
5. экспортировать результаты обработки во внешние системы.

### **1. Создание нового проекта**

Запустить программу Transform. Для этого выберите в меню Пуск/Программы/Credo/Transform/Transform или дважды щелкните левой клавишей мыши по значку данной программы на рабочем столе.

Для создания нового проекта в меню «Файл» выберите команду «Создать». Сохраните проект (например, «Трансформирование») в своей рабочей папке по команде «Файл/Сохранить».

Задайте параметры проекта. Для этого в меню «Файл/Свойства» проекта включите свойства. Параметры проекта за-

дайте согласно рисунку 2. Затем нажмите команду «Применить» и «ОК».

**Свойства проекта - CREDO ТРАНСФОРМ**

**Карточка проекта**

- Общие сведения
  - Ведомство: Министерство сельского хозяйства РФ
  - Организация: ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ
  - Объект: ГГС и ГСС
  - Населенный пункт: Мстивово
  - Площадка: Участок №1 и №2
  - Гриф секретности: Для служебного пользования
  - Примечания:
- Параметры
- Система координат

**План**

- Точки привязки
- Координатная сетка
- Матрицы высот (DEM)

**Трансформация**

**Единицы измерения и то...**

**Параметры**

Масштаб съемки	1:50000
Отображать номер зо...	Нет
Модель геоида	Не задана

**Трансформация**

Метод интерполяции ...	Билинейная
Блокировать фрагмен...	Да

**Единицы измерения и то...**

Параметр	Единицы изме...	Точность
Расстояние	метр	0.001
Угловые величины	ггг.мм.сс.ххх	1
Плоские координаты	метр	0.001
Геодезические координ...	ггг.мм.сс.ххх	0.01
Высотные координаты	метр	0.001

Рисунок 2. Свойства проекта

## 2. Загрузка отсканированных фрагментов карты

Для загрузки отсканированных фрагментов карты необходимо в меню «Файл» выбрать команду «Импорт/Растр без привязки». В раскрывшемся окне навигации выберите папку с файлами исходных фрагментов и, нажав клавишу «Shift», выделите их, затем нажмите кнопку «Открыть» или клавишу «Enter» (рис. 3).

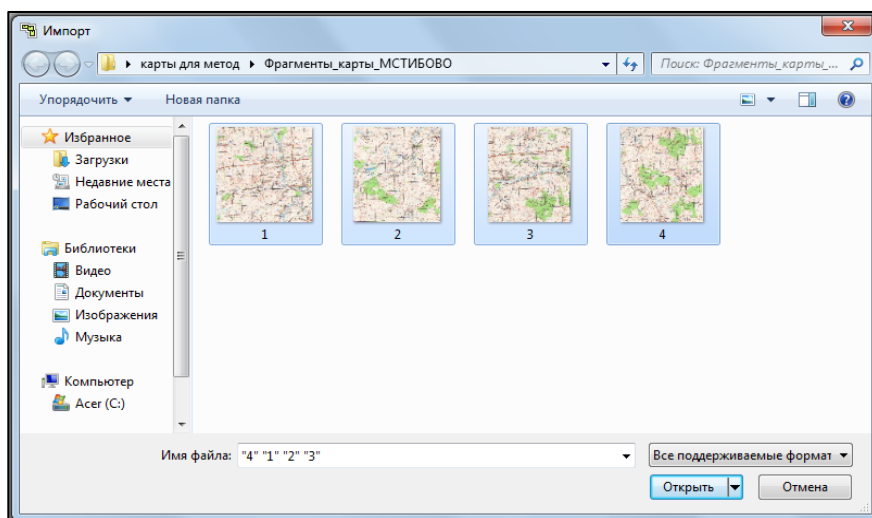
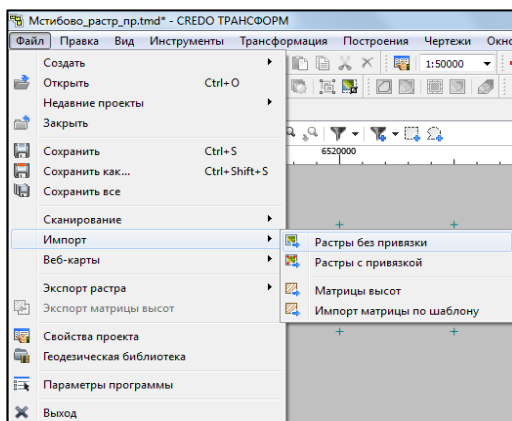
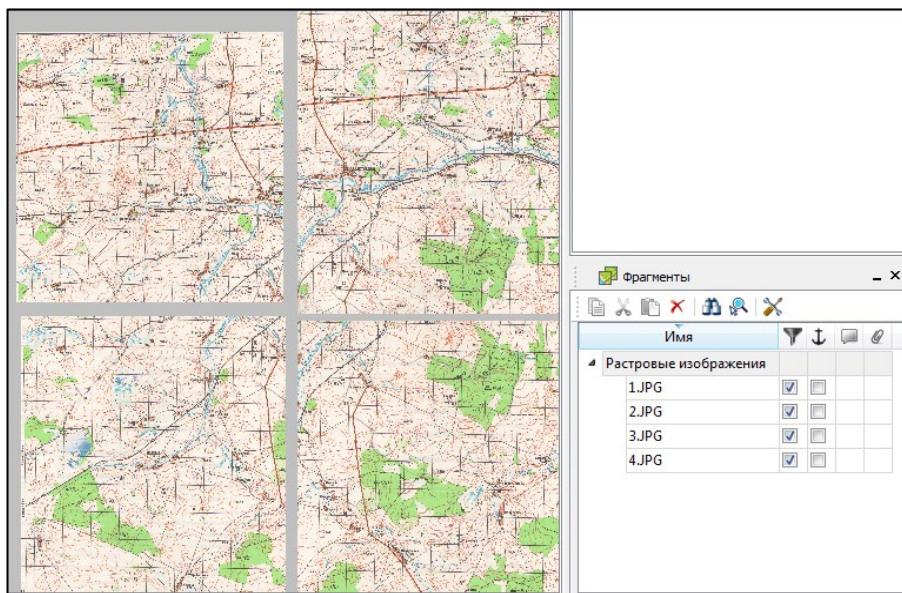


Рисунок 3. Импорт отсканированных фрагментов карты

После этого в рабочем окне проекта появятся изображения загруженных фрагментов (рис. 4), которые могут перекрываться между собой.



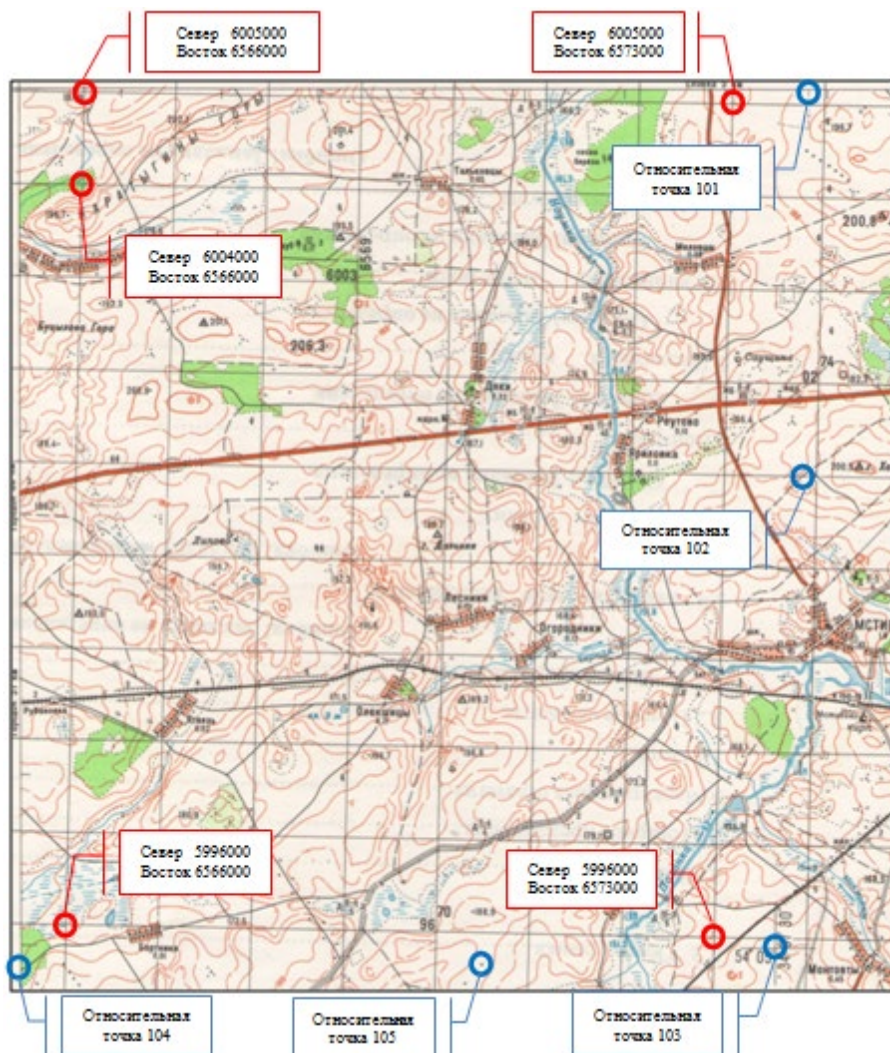
**Рисунок 4.** Импортированные в CREDO\_Transform фрагменты карты Мстивово

### **3. Координатная привязка и трансформирование фрагментов**

Для координатной привязки растровых фрагментов карты необходимо задать абсолютные опорные точки. В качестве абсолютных точек, как правило, выбирают перекрестия координатных линий. Для сшивки фрагментов в единое растровое изображение, кроме абсолютных точек необходимо задать и относительные - хорошо распознаваемые точечные объекты на границе стыковки соседних листов.

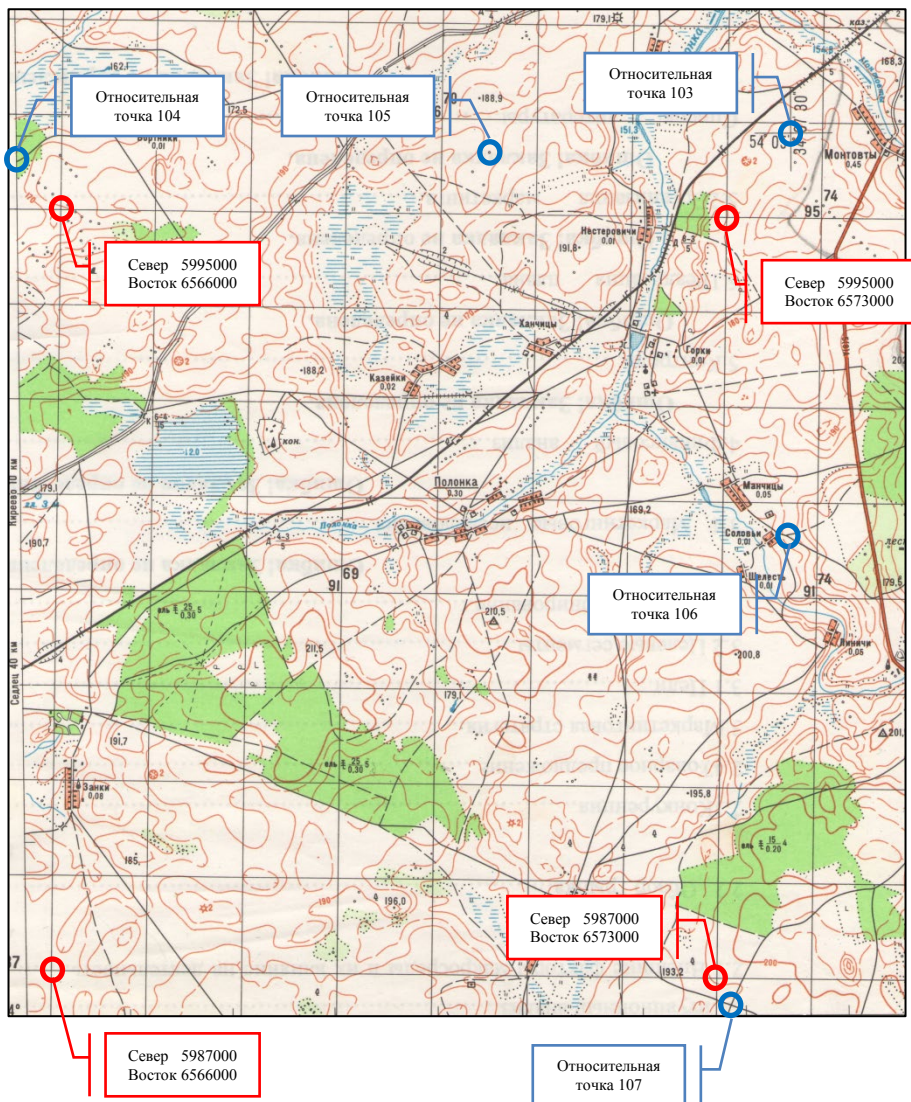
Перед тем, как создавать опорные точки на фрагментах необходимо внимательно изучить оригинал карты и сшиваемые фрагменты. На рисунках 5-8 приведены числовые значения пересечения координатных линий на границе листов и положение относительных точек для всех четырех фрагментов карты. Шаг координатной сетки для масштаба 1:50 000 составляет 1 000 м. Количество абсолютных точек

на фрагменте должно соответствовать количеству перекрестий координатной сетки, при этом абсолютные точки на разных фрагментах не должны повторяться. Количество относительных точек – не менее трех вдоль каждой линии сшивки.



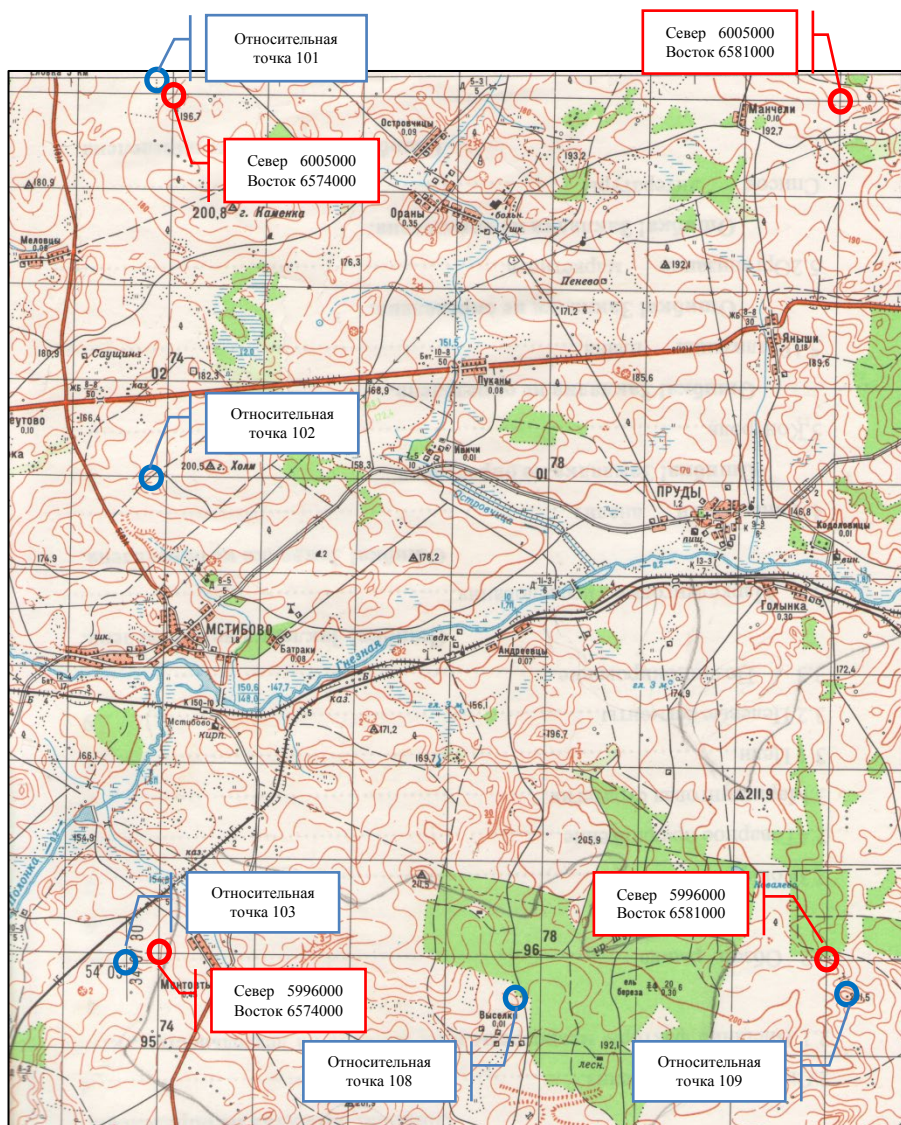
**Рисунок 5.** Растровое изображение фрагмента 1 карты Мстиво с опорными абсолютными и относительными точками



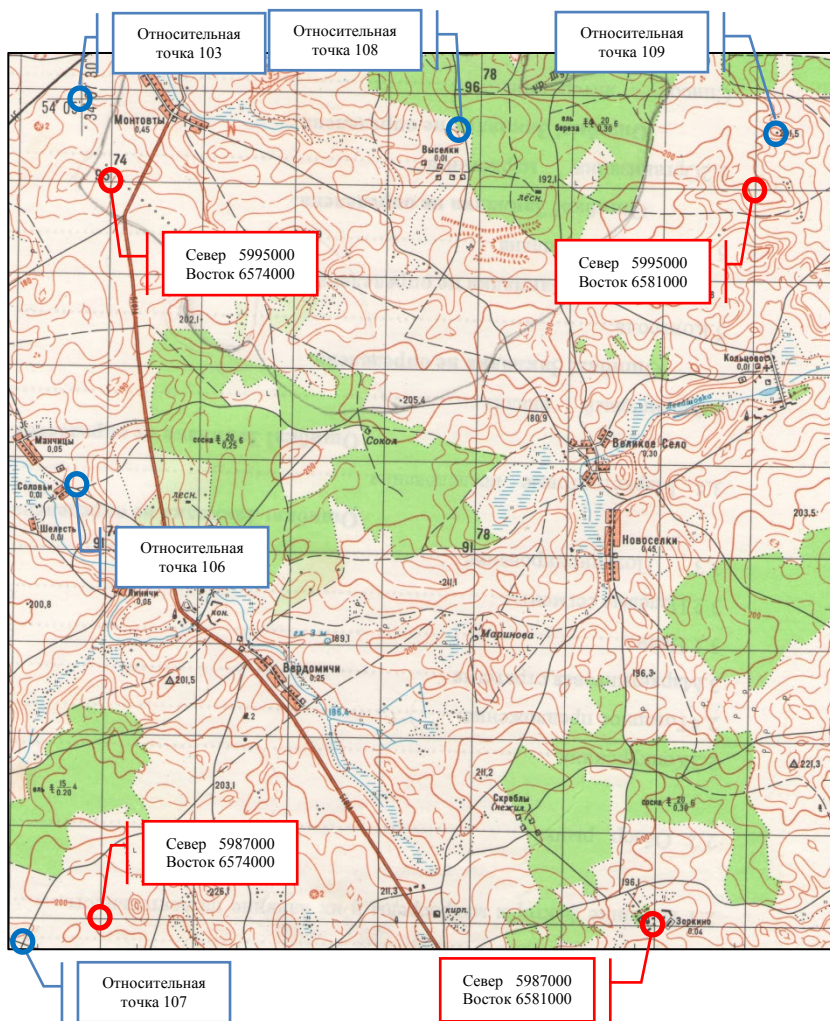


**Рисунок 6.** Растровое изображение фрагмента 2 карты Мстибово с опорными абсолютными и относительными точками






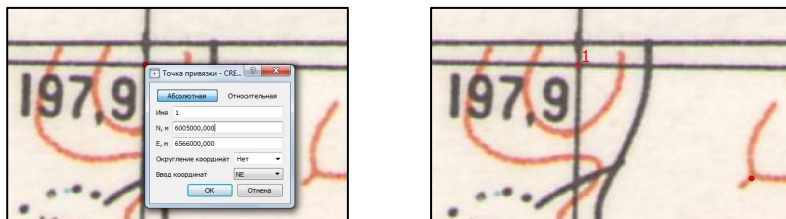
**Рисунок 7.** Растровое изображение фрагмента 3 карты Мстибово с опорными абсолютными и относительными точками



**Рисунок 8.** Растровое изображение фрагмента 4 карты Мстисово с опорными абсолютными и относительными точками


С помощью инструмента «Выбор» активировать первый фрагмент карты (активный фрагмент обозначится рамкой и черными маркерами по периметру). На выбранном фрагменте необходимо задать опорные точки с помощью команды «Создать точки привязки» в меню

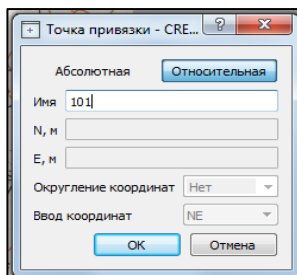
«Трансформация» (при этом курсор приобретет вид окружности с перекрестием) или кнопки  на линейке инструментов. Установите перекрестие курсора в центр точки, выбранной на растре, и нажмите левую клавишу мыши. В появившемся окне «Опорная точка» (рис.9) введите координаты точки (номер определяется автоматически) и нажмите кнопку «ОК».



**Рисунок 9.** Ввод опорных абсолютных точек

Создайте опорные точки, имеющие абсолютные координаты на всех четырех фрагментах. Последовательность ввода точек произвольная.

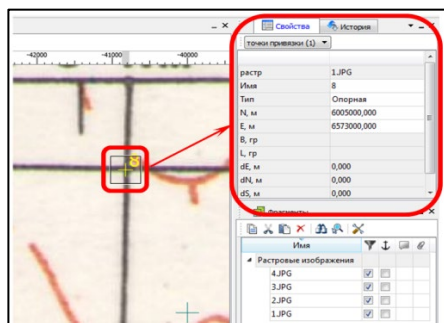
Далее создайте относительные точки 101 и 102 – на фрагментах 1 и 3, 104 и 105 – на фрагментах 1 и 2, 106 и 107 – на фрагментах 2 и 4, 108 и 109 – на фрагментах 3 и 4. Относительная точка 103 должна быть создана на всех четырех фрагментах. Относительные точки создаются аналогично абсолютным. Во всплывающем окне «Точки привязки» необходимо переключить с «Абсолютной» на «Относительную» (рис. 10). Относительные опорные точки создают с помощью команды «Создание пары точек» (или с помощью  иконки на линейке инструментов).



**Рисунок 10.** Ввод опорных относительных точек



Затем отключите функцию создания опорных точек и откорректируйте их положения и номера (рис. 11). Для этого сделайте активным первый фрагмент и щелкните на изображение опорной точки в графическом окне (она будет заключена в квадрат и приобретет желтый цвет, это позволит отредактировать ее положение). В правом верхнем углу в «Свойствах» будет отображена информация о точке в виде таблицы. В этой таблице вы можете отредактировать номер точки и нажать «Enter», чтобы сохранить изменения. Если вы меняете номер относительной точки на одном фрагменте, то не забудьте сделать это и на втором фрагменте, иначе программа их не сможет распознать.



**Рисунок 11.** Корректировка опорных точек

Для запуска процесса трансформации фрагментов в меню «Трансформация» выберите команду «Аффинная трансформация» и запустите. Во время трансформации на экране отображается информационное окно, индикатор которого показывает стадию выполнения процесса. По завершении трансформации фрагменты блокируются и становятся недоступными для интерактивного перемещения. Снять блокировку активного фрагмента можно путем выключения режима «Блокировка» в окне «Фрагменты растровых изображений». Снимите флажки со всех фрагментов.

#### **4. Создание контуров видимости и сшивка фрагментов**

Контурные видимости предназначены для создания единого растрового изображения произвольной формы из нескольких растровых фрагментов. С помощью контуров видимости несколько перекрывающихся фрагментов «сшиваются» в единое растровое изображение. На любом фрагменте можно ввести произвольный контур видимости, в

пределах которого будет обеспечено отображение участка местности. Контур видимости создается только на активном фрагменте. При этом на каждом фрагменте можно создать только один контур видимости.

Для создания контуров видимости необходимо сделать активным первый фрагмент карты и в меню «Инструменты/Область видимости» выбрать команду «Построить», курсор при этом переходит в режим указания (данную функцию можно включить и на панели инструментов, щелкнув на значок, указанный на рис. 12). С помощью мыши определите последовательно вершины создаваемого контура. На границе стыковки двух фрагментов точки 101, 102, 103, 104 и 105 должны быть включены в создаваемый контур. Для замыкания контура подведите курсор к его первой вершине. После замыкания контура произойдет обрезка фрагмента, и границы контура видимости будут обозначены желтым цветом.

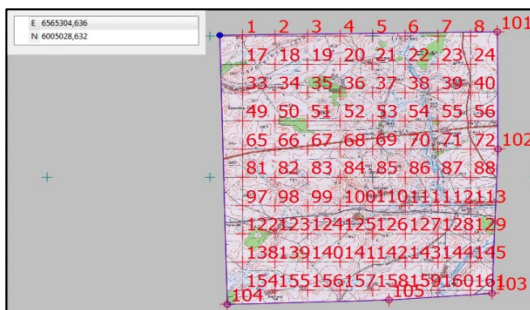
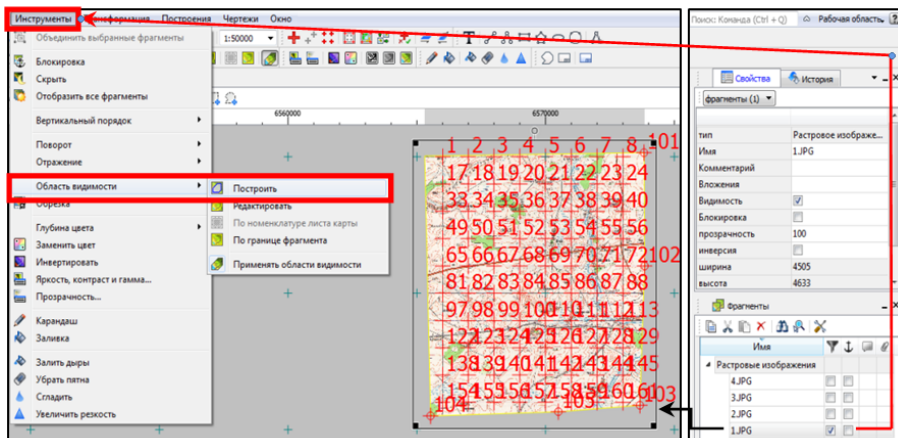


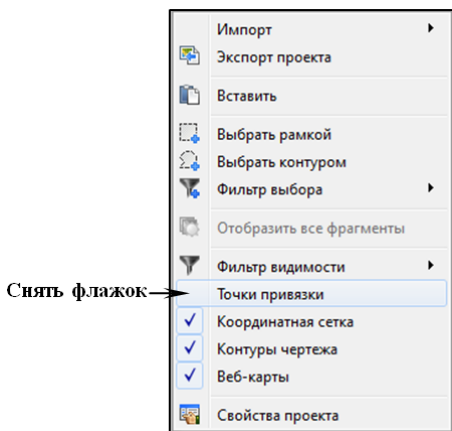
Рисунок 12. Построение области видимости на фрагменте 1

Активизируйте последовательно второй, третий и четвертый фрагменты и аналогично создайте на них контуры видимости. При этом в области перекрытия двух соседних фрагментов совместите новый контур с вершинами пограничных точек соседнего контура (граница соседнего контура будет подсвечена сиреневым цветом).

Таким образом, получают единое растровое изображение карты Мстисово из четырех растровых фрагментов. Проект «Трансформирование» сохранить в рабочую папку. Для дальнейшего использования растрового изображения в качестве растровой подложки, его необходимо экспортировать.

### 5. Экспорт результатов трансформирования

Перед экспортом проекта необходимо на растровом изображении отключить видимость точек привязки. Для этого в графическом окне с помощью правой кнопки мыши необходимо вызвать меню, во всплывшем окне «Фильтры видимости/Точки привязки» отключить флажок, при этом номера опорных точек на растровом изображении не будут отображаться (рис. 13).



**Рисунок 13.** Отключение видимости точек привязки

Для экспорта проекта необходимо выполнить команду «Файл/Экспорт растра/Экспорт проекта» (рис. 14). В результате откроется диалоговое окно «Сохранить растр».

В окне «Сохранить растр» укажите путь для сохранения файла (свою папку), присвойте имя файлу «Мстибово», и определите тип файла: Растровые подложки CREDO (\*.crf) и нажмите «Сохранить» (рис. 14). Также необходимо сохранить и сам проект «Трансформирование».

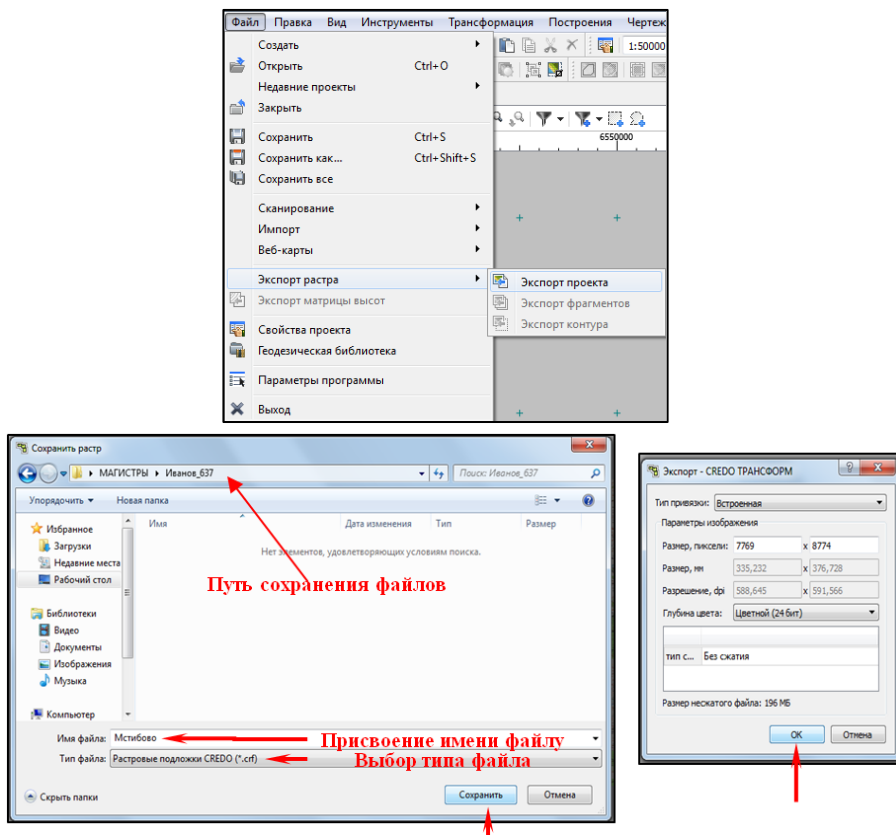


Рисунок 14. Экспортирование растров среды CREDO

### 3.3 Проектирование геодезических сетей 4 класса

В программном комплексе CREDO реализована технология интерактивного проектирования на основе цифровых карт и планов. Данная технология позволяет выполнить анализ точности определяе-

мых элементов и подобрать подходящий оптимальный вариант проекта. Для обеспечения необходимой точности геодезических построений следует определить априорную оценку точности (допуски, определяемые по нормативно-правовым документам), выбрать форму и конструкцию геодезической сети, выполнить подбор методов и приборов для измерений.

Интерактивное проектирование геодезических построений в CREDO\_DAT выполняют в следующей последовательности:

1. запуск программы CREDO\_DAT 4 Lite, создание проекта и выполнение настроек свойств проекта;
2. загрузка в новый проект подготовленной растровой подложки;
3. создание пунктов планово-высотного обоснования (ПВО);
4. выполнение необходимых измерений на пунктах ПВО и внесение полученных измерений в проект;
5. предобработка и уравнивание сети;
6. анализ полученных результатов;

### **1. Создание нового проекта**

Запустить программу CREDO\_DAT 4 Lite. Для этого выберите в меню Пуск/Программы/Credo/CREDO\_DAT 4 Lite или дважды щелкните левой клавишей мыши по значку данной программы на рабочем столе.

Для создания нового проекта в меню «Файл» выберите команду «Создать». Сохраните проект (например, «Проект\_сети») в своей рабочей папке по команде «Файл/Сохранить как...».

Задайте параметры проекта. Для этого в меню «Файл/Свойства проекта» включите свойства. Заполните карточку проекта: объект проекта – ГГС и ГСС (государственная геодезическая сеть и геодезическая сеть сгущения); населенный пункт – наименование самого крупного исходного пункта; площадка – номера фрагментов, на которых проектируется сеть. Параметры проекта задайте согласно рисункам 15: масштаб съемки 1:50 000, система координат – местная, система высот – Балтийская (рис. 15 а, б).

В общих параметрах уравнивания выбрать наземные плановые и наземные высотные измерения с числом итераций – 100 и порогом сходимости по плановым координатам и отметкам – 0,001 м. Масштаб отображения эллипсов ошибок плановых измерений выбрать 1:50 000, а высотных измерений 1:1 000 (рис. 15 в, г, д).



а)

б)

в)

з)

д)

**Рисунок 15.** Свойства проекта: а) и б) заполнение карточки проекта; в), з) и д) настройка процесса уравнивания

Настройка параметров предварительной обработки и назначение класса точности проектируемой сети приведены на рисунке 16. Затем нажмите команду «Применить» и «ОК».

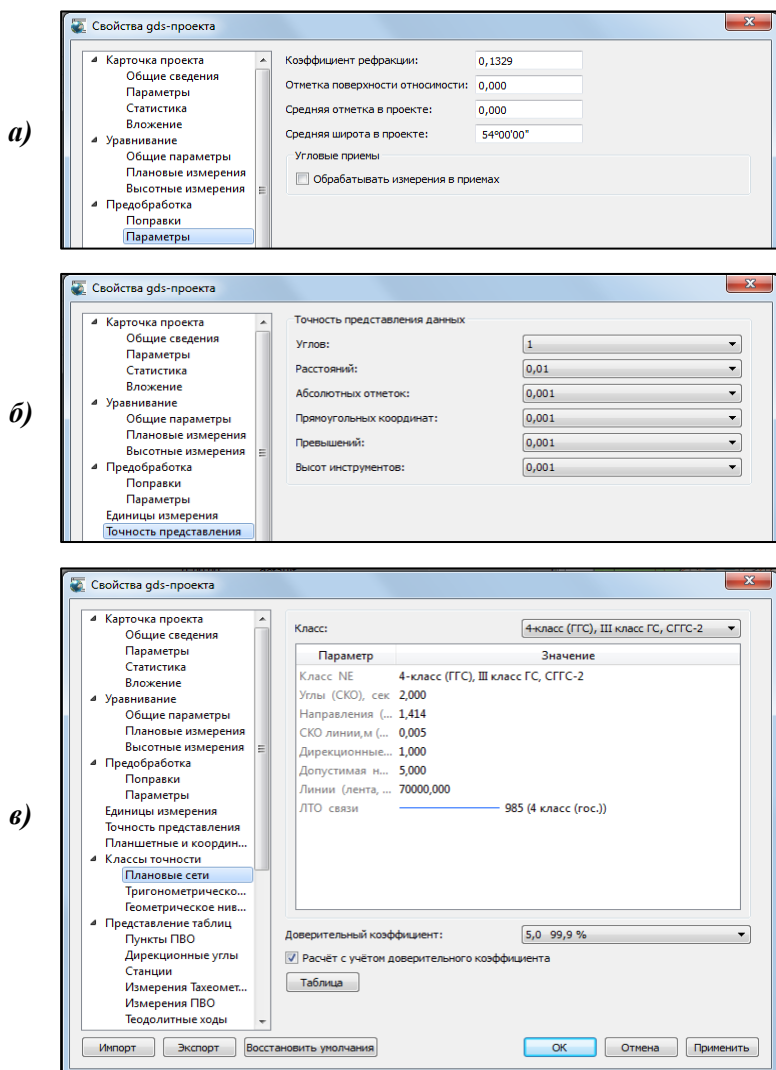


Рисунок 16. Свойства проекта: а) и б) настройка процесса предварительной обработки; в) назначение класса точности

## 2. Загрузка растровой подложки

В меню «Файл/Растровые подложки» необходимо открыть растровую подложку «Трансформирование», созданную при подготовке цифрового картографического материала. При включении функции «Растровые подложки» появляется активное окно «Загрузить растровые подложки» (рис. 17). Тип файла установить «Подложки CREDO-Transform (\*.tmd)» и из своей папки выбрать файл «Трансформирование» и запустить загрузку. После завершения процесса загрузки в графическом окне откроется изображение растра, а во вкладке «Растровые подложки» откроется список фрагментов растровой подложки (рис. 18). Для удобства работы можно оставить включенными только те фрагменты, на которых будет расположена проектируемая сеть (в таблице с исходными данными «Приложение А» во втором пункте указан список фрагментов, на которых необходимо выполнить проектирование).

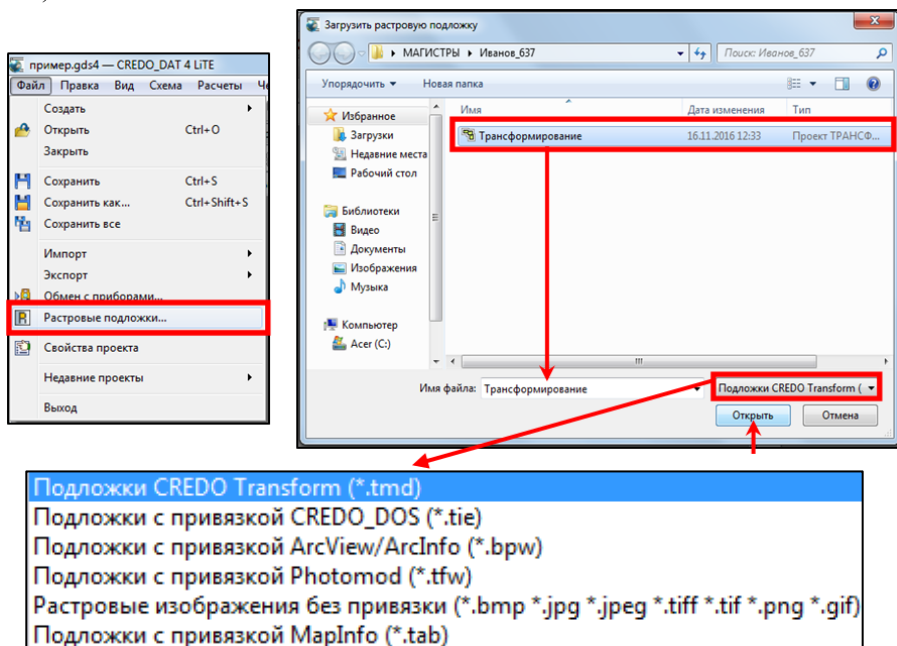
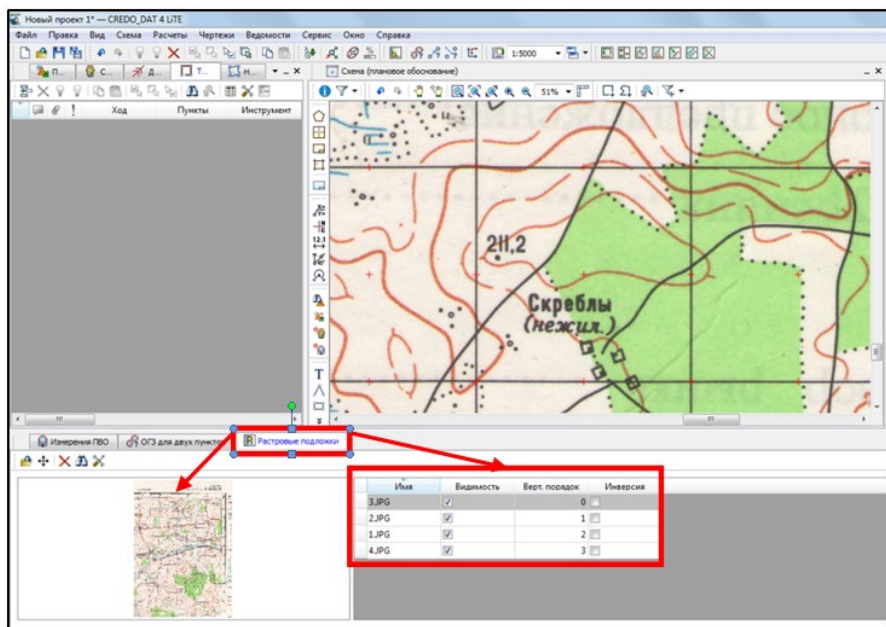


Рисунок 17. Загрузка растровой подложки в проект

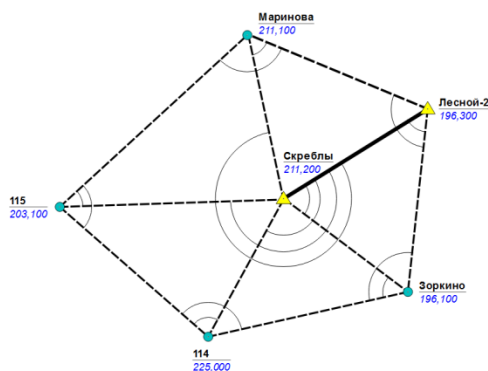


**Рисунок 18.** Загруженная в проекте растровая подложка

### 3. Создание пунктов ПВО

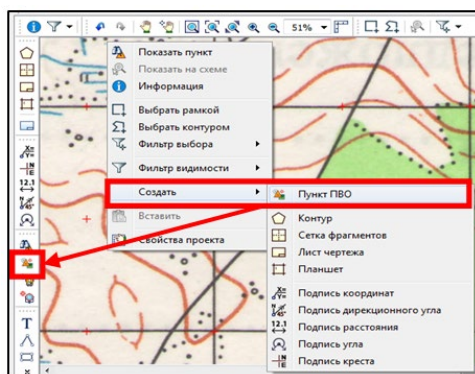
Для создания на карте пунктов ПВО необходимо нажать правую клавишу мыши в графическом окне, при этом появится меню, в котором необходимо выбрать «Создать/Пункт ПВО». Затем левой клавишей мыши указать курсором на примерное положение пункта на карте. Справа от графического окна откроется окно «Свойства» в котором необходимо ввести наименование пункта, его координаты и высоту, определить тип координат и высот (согласно исходных данных). Слева от графического окна во вкладке «Пункты ПВО» будет фиксироваться вводимая информация о пункте. После введения каждого параметра необходимо нажимать на клавишу Enter. Таким образом, сначала создаются исходные пункты ПВО (тип NE и Н назначается как исходный), а затем определяемые (тип NE и Н назначается как рабочий). При создании рабочих (определяемых) пунктов местоположения пункта указывается курсором точно.

Например, для сети, показанной на рисунке 19, требуется создать исходные пункты: Скреблы и Лесной-2, и создать рабочие пункты: Зоркино, 114, 115, Маринова.



**Рисунок 19.** Схема геодезической сети

В графическом окне с помощью мыши вызвать меню, выбрать «Создать/Пункт ПВО», либо на вертикальной панели инструментов графического окна нажать на соответствующую данной функции иконку (рис. 20), при этом курсор приобретет вид перекрестия. На карте с помощью курсора указать положение пункта - вершина холма с отметкой 211,2 м, расположенная северо-восточнее поселка Скреблы. В открывшемся окне «Свойства пункта ПВО» ввести название пункта, его координаты (N и E), тип NE – исходные, отметку Н – 211,200, тип Н – исходный и нажать Enter для сохранения исходных данных. В графическом окне появляется созданный пункт, а во вкладке «Пункты ПВО» - информация о пункте. Аналогично создаем второй исходный пункт – Лесной-2 (рис. 21).



**Рисунок 20.** Включение команды «Создание пункта ПВО»



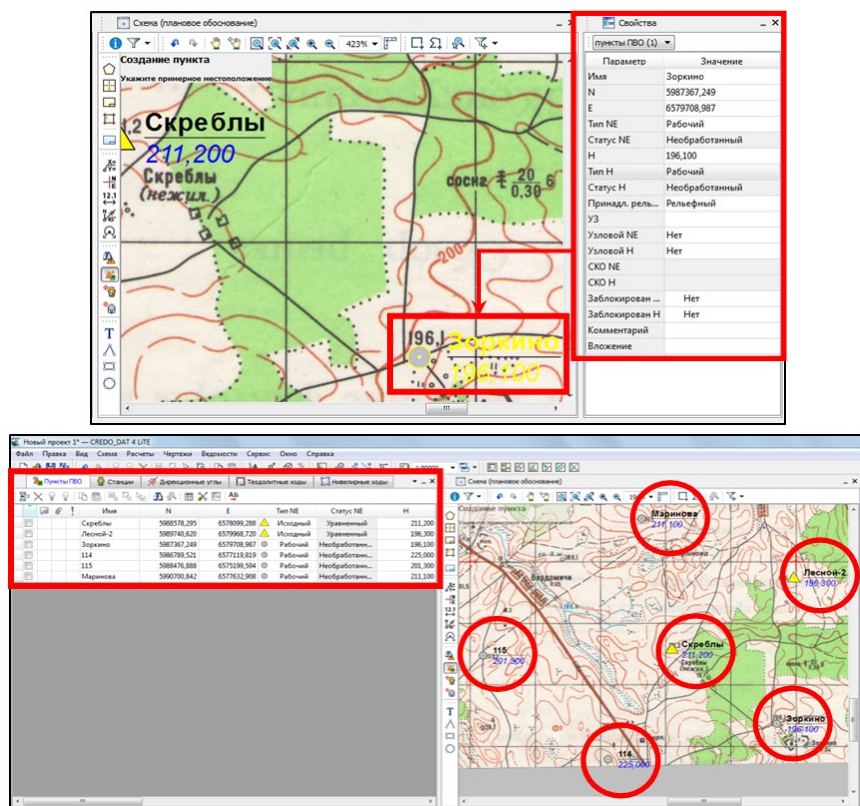


Рисунок 22. Создание в проекте рабочих пунктов ПВО

#### 4. Выполнение необходимых измерений на пунктах ПВО и внесение полученных измерений в проект

Для внесения в проект измерений на станциях ПВО необходимо определить количество станций по схеме сети, порядок их размещения, перечень необходимых измерений на каждой станции. Данные параметры необходимы для правильного уравнивания сети и получения корректных данных. В каждом варианте в исходных данных указана рекомендуемая последовательность станций при расчете сети.

Для выше приведенного примера последовательность станций должна быть следующей: Скреблы – Лесной-2 – Зоркино – 114 – 115 – Маринова. На станции Скреблы во вкладке «Измерения ПВО» в качестве целей должны быть указаны наблюдаемые пункты: Лесной-2, Зоркино, 114, 115 и Маринова. В графе «Горизонтальный лимб»



должны быть указаны значения углов (при этом пункт Лесной-2 имеет нулевое направление, остальные направления измерены относительно него), в графе «Расстояния» расстояния от пункта Скреблы до каждой наблюдаемой цели (кроме расстояния до пункта Лесной-2, так как Скреблы и Лесной-2 являются исходными пунктами ПВО). В графе «Превышения» указывают значение разности отметок наблюдаемого пункта и станции.

Горизонтальные углы и расстояния получают картометрическим способом с использованием инструментов программы: «Расчет угла по трем точкам» и «ОГЗ для двух пунктов».

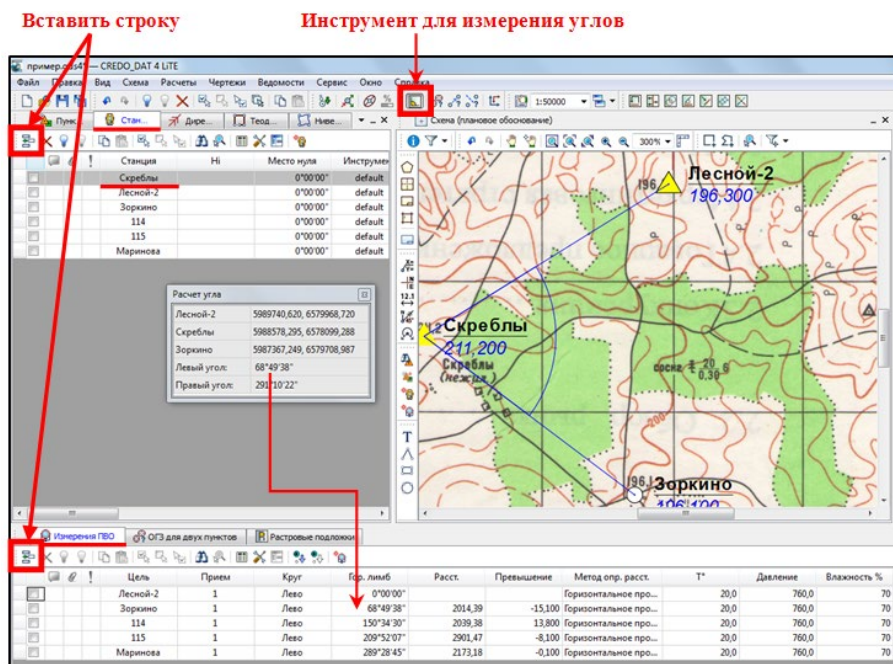
На станции Лесной-2 наблюдаемые цели: Зоркино, Скреблы и Маринова (в качестве начального направления выбран пункт Зоркино). На станции Лесной-2 необходимо измерить углы: Зоркино – Лесной-2 – Скреблы и Зоркино – Лесной-2 – Маринова; измерить расстояния – Лесной-2 – Зоркино и Лесной-2 – Маринова (Лесной-2 – Скреблы не измеряют, так как это исходные пункты ПВО); вычислить превышения: Лесной-2 – Зоркино и Лесной-2 – Маринова (Лесной-2 – Скреблы не вычисляют, так как это исходные пункты ПВО). И так далее согласно схеме сети определяют необходимые измерения на других станциях.

Для внесения данных в проект необходимо включить вкладку «Станции». С помощью инструмента «Вставить строку» создать новую строку, в которую указать наименование станции. Таким образом создать необходимое количество станций, расположив их в том порядке, который рекомендован в исходных данных.

На каждой станции во вкладке «Измерения ПВО» ввести наблюдаемые цели, начиная с нулевого направления и далее по ходу часовой стрелки. С помощью инструмента «Расчет угла по трем точкам», расположенного на панели инструментов, измерить значения левых углов. При включении инструмента «Расчет угла по трем точкам» на экране появляется активное окно «Расчет угла». С помощью курсора в графическом окне указывают последовательно на пункт начального направления (Лесной-2), на вершину измеряемого угла (Скреблы), затем на последующее направление (Зоркино). В окне «Расчет угла» отобразится последовательность захвата точек, их координаты, левый и правый измеренные углы. Для копирования значения угла курсор необходимо установить на значение левого угла, при этом он выделится рамкой и с помощью комбинации клавиш Ctrl+C скопировать



значение угла. Установить курсор в графу «Горизонтальный лимб» в строку «Зоркино» и с помощью комбинации клавиш Ctrl+V вставить значение в таблицу «Измерения ПВО». Либо значение измеренного левого угла можно ввести с клавиатуры, разделяя пробелом градусы, минуты и секунды. Затем курсором в графическом окне указывают пункты для следующего измеряемого угла (Лесной-2 – Скреблы – 114), при этом значения в окне «Расчет угла» обновятся. Таким образом, вносят все необходимые измерения углов на станции (рис. 23).

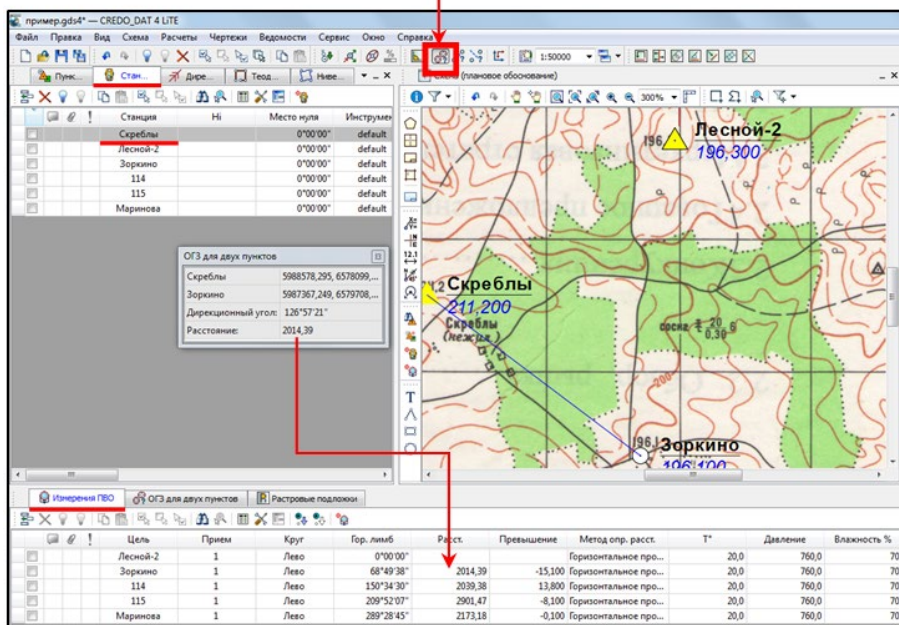


**Рисунок 23.** Внесение в проект измеренных углов на станции ПВО

Измерение расстояний выполняют с помощью инструмента «ОГЗ для двух пунктов». При включении данной функции появляется активное окно «ОГЗ для двух пунктов». Для измерения расстояния в графическом окне необходимо курсором указать начальный и конечный пункты. При этом в активном окне появятся данные о пунктах и значение расстояния (рис. 24). Данное значение необходимо внести в

таблицу «Измерения ПВО» в графу «Расстояния». Между исходными пунктами расстояния не определяют.

### Инструмент для измерения расстояний



**Рисунок 24.** Внесение в проект измеренных расстояний на станции ПВО

Превышения на станции вносят по результатам вычислений. Превышение между пунктами определяют как разность отметок конечного и начального пунктов. Начальным пунктом является станция, с которой выполняют измерения, а конечным пунктом цель визирования при измерении. Между исходными пунктами превышение не определяют. Таким образом, вносят все необходимые измеренные расстояния и вычисленные превышения на станции.

Аналогично вносят результаты измерений на другие станции. Для рассматриваемого примера все измерения на станциях приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Внесение в проект результатов измерений на станциях ПВО

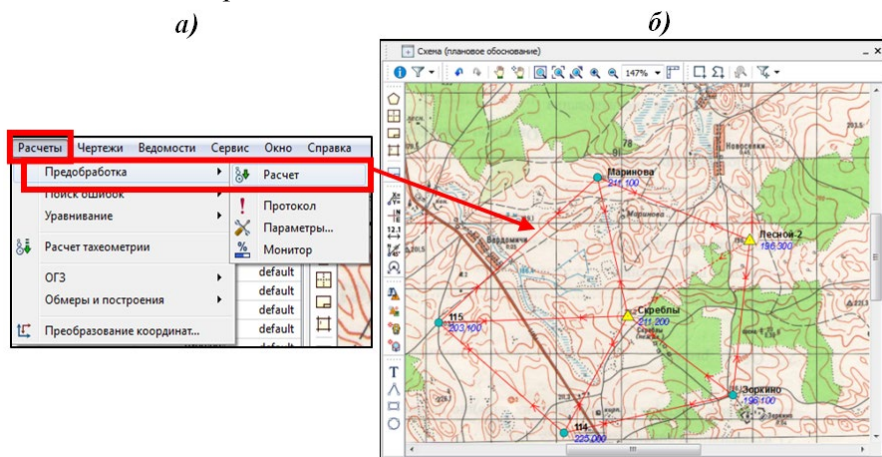
Измерения ПВО					
Цель	Прием	Круг	Гор.лимб	Расстояние	Превышение
<b>Станция Скреблы</b>					
Лесной2	1	Лево	0°00'00"		
Зоркино	1	Лево	68°49'38"	2014,39	15,100
114	1	Лево	150°34'30"	2039,38	13,800
115	1	Лево	209°52'07"	2901,47	8,100
Маринова	1	Лево	289°28'45"	2173,18	0,100
<b>Станция Лесной-2</b>					
Зоркино	1	Лево	0°00'00"	2387,54	-0,200
Скреблы	1	Лево	51°52'59"		
Маринова	1	Лево	106°06'06"	2525,48	14,800
<b>Станция Зоркино</b>					
114	1	Лево	0°00'00"	2652,84	28,900
Скреблы	1	Лево	49°32'03"	2014,39	15,100
Лесной-2	1	Лево	108°49'26"	2387,54	0,200
<b>Станция 114</b>					
115	1	Лево	0°00'00"	2556,26	-21,900
Скреблы	1	Лево	77°23'48"	2039,38	-13,800
Зоркино	1	Лево	126°06'53"	2652,84	28,900
<b>Станция 115</b>					
Маринова	1	Лево	0°00'00"	3296,51	8,000
Скреблы	1	Лево	40°25'23"	2901,47	8,100
114	1	Лево	83°43'59"	2556,26	21,900
<b>Станция Маринова</b>					
Лесной-2	1	Лево	0°00'00"	2525,48	-14,800
Скреблы	1	Лево	55°15'38"	2173,18	0,100
115	1	Лево	115°13'37"	3296,51	-8,000

## 5.Предобработка и уравнивание сети

Перед запуском процесса предобработки и уравнивания необходимо проверить правильность настройки проекта и согласованность внесенных измерений на станциях, а также порядок станций.

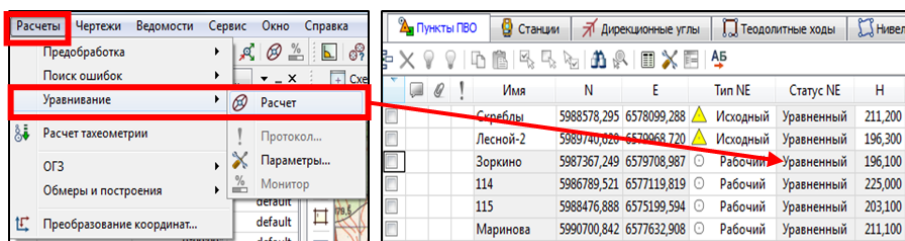
Запуск процесса предобработки можно осуществить через меню «Расчеты/Предобработка/Расчет» либо с панели инструментов, нажав на соответствующую иконку. На экране появится диалоговое окно «Предобработка». С результатами предобработки следует ознакомиться и подтвердить, нажав на «Готово». В результате предобработки в

графическом окне будет изображена схема измерений в сети, а в таблице «Пункты ПВО» все рабочие пункты приобретут статус «Вычисленный» (за исключением исходных). На рисунке 25 показана команда запуска процесса предобработки и схема планового обоснования с выполненными измерениями в сети.



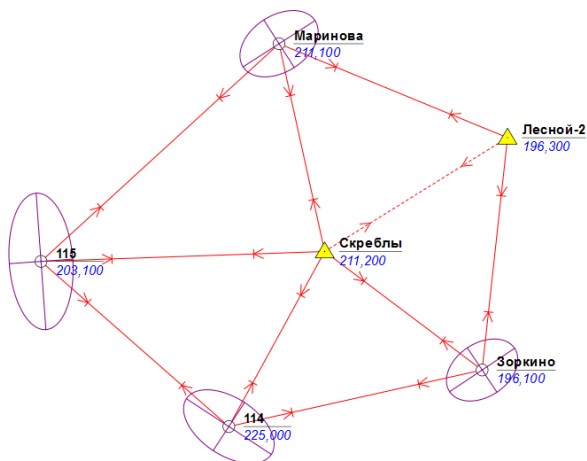
**Рисунок 25.** Предварительная обработка результатов измерений в проекте: а) запуск процесса предварительной обработки; б) схема измерений в сети

Запуск процесса окончательной обработки (уравнивания) можно осуществить через меню «Расчеты/Уравнивание/Расчет» либо с панели инструментов (рис. 26). На экране появится информационное окно «Уравнивание». С результатами окончательной обработки следует внимательно ознакомиться и подтвердить, нажав на «Готово».



**Рисунок 26.** Уравнивание и результаты окончательной обработки проекта сети

В результате уравнивания в таблице «Пункты ПВО» у рабочих пунктов произойдет смена статуса с вычисленного на уравниваемый (рис. 26). В графическом окне «Схема (плановое обоснование)» появится графическое изображение эллипсов ошибок, представляющих совокупность погрешностей положения пунктов ПВО по различным направлениям на плоскости (рис. 27). Эллипсы ошибок определяются тремя параметрами: **a** – большой полуосью; **b** – малой полуосью;  **$\alpha$**  – дирекционным углом большой полуоси.



**Рисунок 27.** Эллипсы ошибок положения определяемых пунктов сети

Форма и ориентировка эллипсов ошибок наглядно выражает распределение ошибок в сети и позволяет определить наиболее слабое место в отношении точности определения координат. Эллипсы ошибок, построенные в графическом окне, также наглядно демонстрируют область вероятного положения определяемых пунктов на плоскости.

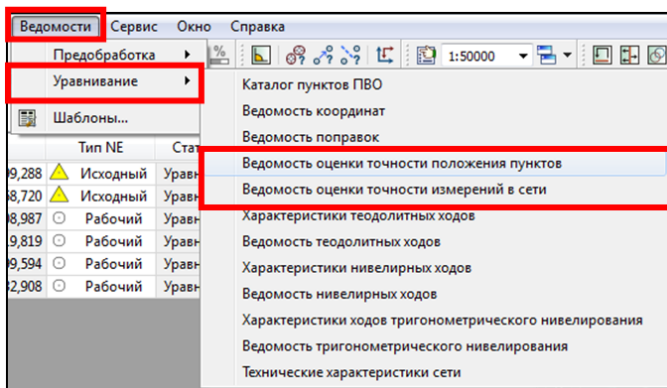
## 6. Анализ полученных результатов

По результатам уравнивания в программе CREDO\_DAT формируются следующие ведомости:

1. Каталог пунктов ПВО;
2. Ведомость координат;
3. Ведомость поправок;
4. Ведомость оценки точности положения пунктов;

5. Ведомость оценки точности измерений в сети;
6. Технические характеристики сети.

Открыть ведомость, например «Ведомость оценки точности положения пунктов», можно по команде в меню программы «Ведомости/Уравнивание/Ведомость оценки точности положения пунктов» (рис. 28).



**Рисунок 28.** Открытие в программе CREDO ведомостей уравнивания

В новом документе будет открыта ведомость (рис. 29, а). В данной ведомости для каждого рабочего пункта приведены: общая ошибка положения пункта ( $M$ ); ошибки положения пункта по осям координат ( $M_x$ ,  $M_y$ ); параметры эллипсов ошибок ( $a$ ,  $b$ ,  $\alpha$ ). Согласно данной ведомости, можем сделать выводы о том, что максимальная ошибка возникает на пункте 115, остальные пункты определяются с ошибкой 0,01. Для детального анализа результатов необходимо ознакомиться с «Ведомостью оценки точности измерений в сети», сгенерированной в программе CREDO (рис. 29, б).

В результате уравнивания измерений в сети были получены среднеквадратические ошибки угловых и линейных измерений не превышающие допустимых (априорных) значений, соответствующих данному классу сети. Следовательно, в результате уравнивания получены корректные координаты определяемых пунктов. Аналогично требуется выполнить анализ полученных данных для своей сети. Ведомости: координат, оценки точности положения пунктов и оценки точности измерений в сети сохранить в свою рабочую папку в форма-

тах \*.rtf, \*.html и в формате рисунка. Проект сети сохранить в личную рабочую папку.

**а) Ведомость оценки точности положения пунктов по результатам уравнивания**

M min	Пункт	M max	Пункт	M средняя
0,01	Зоркино	0,02	115	0,01

Пункт	M	Mx	My	a	b	a	Mh
1	2	3	4	5	6	7	8
114	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	123°14'05"	
115	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	175°53'50"	
Зоркино	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	56°17'28"	
Маринова	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	57°19'11"	

**б) Ведомость оценки точности измерений в сети по результатам уравнивания**

**Ведомость оценки точности плановой сети**

Класс	Линейно: угловая сеть				СКО углов по невязкам в ходах	
	СКО направлений		СКО линий			
	Априорная	Фактич.	Априорная (без ррт)	Фактич.	Априорная	Фактич.
4-класс (ГГС), III класс ГС, СГГС-2	1,4142	0,2587	0,0050	0,0023	5,0000	

**Поправки по результатам уравнивания**

Класс	В измеренные направления					В измеренные расстояния				
	min	Сторона	max	Сторона	Средняя	min	Сторона	max	Сторона	Средняя
4-класс (ГГС), III класс ГС, СГГС-2	0°00'00"	Скребы-Зоркино	0°00'01"	Лесной-2-Скребы	0°00'00"	0,00	Скребы-114	0,00	Скребы-115	0,00

**Рисунок 29. Ведомости оценки точности:**

а) - положения определяемых пунктов; б) – измерений в сети

### 3.4 Проектирование пунктов сгущения

Дополнительно в проекте сети необходимо создать два пункта сгущения. Проектирование пунктов сгущения следует выполнить различными методами: линейно-угловой засечкой, линейной засечкой, прямой и обратной угловой засечкой.

Весь процесс проектирование пунктов сгущения состоит из следующих этапов:

1. проектирование дополнительно двух пунктов сгущения различными методами, предобработка и уравнивание сети;
2. анализ полученных результатов и выбор оптимального метода создания пунктов сгущения;



### 3. создание чертежей.

#### 1. Проектирование пунктов сгущения различными методами

Проектирование дополнительных пунктов сгущения выполняется аналогично проектированию геодезической сети. Определить местоположение пунктов сгущения необходимо самостоятельно. Пункты сгущения должны располагаться внутри ранее созданной сети (рис. 30). Пунктам сгущения присвоить имена: 1 и 2. Тип координат NE - «Предварительный». Отметки пунктов сгущения определяются по карте, тип отметок – «Рабочий» (рис. 30). В графическом окне пункты сгущения будут обозначены условными знаками полигонометрической сети (в виде синих квадратов).

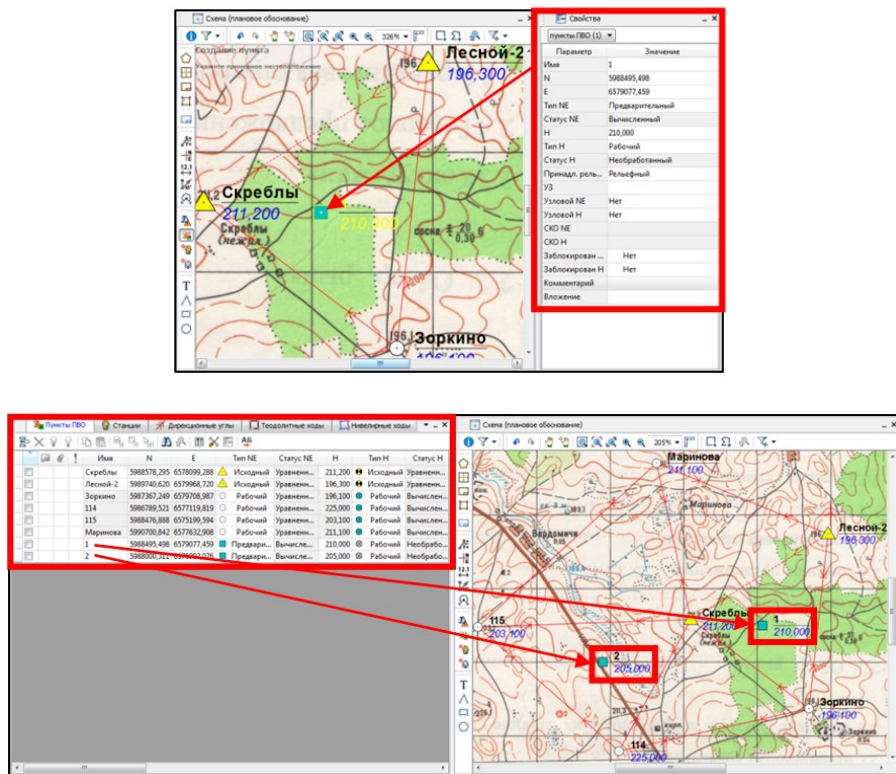


Рисунок 30. Создание пунктов сгущения



Для получения уравненных координат пунктов сгущения необходимо внести в таблицы «Станции» и «Измерения ПВО» результаты картометрических измерений. В «Свойствах проекта» выбрать класс точности плановых сетей – 1 разряд.

При проектировании пунктов сгущения **методом линейно-угловой (комбинированной) засечки** измеряются углы и расстояния. Для данного примера, на станции Скреблы в таблице «Измерения ПВО» добавляют: пункты 1 и 2; значения измеренных горизонтальных левых углов Лесной-2 – Скреблы – 1 и Лесной-2 – Скреблы– 2; значения измеренных расстояний Скреблы – 1 и Скреблы – 2 (рис. 31). На станции Лесной-2 и Зоркино добавляют пункт 1, измеренные соответственно углы Зоркино – Лесной-2 – 1 и 114 – Зоркино – 1, а также расстояния Лесной-2 – 1 и Зоркино – 1 (рис. 31). На станции 114 и 115 добавляют пункт 2, углы 115 – 114 – 2 и Маринова – 115 – 2, расстояния 114 – 2 и 115 – 2 (рис. 32). Измерение горизонтальных углов и расстояний выполняют с помощью инструментов «Расчет угла по трем точкам» и «ОГЗ для двух пунктов».

Станция Скреблы:

Измерения ПВО						
ОГЗ для двух пунктов						
Растровые подложки						
	Цель	Прием	Круг	Гор. лимб	Расст.	Превышение
	Лесной-2	1	Лево	0°00'00"		
	Зоркино	1	Лево	68°49'38"	2014,39	-15,100
	114	1	Лево	150°34'30"	2039,38	13,800
	115	1	Лево	209°52'07"	2901,47	-8,100
	Маринова	1	Лево	289°28'45"	2173,18	-0,100
	1	1	Лево	36°42'35"	981,67	-1,200
	2	1	Лево	186°06'05"	1329,43	-6,200

Станция Лесной-2:

Измерения ПВО						
ОГЗ для двух пунктов						
Растровые подложки						
	Цель	Прием	Круг	Гор. лимб	Расст.	Превышение
	Зоркино	1	Лево	0°00'00"	2387,54	-0,200
	Скреблы	1	Лево	51°52'59"		
	Маринова	1	Лево	106°06'06"	2525,48	14,800
	1	1	Лево	29°20'59"	1531,23	13,700

Станция Зоркино:

Измерения ПВО						
ОГЗ для двух пунктов						
Растровые подложки						
	Цель	Прием	Круг	Гор. лимб	Расст.	Превышение
	Зоркино	1	Лево	0°00'00"	2387,54	-0,200
	Скреблы	1	Лево	51°52'59"		
	Маринова	1	Лево	106°06'06"	2525,48	14,800
	1	1	Лево	29°20'59"	1531,23	13,700

**Рисунок 31.** Внесение в проект результатов измерений на станциях: Скреблы, Лесной-2 и Зоркино при проектировании пунктов сгущения методом линейно-угловых засечек

Станция 114:

Измерения ПВО							
ОГЗ для двух пунктов							
Растровые подложки							
	Цель	Прием	Круг	Гор. лимб	Расст.	Превышение	
	115	1	Лево	0°00'00"	2556,26	-21,900	
	Скреблы	1	Лево	77°23'48"	2039,38	-13,800	
	Зоркино	1	Лево	126°06'53"	2652,84	28,900	
	2	1	Лево	38°29'54"	1230,21	-20,000	

Станция 115:

Измерения ПВО							
ОГЗ для двух пунктов							
Растровые подложки							
	Цель	Прием	Круг	Гор. лимб	Расст.	Превышение	
	Маринова	1	Лево	0°00'00"	3296,51	8,000	
	Скреблы	1	Лево	40°25'23"	2901,47	8,100	
	114	1	Лево	83°43'59"	2556,26	21,900	
	2	1	Лево	58°03'53"	1767,93	1,900	

**Рисунок 32.** Внесение в проект дополнительных результатов измерений на станциях: 114 и 115 при проектировании пунктов 1 и 2 методом линейно-угловых засечек

Перед запуском процесса предварительной обработки и окончательного уравнивания сети необходимо в «Свойствах проекта» изменить «Класс точности плановых сетей» на 1-й разряд. Затем выполняют предобработку (запуск предобработки осуществляется по команде «Расчеты/Предобработка/Расчет») и окончательное уравнивание сети (по команде «Расчеты/Уравнивание/Расчет»). Ведомости оценки точности положения пунктов и оценки точности измерений в сети сохраняют в свою рабочую папку с расширением rtf, присвоив им имена «Ведомость1\_ЛУЗ» и «Ведомость2\_ЛУЗ». Проект необходимо сохранить в свою папку под именем «Проект\_сети\_сгущения».

При проектировании пунктов сгущения **методом линейной засечки** измеряются только расстояния. Для данного примера, на станции Скреблы в таблице «Измерения ПВО» удаляют значения измеренных углов Лесной-2 – Скреблы – 1 и Лесной-2 – Скреблы – 2 (рис. 33). На станции Лесной-2 и Зоркино на пункте 1 удаляют измеренные углы Зоркино – Лесной-2 – 1 и 114 – Зоркино – 1. На станции 114 и 115 исключают на пункте 2 углы 115 – 114 – 2 и Маринова – 115 – 2. Затем выполняют предобработку и уравнивание. Изучают ведомости оценки точности положения пунктов и оценки точности измерений в сети и сохраняют в свою рабочую папку с расширением rtf, присвоив им имена «Ведомость1\_ЛЗ» и «Ведомость2\_ЛЗ».

**Пункты ПВО**

Станция	Место нуля	Инструмент	T	Давление	Влажность %	Метод опр. раст
Скреблы	0°00'00"	default	20,0	760,0	70	Горизонтально...
Лесной-2	0°00'00"	default	20,0	760,0	70	Горизонтально...
Зоркино	0°00'00"	default	20,0	760,0	70	Горизонтально...
114	0°00'00"	default	20,0	760,0	70	Горизонтально...
115	0°00'00"	default	20,0	760,0	70	Горизонтально...
Маринова	0°00'00"	default	20,0	760,0	70	Горизонтально...

**Измерения ПВО**

Цель	Прием	Круг	Гор. лимб	Расст.	Превышение
Лесной-2	1	Лево	0°00'00"		
Зоркино	1	Лево	68°49'38"	2014,39	-15,100
114	1	Лево	150°34'30"	2039,38	13,800
115	1	Лево	209°52'07"	2901,47	-8,100
Маринова	1	Лево	289°28'45"	2173,18	-0,100
1	1	Лево		981,67	-1,200
2	1	Лево		1329,43	-6,200

**Рисунок 33.** Исключение углов из проекта при проектировании пунктов сгущения методом линейной засечки

Для создания пунктов сгущения **методом прямой угловой засечки** потребуется измерить только углы. Для реализации данного проекта необходимо открыть «Проект\_сети\_сгущения» из своей рабочей папки. В этом проекте из таблицы «Измерения ПВО» исключить на станции Скреблы значения измеренных расстояний Скреблы – 1 и Скреблы – 2; на станциях Лесной-2 и Зоркино – расстояния Лесной-2 – 1 и Зоркино – 1; на станциях 114 и 115 - расстояния 114 – 2 и 115 – 2. Затем запустить процесс предобработки и уравнивания и сохранить в свою рабочую папку ведомости оценки точности положения пунктов и оценки точности измерений, присвоив им имена «Ведомость1\_ПУЗ» и «Ведомость2\_ПУЗ».

При проектировании пунктов 1 и 2 **методом обратной угловой засечки** необходимо в проекте «Проект\_сети\_сгущения» на станциях Скреблы, Лесной-2, Зоркино, 114 и 115 из таблицы «Измерения ПВО» удалить строчки с пунктами 1 и 2. В таблице «Станции» добавить станции 1 и 2. На станции 1 в таблице «Измерения ПВО» создают строки с пунктами Лесной-2, Зоркино, Скреблы (пункт Лесной-2 принимают за нулевое направление). С помощью инструмента «Расчет угла по трем точкам» измеряют горизонтальные левые углы Лесной-2 – 1 – Зоркино и Лесной-2 – 1 – Скреблы. Результаты измерений занос

сят в соответствующие строки таблицы, вычисляют превышения и вводят полученные значения в графу «Превышение» (рис. 34).

Пункты ПВО
Станции
Дирекционные углы
Теодолитные ходы
Нивелирные ходы

Станция	Место нуля	Инструмент	T	Давление	Влажность %	Метод опр. расст
Скреблы	0°00'00"	default	20,0	760,0	70	Горизонтально...
Лесной-2	0°00'00"	default	20,0	760,0	70	Горизонтально...
Зоркино	0°00'00"	default	20,0	760,0	70	Горизонтально...
114	0°00'00"	default	20,0	760,0	70	Горизонтально...
115	0°00'00"	default	20,0	760,0	70	Горизонтально...
Маринова	0°00'00"	default	20,0	760,0	70	Горизонтально...
1	0°00'00"	default	20,0	760,0	70	Горизонтально...
2	0°00'00"	default	20,0	760,0	70	Горизонтально...

Измерения ПВО
ОГЗ для двух пунктов
Растровые подложки

Цель	Прием	Круг	Гор. лимб	Расст.	Превышение
Лесной-2	1	Лево	0°00'00"		-13,700
Зоркино	1	Лево	115°10'02"		-13,900
Скреблы	1	Лево	239°14'35"		1,200

**Рисунок 34.** Измерения на станции 1 при проектировании пунктов сгущения методом обратной угловой засечки

Для станции 2 в таблице «Измерения ПВО» создают строки Скреблы, 114, 115 (Скреблы – нулевое направление). Измеряют углы Скреблы – 2 – 114, Скреблы – 2 – 115 и полученные значения левых измеренных углов заносят в таблицу (рис. 35). Заполняют графу «Превышения».

Пункты ПВО
Станции
Дирекционные углы
Теодолитные ходы
Нивелирные ходы

Станция	Место нуля	Инструмент	T	Давление	Влажность %	Метод опр. расст
Скреблы	0°00'00"	default	20,0	760,0	70	Горизонтально...
Лесной-2	0°00'00"	default	20,0	760,0	70	Горизонтально...
Зоркино	0°00'00"	default	20,0	760,0	70	Горизонтально...
114	0°00'00"	default	20,0	760,0	70	Горизонтально...
115	0°00'00"	default	20,0	760,0	70	Горизонтально...
Маринова	0°00'00"	default	20,0	760,0	70	Горизонтально...
1	0°00'00"	default	20,0	760,0	70	Горизонтально...
2	0°00'00"	default	20,0	760,0	70	Горизонтально...

Измерения ПВО
ОГЗ для двух пунктов
Растровые подложки

Цель	Прием	Круг	Гор. лимб	Расст.	Превышение
Скреблы	1	Лево	0°00'00"		6,200
114	1	Лево	105°34'31"		20,000
115	1	Лево	221°24'31"		-1,900

**Рисунок 35.** Измерения на станции 2 при проектировании пунктов сгущения методом обратной угловой засечки

Выполняют предобработку и уравнивание и сохраняют в свою рабочую папку ведомости оценки точности положения пунктов и оценки точности измерений, присвоив им имена «Ведомость1\_ОУЗ» и «Ведомость2\_ОУЗ».

## 2. Анализ полученных результатов и выбор оптимального метода развития сети

Для выбора оптимального метода развития сети необходимо проанализировать ведомости оценки точности положения пунктов и ведомости оценки точности измерений в сети, полученные при различных вариантах проектирования.

В таблице 3 приведена сводная ведомость оценки точности положения пунктов по различным вариантам. Оценка точности положения пунктов осуществляется по общей ошибке **М** положения определяемых пунктов, которая складывается из ошибок по осям **М<sub>х</sub>** и **М<sub>у</sub>**.

В таблице 4 приведена сводная ведомость оценки точности измерений в сети по результатам уравнивания различных вариантов. Оценка точности измерений в сети производится по фактической среднеквадратической ошибке направлений и линий в уравненной сети. Априорные (допустимые) значения СКО (среднеквадратическая ошибка) направлений и линий назначаются в программе в зависимости от класса точности проектируемой сети. Для сети сгущения 1 разряда априорная СКО направлений соответствует 3,5355, линий – 0,0070.

Таблица 3 – Сводная ведомость оценки точности положения определяемых пунктов в сети по результатам уравнивания

Пункты	Ошибка положения пункта, <b>М</b>			
	линейно-угловая засечка	линейная засечка	прямая угловая засечка	обратная угловая засечка
1	0,01	0,01	0,01	0,01
2	0,01	0,01	0,02	0,01
114	0,01	0,01	0,01	0,01
115	0,01	0,01	0,01	0,01
Зоркино	0,01	0,01	0,01	0,01
Маринова	0,01	0,01	0,01	0,01

Таблица 4 – Сводная ведомость оценки точности измерений в сети по результатам уравнивания

Метод проектирования пунктов	Среднеквадратическая ошибка (СКО)			
	направлений		линий	
	априорная	фактическая	априорная	фактическая
линейно-угловая засечка	3,5355	0,3380	0,0070	0,0013
линейная засечка	3,5355	0,3183	0,0070	0,0012
прямая угловая засечка	3,5355	0,3137	0,0070	0,0013
обратная угловая засечка	3,5355	0,3157	0,0070	0,0013

Анализируя полученные результаты уравниваний, можно сделать выводы, что наиболее лучшим вариантом развития сетей сгущения является метод прямой угловой засечки, так как фактическая СКО направлений в сети соответствует 0,3137, а СКО линий – 0,0013. Данные ошибки по различным вариантам являются минимальными и меньше априорных (допустимых) для данного разряда сети. Ошибки положения пунктов в сети практически во всех вариантах имеют одинаковые значения, за исключением прямой угловой засечки. С точки зрения трудозатрат, угловые измерения производить менее затратно, чем линейные или комбинированные. Для прямой угловой засечки определение положения пунктов осуществляется по углам, измеренным с пунктов с известными координатами до определяемой точки. Для реализации проекта на местности при создании пунктов сгущения достаточно подобрать соответствующий по точности угломерный геодезический прибор (теодолит или тахеометр).

Для выбранного метода проектирования пунктов сети сгущения необходимо сохранить проект в свою рабочую папку, присвоив ему имя «Проект\_сети\_сгущения». Для данного проекта также сохранить следующие ведомости:

1. Каталог пунктов ПВО;
2. Ведомость координат;
3. Ведомость поправок;
4. Ведомость оценки точности положения пунктов;
5. Ведомость оценки точности измерений в сети;
6. Технические характеристики сети.

### 3.Создание чертежей

Графическая часть курсового проекта должна включать в себя следующие чертежи:

1. Проект геодезической сети 4 класса (плановая геодезическая сеть с растровой подложкой, ведомость координат пунктов);
2. План-схема геодезической сети 4 класса (геодезическая сеть 4 класса с отображенными эллипсами ошибок и без растровой подложки, ведомость оценки точности положения пунктов, ведомость оценки точности измерений в сети);
3. Проект пунктов сгущения 1 разряда (геодезическая сеть с пунктами сгущения на растровой подложке, ведомость координат пунктов);
4. План-схема сети сгущения 1 разряда (геодезическая сеть с пунктами сгущения с отображенными эллипсами ошибок без растровой подложки, ведомость оценки точности положения пунктов, ведомость оценки точности измерений в сети).

Для подготовки и выпуска чертежей необходимо выполнить следующие действия.

В графическом окне с помощью правой клавиши вызвать меню, выбрать команду «Фильтр видимости/Изменить текущий фильтр». В появившемся окне «Фильтр видимости элементов» во вкладке «Элементы схемы» отключить флажок видимости эллипсов ошибок (на рис. 36).

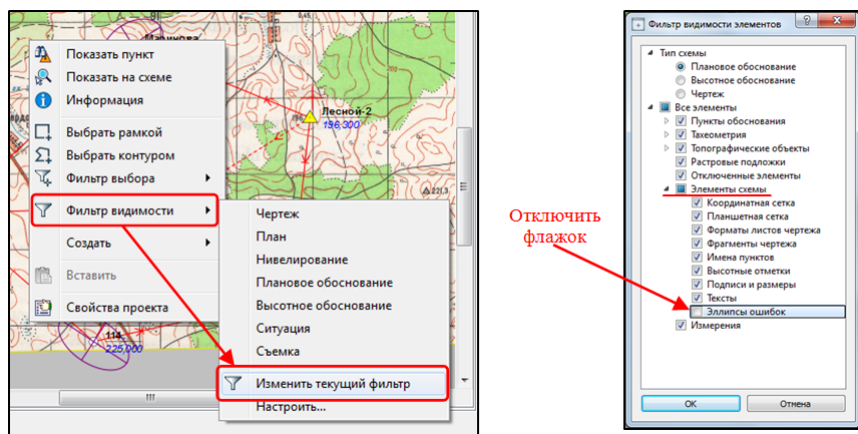


Рисунок 36. Изменение фильтра видимости

В меню «Чертежи» активизировать команду «Создать область чертежа/Контур» (рис. 37, а), переместить курсор в графическое окно (он приобретет вид перекрестия с желтым пятиугольником при нем). По аналогии с действиями при создании контуров видимости определите область изображения, которую необходимо распечатать, при этом границы контура будут обозначены синим цветом (рис. 37, б). Для замыкания контура необходимо подвести курсор в режиме захвата к его первой точке, при замыкании контура граница изменит свой цвет на желтый с черными маркерами по периметру (рис. 37, в). При необходимости границы фрагментов можно отредактировать, но только при активной границы фрагмента.

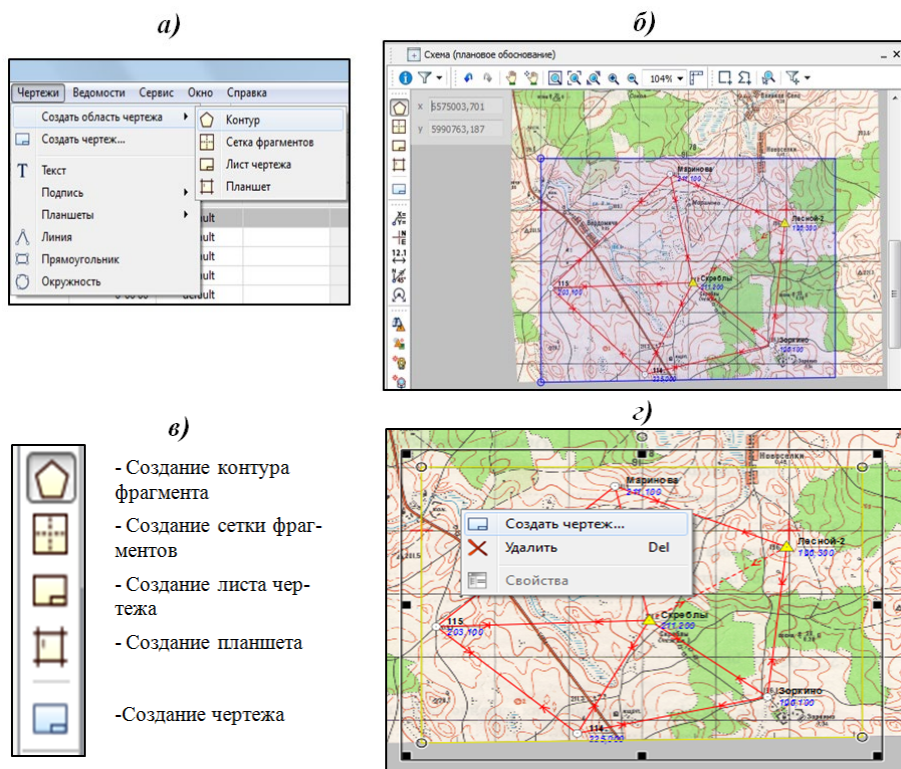
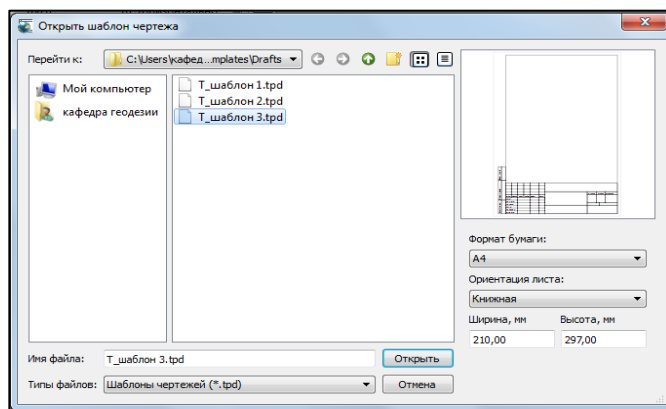


Рисунок 37. Создание чертежа



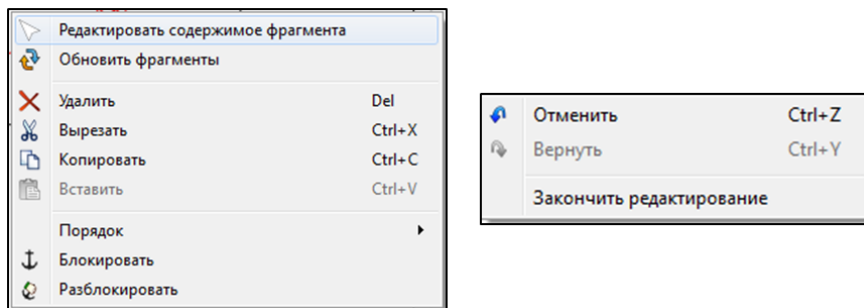
В меню «Чертежи» выбрать команду «Создать лист чертежа» при этом появится окно «Открыть шаблон чертежа» (рис. 38). В этом окне выбирают шаблон чертежа из предложенных, необходимо выбрать: «Т\_шаблон 3.tpd», формат чертежа «А3» либо «А4» (в зависимости от размера фрагмента), ориентировку чертежа «Книжная» и выполнить команду «Открыть».



**Рисунок 38.** Диалоговое окно выбора шаблона чертежа

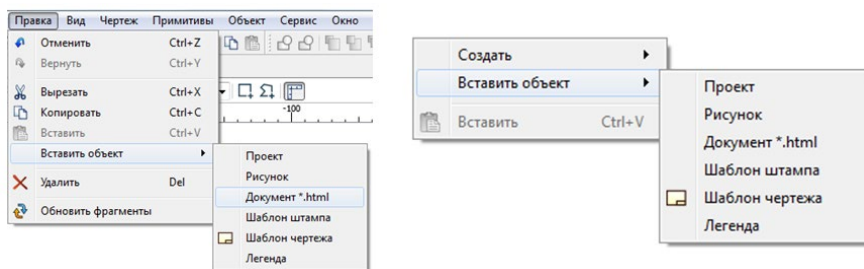
В графическом окне проекта появится шаблон чертежа. В меню «Чертежи» выбрать команду «Выпустить чертеж», при этом в нижней строке состояния появится второй значок CREDO – это окно чертежа. Если окно чертежа не откроется автоматически, то открыть чертеж можно переключив одно окно на другое. Все команды по созданию контура фрагмента, листа чертежа можно подключать с вертикальной панели инструментов графического окна (рис. 37, в) либо, вызвав всплывающее окно в графическом окне. Отредактировать положение фрагмента на листе чертежа можно, активировав фрагмент и переместив его. С помощью команды «Редактировать содержимое фрагмента» осуществляется редактирование надписей пунктов, размера стрелки-указателя (рис. 39). На активном фрагменте с помощью правой кнопки мыши вызвать всплывающее диалоговое окно, в котором выбрать команду «Редактировать содержимое фрагмента». Уменьшить размер стрелки-указателя, переместить его ближе к чертежу. Переместить наименование пунктов так, чтобы они не перекрывались постро-

ениями. По завершению редактирования во всплывающем окне дают команду о завершении редактирования.




**Рисунок 39.** Включение команды редактирования содержимого фрагмента

Разместить на чертеже ведомость координат пунктов ПВО можно из главного меню по команде «Правка/Вставить объект» и выбрав «Документ \*.html» (рис. 40), либо вызвав на графическом окне всплывающее меню. Если ведомости были сохранены как рисунки, то вставляемый объект – рисунок. С помощью кнопок мыши можно перемещать таблицу на чертеже и изменять ее размеры.



**Рисунок 40.** Вставка на чертеж ведомостей

Создать на чертеже надпись можно с помощью инструментального средства «Тексты» , расположенного на панели инструментов. Выбор стиля, цвета и размера шрифта осуществляется в окне «Свойства». Редактирование штампа происходит в окне «Свойства». Для

этого курсор необходимо установить на штамп и нажать правую клавишу. В правом окне «Свойства» будут открыты все заполняемые поля штампа. На рисунке 41 приведен пример заполнения штампа для чертежа 1. Примеры оформления чертежей приведены в приложении Б (рис. В.1 – В.4).

						Автоматизированное проектирование геодезических сетей			
						Проект геодезической сети 4 класса Участок №4. Скребцы Проектируемые пункты 114, 115, Зоркино и Маринова	Стадия	Масса	Масштаб
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата		проект		50000
ГИП									
Нач. отд.									
Гл. техн.							Лист: 1	Листов: 4	
Рук. гр.						Интерактивное проектирование геодезических сетей в программном комплексе CREDO	Министерство сельского хозяйства РФ ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ		
Инженер	Иванов А.С.			10.10.16					
Н. контр.	Солонько Е.В.			10.10.16					

Свойства

листы чертежа (1)

Параметр	Значение
Имя шаблона	C:/Users/кафедра геодезии/Documents/CREDO_DAT 4/T...
Формат листа	A4
Ориентация ли...	Книжная
Ширина, мм	210,000
Высота, мм	297,000
Угол поворота,...	0,000
X	131476,814
Y	119850,410
Ведомство	Министерство сельского хозяйства РФ
Взам. инв. N	
Вид съемки (ст...	Интерактивное проектирование
Вид съемки (ст...	геодезических сетей
Вид съемки (ст...	в программном комплексе CREDO
ГИП	
Гл. технолог	
Дата ГИП	
Дата Инж.	10.10.16
Дата Н.контр.	10.10.16
Дата Нач.отд.	
Дата Рук.гр.	
Дата Техн.	
Инв. N подл.	
Инженер	Иванов А.С.
Лист	1
Листов	4
Масса	
Масштаб	50000
Н. контроль	Солонько Е.В.
Название прое...	Проект геодезической сети 4 класса
Название прое...	Участок №4. Скреблы
Название прое...	Проектируемые пункты 114, 115, Зоркино и Маринова
Название прое...	
Нач.отдела	
Организация	ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ
Подп. и дата	
Рук. группы	
Стадия	проект
Шифр проекта	Автоматизированное проектирование геодезических с...

Рисунок 41. Заполнение штампа на чертеже

## 4 Выбор геодезического оборудования и типа знаков

Для предварительного расчета ожидаемой точности проектируемой сети должны быть известны предусмотренные инструкцией для данного класса или разряда точность измерения углов и линий, допустимые значения длин и углов в сети, а также количество проектируемых пунктов, минимальные и максимальные длины по проекту.

### 4.1 Предварительный расчет точности проектируемой сети. Выбор геодезического оборудования

#### Предварительный расчет точности проектируемой сети

Государственная геодезическая плановая сети делятся на сети 1, 2, 3 и 4-го классов. Самым высоким по точности является 1-й класс. Подразделение на классы производится по точности измерения горизонтальных углов и расстояний. В таблице 5 приведены значения допустимых погрешностей в плановых сетях, регламентируемые соответствующими нормативными документами (руководствами и инструкциями).

Таблица 5 - Значения допустимых погрешностей в плановых геодезических сетях

Класс сети	Длины сторон, км	Средняя квадратическая погрешность	
		измерения угла, сек.	измерения выходной стороны
1	20-25	0,7	1:400 000
2	7-20	1,0	1:300 000
3	5-8	1,5	1:200 000
4	2-5	2,0	1:200 000

Сети сгущения подразделяются на аналитические сети 1-го и 2-го разрядов и полигонометрические сети 1-го и 2-го разрядов.

Аналитические сети представляют собой цепочки треугольников либо сплошные сети *триангуляции* и *трилатерации*, а также отдельные точки, получаемые засечками с пунктов государственной сети. Для сети 2-го разряда могут быть использованы и пункты 1-го разряда.

*Полигонометрические сети* представляют собой одиночные ходы либо системы ходов, проложенных между пунктами высших разрядов или классов. При этом могут быть построены одиночные поли-

гонометрические ходы, системы полигонометрических ходов с одной или несколькими узловыми точками, системы ходов в виде полигонов и др.

В таблице 6 приведены характеристики сетей сгущения 1-го и 2-го разрядов.

Таблица 6 - Характеристики плановых сетей сгущения 1-го и 2-го разрядов

Характеристика сети	Аналитическая сеть		Полигонометрия	
	1 разряд	2 разряд	1 разряд	2 разряд
Длина сторон, км	0,50-5,00	0,25-3,00	0,12-0,80	0,08-0,35
Предельная длина хода, км	-	-	5	2-3
Углы в треугольниках: - в сплошной сети - в цепочке	не менее 20 <sup>0</sup> 30 <sup>0</sup>	не менее 20 <sup>0</sup> 30 <sup>0</sup>	-	-
Средне квадратическая погрешность измерения горизонтального угла	5 <sup>//</sup>	10 <sup>//</sup>	5 <sup>//</sup>	10 <sup>//</sup>
Угловые невязки в треуголь- никах	20 <sup>//</sup>	40 <sup>//</sup>	-	-
Относительная погрешность измерения сторон	1:50 000	1:25 000	1:10 000	1:5 000
Относительная невязка хода	-	-	1:10 000	1:5 000

Для ранее приведенного примера требовалось запроектировать сеть 4 класса (пункты: 114, 115, Зоркино, Маринова) и два пункта (№1 и №2) сети сгущения 1 разряда. Согласно требованиям, предъявляемым к сетям 4 класса (таблица 4), и результатов измерений на станциях ПВО (таблица 1) можно сделать выводы о соответствии допустимых длин сторон в сети (по проекту минимальная длина стороны - 2014,39 м, максимальная - 3296,51 м, а допустимая - от 2 до 5 км). При проектировании пунктов сгущения минимальная длина стороны треугольника составила 981,67 м, максимальная - 1767,93 м (рисунки 31 и 32), что соответствует предъявляемым требованиям (0,5-5 км). Углы в треугольниках сети соответствуют требованиям (отсутствуют углы, имеющие значение менее 20<sup>0</sup>).

В результате проектирования сети и математической обработки измерений в программе CREDO\_DAT формируются следующие выходные документы:

- Каталог ПВО, в котором содержатся координаты уравниваемых пунктов, длины линий, дирекционные углы сторон сети планово-высотного обоснования.
- Ведомость координат, которая содержит координаты и абсолютные отметки всех пунктов планово-высотного обоснования.
- Ведомость оценки точности положения пунктов по результатам уравнивания содержит средние квадратические ошибки (СКО) планового и высотного положения пунктов сети, а также размеры эллипсов ошибок (размеры малой и большой полуосей, дирекционный угол наклона полуосей).
- Ведомость оценки точности измерений в сети по результатам уравнивания - содержит оценку точности измерений, включая СКО измерения углов, линий и превышений, вычисленные при решении уравнений поправок по стандартным формулам МНК (уравнивание выполняется параметрическим способом по критерию минимизации суммы квадратов поправок в измерения).
- Ведомости поправок - содержат вычисленные по результатам уравнивания поправки в направления, линии и превышения сторон сети ПВО.

В результате анализа ведомостей оценки точности измерений в сети 4 класса и оценки точности положения пунктов самым слабым местом в сети является пункт 115 (СКО положения этого пункта имеет максимальное значение 0,02), так как этот пункт является наиболее удаленным от базисной стороны. Относительная погрешность измерения сторон в сети составила 1:434 000, что в два раза меньше допустимой (согласно требований относительная ошибка не должна превышать 1:200 000). В результате проектирования пунктов сгущения, самым слабым оказался пункт №2, тем не менее средние квадратические ошибки измерения углов и линий не превышают допустимых. Таким образом, запроектированная сеть отвечает установленным требованиям.

Запроектированная сеть имеет большой запас точности, что можно объяснить идеальными условиями, заданными в проекте. В реальности, при проведении съемки возникнут ошибки, обусловленные точностью выбранного оборудования, влияние окружающей среды

(температурным режимом на наблюдаемых пунктах, разностью давлений, турбулентным режимом движения воздушных масс и т. д.), квалификацией геодезиста, правильным соблюдением рекомендаций и методик. В результате уравнивания полевых измерений будет получена оценка точности, отличающаяся от проектной.

### **Выбор геодезического оборудования**

Выбор геодезического оборудования для проведения полевых работ зависит от выбранного варианта развития сетей сгущения. Для реализации метода линейно-угловой засечки потребуются приборы для измерения углов и расстояний (например, теодолит и дальномер или тахеометр, совмещающий в себе обе функции). Для реализации метода линейной засечки потребуется измерять расстояния, для прямой и обратной угловой засечки - угломерный прибор.

Измерения углов в триангуляционных сетях сопровождаются случайными погрешностями, образующими невязки в треугольниках. Их можно рассматривать как истинные случайные погрешности суммы трех углов, измеренных равноточно. Из этого следует, что средняя квадратическая погрешность суммы углов треугольника может быть определена по формуле Гаусса:

$$m_{\text{сум}} = \sqrt{\frac{[f_{\beta}^2]}{n}}, \quad (2)$$

где  $[f_{\beta}^2]$  - сумма квадратов невязок по всей цепочки;  
 $n$  - число треугольников в сети.

Тогда средняя квадратическая погрешность суммы углов в треугольнике определяется из выражения:

$$m_{\text{сум}} = m_{\beta} \cdot \sqrt{3}, \quad (3)$$

где  $m_{\beta}$  - средняя квадратическая погрешность измерения одного угла

По формуле Феррера можем определить среднюю квадратическую погрешность измерения одного угла:

$$m_{\beta} = \frac{m_{\text{сум}}}{\sqrt{3}} = \sqrt{\frac{[f_{\beta}^2]}{3 \cdot n}}. \quad (4)$$

Зная допустимые невязки в треугольниках (для сети 4 класса  $f_{\beta}^2 = 8^{//}$ ) определяют СКП измерения угла:

$$m_{\beta} = \frac{m_{\text{сум}}}{\sqrt{3}} = \sqrt{\frac{[f_{\beta}^2]}{3 \cdot n}} = \frac{8}{\sqrt{3}} = 4,6^{//}.$$

Следовательно, для измерения углов в триангуляции необходимо использовать теодолит 3Т2КП и подобные ему, так как инструментальная ошибка прибора меньше  $m_{\beta}$ .

Для сети сгущения 1 разряда прибор для измерения углов выбирается аналогично.

## 4.2 Выбор знаков для закрепления пунктов на местности

Пункты геодезических сетей закрепляют на местности центрами, конструкции которых должны обеспечивать неизменность положения и сохранность пункта в течении продолжительного времени. Типы конструкций центров выбирают с учетом климатических и физико-географических условий региона, состава грунтов и глубины промерзания и руководствуясь предъявляемыми требованиями «Правила закладки центров и реперов на пунктах геодезической и нивелирной сети». Для обеспечения лучшей сохранности и опознавания на местности геодезические пункты имеют соответствующее внешнее оформление: наружный знак, канавы, курганы, опознавательные столбы или знаки.

**Тип 3 оп.** (рис. 42, а) используют для закрепления пунктов сетей, расположенных в районах сезонным промерзанием грунтов до 2 м. Такой тип центра состоит четырех частей:

1 - железобетонного пилона с поперечным сечением 16х16 см, в верхнюю грань которого заделывают марку. Вместо пилона можно использовать асбоцементную трубу диаметром не менее 16 см, заполненную бетоном с арматурой. Верхнюю марку располагают на 50 см ниже поверхности земли;



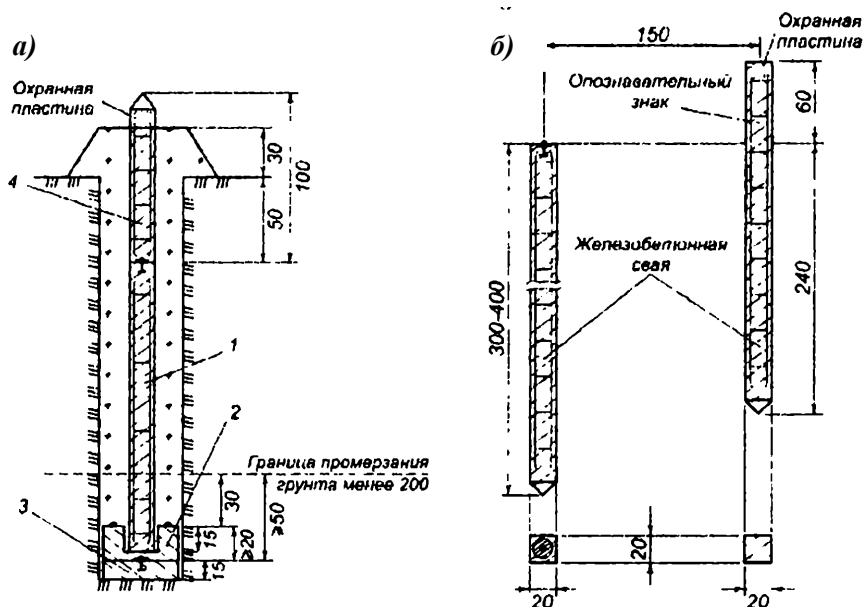
2 - бетонной плиты (якоря), в середине которого расположена выемка для установки пилона;

3 - нижнего центра в виде бетонной плиты с заделанной в нее маркой;

4 - опознавательного столба с охранной пластиной, устанавливаемого над верхней маркой.

Нижняя и верхняя марки должны находиться на одной отвесной линии (допускается отклонение не более 4 мм).

**Тип 147 оп. знак** используют в районах с сезонным промерзанием грунта. Данный тип центра представляет собой железобетонную сваю 20х20 см, которую забивают на всю длину таким образом, чтобы марка, заделанная в верхнюю часть сваи, располагалась на уровне поверхности земли. На расстоянии 1,5 м от центра устанавливается опознавательный знак с охранной пластиной (рис. 42, б).

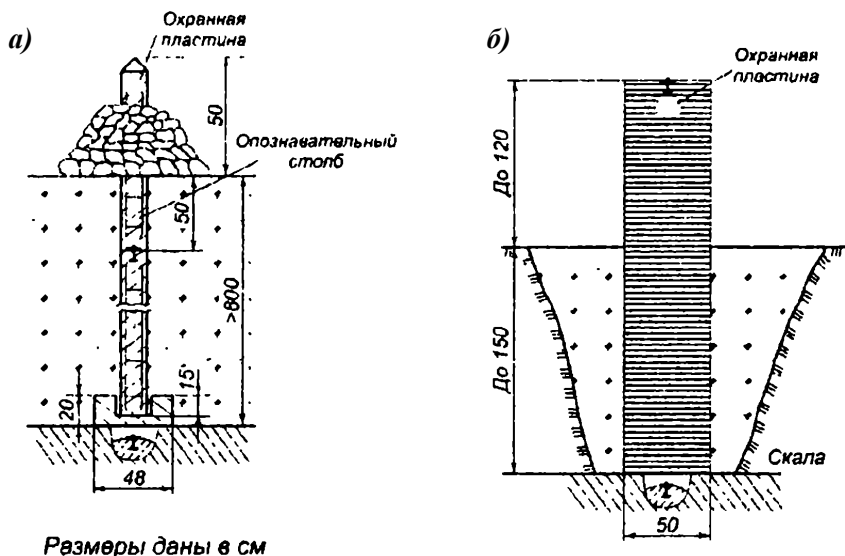


**Рисунок 42.** Конструкции центров для закрепления пунктов ГГС 1-4 классов: а) тип 3 оп.; б) тип 147 оп. знак

**Тип 7 оп.** используют для закрепления пунктов на местности с неглубоким залеганием монолитных скальных пород. Данный геодези-

ческий центр состоит из нижней марки, расположенного над ней железобетонного пилон с верхней маркой и бетонной плиты (якоря). Над верхней маркой устанавливают опознавательный столб с охранной пластиной (рис. 43, а).

В районах с неглубоким залеганием монолитных скальных пород сооружают **тур (тип 92)**, в котором закладывают две марки: нижнюю в скалу, а верхнюю - в верхнюю грань тура. Охранную пластину крепят непосредственно на сам тур (рис. 43, б).

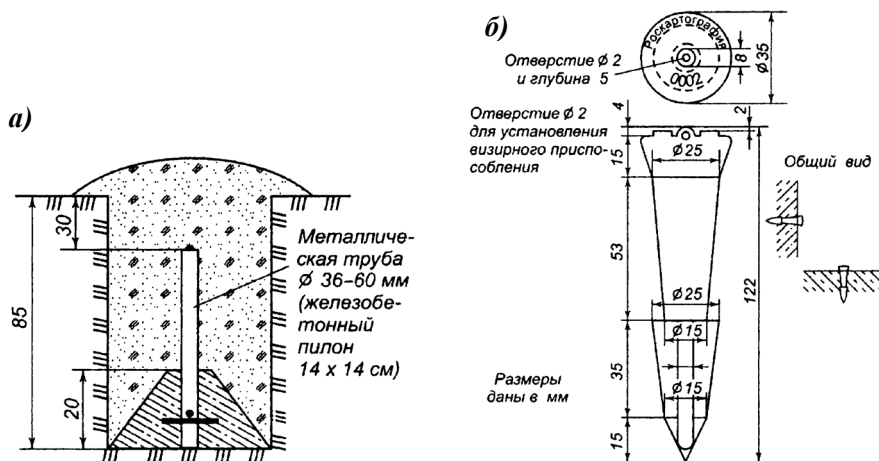


**Рисунок 43.** Конструкции центров для закрепления пунктов ГГС 1-4 классов: а) тип 7 оп.; б) тип 92 (тур)

Сети сгущения 1 и 2 разрядов закрепляют центрами **типа 158 оп. знак** (рис 44, а), состоящего из усеченной пирамиды, в которой забетонирована металлическая труба длиной 0,5 м либо железобетонный пилон сечением 14х14 см или асбоцементная труба диаметром 10-14 см, заполненная арматурой и бетоном. К верхнему концу трубы приваривают марку. Если центр расположен в населенном пункте, то над ним устанавливают чугунный колпак. Если центр расположен вне населенных пунктов, то на расстоянии 0,8 м от центра устанавливают опознавательный знак в виде металлической трубы с якорем с высотой

над поверхностью земли 60 см и с закрепленной на нем охранной пластиной.

Для закрепления пунктов на застроенных территориях используют **стенные центры типа 143** (рис. 44, б). Центром пункта является отверстие диаметром 5 мм, просверленное в верхней части сферической головки центра.

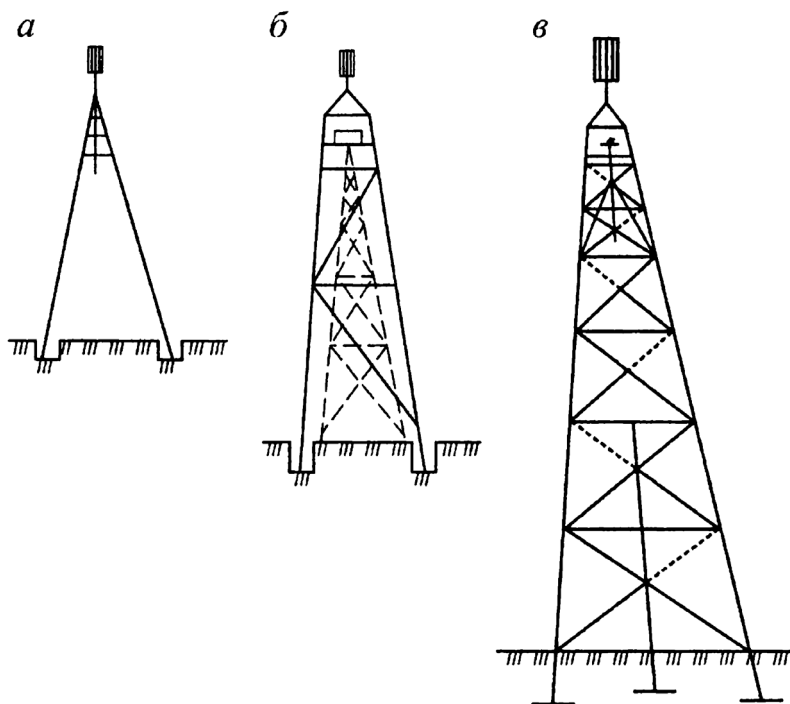


**Рисунок 44.** Конструкции центров для закрепления пунктов геодезической сети 1-го и 2-го разрядов: а) тип 158 оп.; б) тип 143 стенной пункт геодезической сети

Для обеспечения взаимной видимости между смежными пунктами при производстве угловых и линейных измерений над центрами устанавливают геодезические наземные знаки. Тип наружных знаков зависит от того, на какую высоту нужно поднять прибор для обеспечения нормальной видимости между смежными пунктами. Основными требованиями к наружным геодезическим знакам являются их прочность и долговременная сохранность, жесткость и устойчивость, удобства работы на знаках и безопасность подъема и спуска с них. Обычно геодезические знаки имеют приспособления для установки прибора (инструментальный столик), платформу для наблюдателя и визирное устройство (цилиндр).

В зависимости от конструкции наружные геодезические знаки подразделяют на туры (рис. 44, б), пирамиды, простые и сложные сиг-

налы (рис. 45). Пирамиды строят на пунктах геодезических сетей всех классов в открытой местности, если видимость на смежных пунктах обеспечивается с земли. При необходимости подъема прибора на высоту до 10 м строят простые сигналы с инструментальным столиком и платформой для наблюдателя. Для подъема прибора на высоту более 10 м возводят сложный сигнал. Наружные геодезические знаки могут изготавливаться из дерева или металла и быть постоянными или разборными. Вокруг наружного знака делается внешнее оформление в виде канавы.



**Рисунок 45.** Наружные геодезические знаки: а) пирамида; б) простой сигнал; в) сложный сигнал

Для ранее рассмотренного примера, для закрепления пунктов геодезической сети 4 класса необходимо использовать центры: тип 3 оп. либо тип 1417 оп., а для закрепления пунктов сгущения 1 разряда использовать - тип 158 оп. знак.

## Контрольные вопросы

1. Основные понятия о геодезических сетях. Назначение ГГС и сетей сгущения.
2. Классификация сетей.
3. Требования к точности в сетях 1 - 4 классов.
4. Технические характеристики сетей сгущения.
5. Принцип, положенный в основу построения государственных геодезических сетей
6. Что подразумевает понятие «интерактивное проектирование»?
7. Сшивка и трансформирование растровых изображений в CREDO\_Transform.
8. Какие алгоритмы трансформирования реализованы в программе CREDO?
9. Что происходит с растрами при трансформировании?
10. Каково количество абсолютных и относительных точек необходимо для качественной привязки и сшивки растров?
11. Для какой цели выполняется настройка свойств проекта в CREDO\_DAT и какие параметры при этом задаются?
12. Чем отличается исходный пункт ПВО от рабочего и предварительного?
13. Минимальное количество исходных пунктов, необходимых при проектировании геодезических сетей.
14. Какие величины измеряются при создании триангуляционных сетей?
15. Как происходит процесс уравнивания в программе CREDO\_DAT?
16. Какие алгоритмы уравнивания реализованы в программе CREDO? В чем их суть?
17. Что такое СКО (среднеквадратическая ошибка) и почему оценка точности выполняется именно по этому критерию?
18. Какую информацию несут в себе эллипсы ошибок? Чем отличаются эллипсы ошибок в плане от эллипсов ошибок по высоте?
19. Объяснить суть метода линейно-угловой засечки.
20. Чем отличается метод прямой угловой засечки от обратной угловой засечки?
21. Сущность метода линейной засечки.

22. Каким образом происходит выбор того или иного геодезического оборудования при планировании полевых работ?
23. Генератор отчетов в CREDO\_DAT. Какие ведомости формируются при предварительной обработке и окончательном уравнивании результатов измерений?
24. С помощью каких инструментов можно измерить углы и расстояния на цифровом растровом изображении?
25. Каким образом в графическом окне CREDO\_DAT отображаются результаты измерений?
26. Как формируются чертежи в CREDO и какие элементы на них можно размещать?
27. Что называют цифровыми картами и какие требования к ним предъявляют?
28. Какими нормативно-правовыми документами руководствуются при проектировании геодезических сетей?
29. Что влияет на выбор типа центра и наружного знака при закреплении пунктов государственных геодезических сетей и сетей сгущения. На основании какого документа выбирают тип центра?
30. По каким критериям оценивается точность построения в сети?

### Список рекомендуемой литературы

1. Геодезические работы в строительстве. СНиП 3.01.03-84. – Актуализирован и введ. 2013-01-01. – М.: Минрегион России, 2013. – 112 с.
2. Дементьев, В.Е. Современная геодезическая техника и ее применение: учебное пособие для вузов / В.Е. Дементьев. – М.: Академический проект, 2008. – 591 с.
3. Инструкция о порядке контроля и приемки геодезических, топографических и картографических работ. ГКИНП (ГНТА)-17-004-99. – Введ. 2001-01-01. – М.: Роскартография, 1999. – 55 с.
4. Инструкция по развитию съемочного обоснования и съемке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS. ГКИНП (ОНТА)-02-262-02. – Введ. 2002-01-03. – М.: ЦНИИГАиК, 2002. – 39 с.
5. Инструкция по топографической съемке в масштабах 1:10 000 и 1:25000. ГКИНП-34. – Введ. 1978-01-01. – М.: Недра, 1978. – 80 с.
6. Маслов, А.В. Геодезия / А.В. Маслов, А.В. Гордеев, Ю.Г. Баграков. – М.: КолосС, 2008. – 598 с.
7. Неумывакин, Ю.К. Практикум по геодезии: учебное пособие для вузов / Ю.К. Неумывакин. – М.: КолосС, 2008. – 318 с.
8. Основные положения о государственной геодезической сети Российской Федерации. ГКИНП (ГНТА)-01-006-03. – Введ. 2003-25-06. – М.: Роскартография, 2004 – 12 с.
9. Перфилов, В.Ф. Геодезия / В.Ф. Перфилов, Р.Н. Скогорева, Н.В. Усова. – М.: Высшая школа, 2008. – 350 с.
10. Поклад, Г.Г. Геодезия: учебник для вузов / Г.Г. Поклад, С.П. Гриднев. – М.: Академический проект, 2007. – 592 с.
11. Поклад, Г.Г. Практикум по геодезии: учебное пособие для вузов / Г.Г. Поклад. – М.: Академический проект, 2011. – 470 с.
12. Правила закладки центров и реперов на пунктах геодезической и нивелирной сетей СССР. ГКИНП-07-016-91. – Введ. 1992-01-01. – М.: Картогеоцентр и геоиздат, 1993. – 104 с.
13. Руководство по планированию геодезических работ. ГКИНП (ОНТА)-17-2000. – Введ. 2000-01-01. – М.: ЦНИИГАиК, 2000. – 112 с.

14. Руководство по созданию и реконструкции городских геодезических сетей с использованием спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS. ГКИНП (ОНТА)-01-271-03. - Введ. 2003-13-05. - М.: ЦНИИГАиК, 2003. – 84 с.
15. Руководство пользователя CREDO DAT 4.10. – Минск: СП Кредо-Диалог, 2011. – 115 с.
16. Свод правил по инженерным изысканиям для строительства. СП 11-104-97. – Введ. 2004-01-05. - М.: Роскартография, 2004. – 108 с.
17. CREDO\_DAT 3.1. Система камеральной обработки инженерно-геодезических работ: справочное руководство к версии 3.11. - Минск: СП Кредо-Диалог, 2007. – 336 с.



# Приложение А

Таблица А.1 – Исходные данные (вариант 1)

№ п/п	Наименование	Исходные данные	
1	Фрагменты карты Мстивово 1:50 000	1.JPG, 2.JPG, 3.JPG, 4.JPG	
2	Фрагменты карты, на которых расположена сеть	1.JPG	
3	Исходные пункты ПВО	Дубы	$x = N = 6003480,731$ м $y = E = 6568804,554$ м $H = 193,500$ м
		100	$x = N = 6002528,828$ м $y = E = 6567350,233$ м $H = 201,100$ м
4	Определяемые пункты ПВО	Дяки	$H = 206,300$ м
		101	$H = 200,900$ м
		Буцылова гора	$H = 192,300$ м
		Куколки	$H = 178,600$ м
5	Класс точности проектируемой сети	4 – класс; сеть сгущения – 1 разряд с доверительным коэф. 5,0 – 99,9%	
6	Рекомендуемая последовательность станций при расчете сети	100 – Дубы – Дяки – 101 – Буцылова гора – Куколки	
7	<div>Схема сети</div>		

# Приложение А

Таблица А.2 – Исходные данные (вариант 2)

№ п/п	Наименование	Исходные данные	
1	Фрагменты карты Мстибово 1:50 000	1.JPG, 2.JPG, 3.JPG, 4.JPG	
2	Фрагменты карты, на которых расположена сеть	1.JPG	
3	Исходные пункты ПВО	Дубы	$x = N = 6003480,731$ м $y = E = 6568804,554$ м $H = 193,500$ м
		Куколки	$x = N = 6003544,511$ м $y = E = 6566645,099$ м $H = 178,600$ м
4	Определяемые пункты ПВО	100	$H = 201,100$ м
		Буцылова гора	$H = 192,300$ м
		Каратыгино	$H = 196,700$ м
		Перевал	$H = 202,700$ м
5	Класс точности проектируемой сети	4 – класс; сеть сгущения – 1 разряд с доверительным коэф. 5,0 – 99,9%	
6	Рекомендуемая последовательность станций при расчете сети	Куколки – Дубы – 100 – Буцылова гора – Каратыгино - Перевал	
7	Схема сети		

Таблица А.3 – Исходные данные (вариант 3)

№ п/п	Наименование	Исходные данные	
1	Фрагменты карты Мстибово 1:50 000	1.JPG, 2.JPG, 3.JPG, 4.JPG	
2	Фрагменты карты, на которых расположена сеть	1.JPG	
3	Исходные пункты ПВО	Дубы	$x = N = 6003480,731$ м $y = E = 6568804,554$ м $H = 193,500$ м
		Наумка	$x = N = 6003390,780$ м $y = E = 6570864,900$ м $H = 180,000$ м
4	Определяемые пункты ПВО	Тальковцы	$H = 201,400$ м
		Болото	$H = 166,200$ м
		Моловцы	$H = 180,900$ м
		Яриловка	$H = 180,300$ м
		Дяки	$H = 206,300$ м
5	Класс точности проектируемой сети	4 – класс; сеть сгущения – 1 разряд с доверительным коэф. 5,0 – 99,9%	
6	Рекомендуемая последовательность станций при расчете сети	Наумка – Дубы – Тальковцы – Болото – Моловцы – Яриловка - Дяки	
7	Схема сети		

# Приложение А

Таблица А.4 – Исходные данные (вариант 4)

№ п/п	Наименование	Исходные данные	
1	Фрагменты карты Мстибово 1:50 000	1.JPG, 2.JPG, 3.JPG, 4.JPG	
2	Фрагменты карты, на которых расположена сеть	1.JPG	
3	Исходные пункты ПВО	Дальняя	$x = N = 6000288,915$ м $y = E = 6569920,811$ м $H = 196,700$ м
		Олекшицы	$x = N = 5998508,994$ м $y = E = 6570230,375$ м $H = 189,200$ м
4	Определяемые пункты ПВО	102	$H = 193,000$ м
		101	$H = 200,900$ м
		Дяки	$H = 206,300$ м
		Яриловка	$H = 180,300$ м
5	Класс точности проектируемой сети	4 – класс; сеть сгущения – 1 разряд с доверительным коэф. 5,0 – 99,9%	
6	Рекомендуемая последовательность станций при расчете сети	Дальняя – Олекшицы – 102 – 101 – Дяки – Яриловка	
7	Схема сети		

## Приложение А

Таблица А.5 – Исходные данные (вариант 5)

№ п/п	Наименование	Исходные данные	
1	Фрагменты карты Мстивово 1:50 000	1.JPG, 2.JPG, 3.JPG, 4.JPG	
2	Фрагменты карты, на которых расположена сеть	1.JPG	
3	Исходные пункты ПВО	Дальняя	$x = N = 6000288,915$ м $y = E = 6569920,811$ м $H = 196,700$ м
		Олекшицы	$x = N = 5998508,994$ м $y = E = 6570230,375$ м $H = 189,200$ м
4	Определяемые пункты ПВО	Железнодорожный	$H = 166,400$ м
		Шустики	$H = 179,100$ м
		103	$H = 188,900$ м
		Бортники	$H = 172,500$ м
		102	$H = 193,000$ м
5	Класс точности проектируемой сети	4 – класс; сеть сгущения – 1 разряд с доверительным коэф. 5,0 – 99,9%	
6	Рекомендуемая последовательность станций при расчете сети	Олекшицы – Дальняя – Железнодорожный – Шустики – 103 – Бортники - 102	
7	<div>Схема сети</div>		

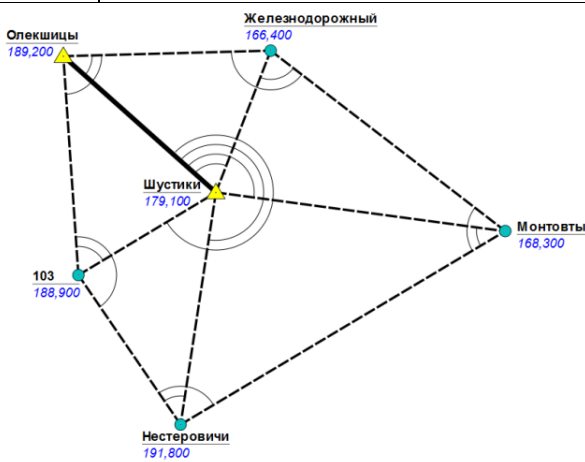
# Приложение А

Таблица А.6 – Исходные данные (вариант б)

№ п/п	Наименование	Исходные данные	
1	Фрагменты карты Мстивово 1:50 000	1.JPG, 2.JPG, 3.JPG, 4.JPG	
2	Фрагменты карты, на которых расположена сеть	1.JPG, 2.JPG	
3	Исходные пункты ПВО	103	$x = N = 5996222,507$ м $y = E = 6570388,229$ м $H = 188,900$ м
		Олекшицы	$x = N = 5998508,994$ м $y = E = 6570230,375$ м $H = 189,200$ м
4	Определяемые пункты ПВО	Шустики	$H = 179,100$ м
		Нестеровичи	$H = 191,800$ м
		Казейки	$H = 188,200$ м
		Бортники	$H = 172,500$ м
5	Класс точности проектируемой сети	4 – класс; сеть сгущения – 1 разряд с доверительным коэф. 5,0 – 99,9%	
6	Рекомендуемая последовательность станций при расчете сети	103 - Олекшицы – Шустики – Нестеровичи – Казейки – Бортники	
7	Схема сети		

# Приложение А

Таблица А.7 – Исходные данные (вариант 7)

№ п/п	Наименование	Исходные данные	
1	Фрагменты карты Мстибово 1:50 000	1.JPG, 2.JPG, 3.JPG, 4.JPG	
2	Фрагменты карты, на которых расположена сеть	1.JPG, 3.JPG	
3	Исходные пункты ПВО	Шустики	$x = N = 5997085,143$ м $y = E = 6571825,650$ м $H = 179,100$ м
		Олекшицы	$x = N = 5998508,994$ м $y = E = 6570230,375$ м $H = 189,200$ м
4	Определяемые пункты ПВО	Железнодорожный	$H = 166,400$ м
		Монтовты	$H = 168,300$ м
		Нестеровичи	$H = 191,800$ м
		103	$H = 188,900$ м
5	Класс точности проектируемой сети	4 – класс; сеть сгущения – 1 разряд с доверительным коэф. 5,0 – 99,9%	
6	Рекомендуемая последовательность станций при расчете сети	Шустики – Олекшицы – Железнодорожный – Монтовты – Нестеровичи – 103	
7	Схема сети		

# Приложение А

Таблица А.8 – Исходные данные (вариант 8)

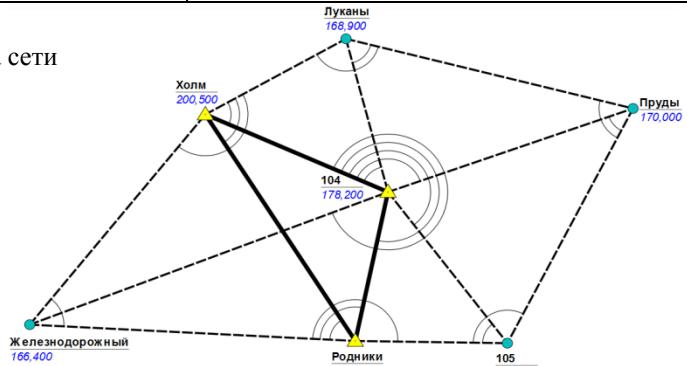
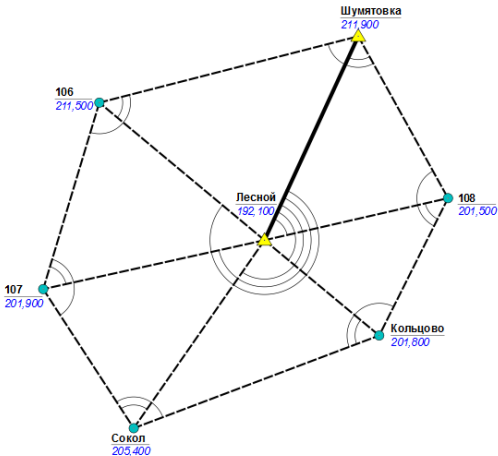
№ п/п	Наименование	Исходные данные	
1	Фрагменты карты Мстибово 1:50 000	1.JPG, 2.JPG, 3.JPG, 4.JPG	
2	Фрагменты карты, на которых расположена сеть	1.JPG, 3.JPG	
3	Исходные пункты ПВО	Холм	$x = N = 6001109,159$ м $y = E = 6574457,436$ м $H = 200,500$ м
		Родники	$x = N = 5998368,736$ м $y = E = 6576215,273$ м $H = 171,200$ м
		104	$x = N = 6000170,736$ м $y = E = 6576598,819$ м $H = 178,200$ м
4	Определяемые пункты ПВО	Луканы	$H = 168,900$ м
		Пруды	$H = 170,000$ м
		105	$H = 196,700$ м
		Железнодорожный	$H = 166,400$ м
5	Класс точности проектируемой сети	4 – класс; сеть сгущения – 1 разряд с доверительным коэф. 5,0 – 99,9%	
6	Рекомендуемая последовательность станций при расчете сети	104 – Холм – Луканы – Пруды – 105 – Родники – Железнодорожный	
7	Схема сети		



Таблица А.9 – Исходные данные (вариант 9)

№ п/п	Наименование	Исходные данные	
1	Фрагменты карты Мстивово 1:50 000	1.JPG, 2.JPG, 3.JPG, 4.JPG	
2	Фрагменты карты, на которых расположена сеть	3.JPG	
3	Исходные пункты ПВО	Шумятовка	$x = N = 5997707,674$ м $y = E = 6580063,611$ м $H = 211,900$ м
		104	$x = N = 6000170,736$ м $y = E = 6576598,819$ м $H = 178,200$ м
4	Определяемые пункты ПВО	105	$H = 196,700$ м
		106	$H = 211,500$ м
		Родники	$H = 171,200$ м
		Пруды	$H = 170,000$ м
5	Класс точности проектируемой сети	4 – класс; сеть сгущения – 1 разряд с доверительным коэф. 5,0 – 99,9%	
6	Рекомендуемая последовательность станций при расчете сети	105 - Шумятовка – 106 – Родники - 104 – Пруды	
7	Схема сети		

Таблица А.10 – Исходные данные (вариант 10)

№ п/п	Наименование	Исходные данные	
1	Фрагменты карты Мстибово 1:50 000	1.JPG, 2.JPG, 3.JPG, 4.JPG	
2	Фрагменты карты, на которых расположена сеть	3.JPG, 4.JPG	
3	Исходные пункты ПВО	Шумятровка	$x = N = 5997707,674$ м $y = E = 6580063,611$ м $H = 211,900$ м
		Лесной	$x = N = 5995083,189$ м $y = E = 6578857,767$ м $H = 192,100$ м
4	Определяемые пункты ПВО	108	$H = 201,500$ м
		Кольцово	$H = 201,800$ м
		Сокол	$H = 205,400$ м
		107	$H = 201,900$ м
		106	$H = 211,500$ м
5	Класс точности проектируемой сети	4 – класс; сеть сгущения – 1 разряд с доверительным коэф. 5,0 – 99,9%	
6	Рекомендуемая последовательность станций при расчете сети	Лесной – Шумятровка – 108 – Кольцово – Сокол – 107 – 106	
7	Схема сети		

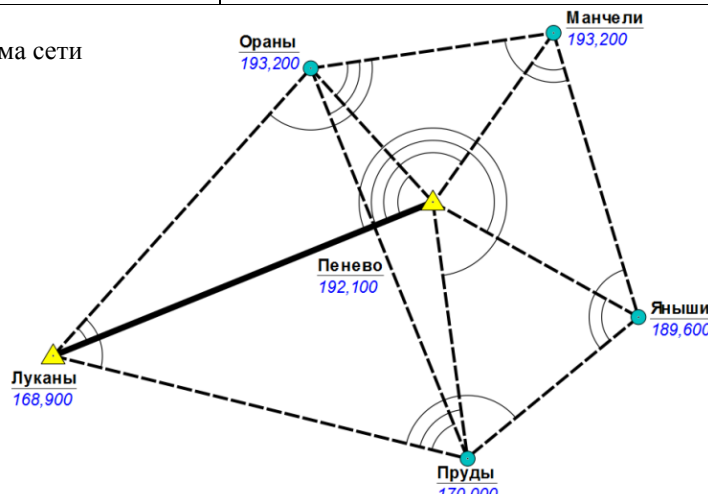
# Приложение А

Таблица А.11 – Исходные данные (вариант 11)

№ п/п	Наименование	Исходные данные	
1	Фрагменты карты Мстисово 1:50 000	1.JPG, 2.JPG, 3.JPG, 4.JPG	
2	Фрагменты карты, на которых расположена сеть	4.JPG	
3	Исходные пункты ПВО	Лесной-2	$x = N = 5989740,620$ м $y = E = 6579968,720$ м $H = 196,300$ м
		Сергеево	$x = N = 5988768,880$ м $y = E = 6581498,820$ м $H = 221,300$ м
4	Определяемые пункты ПВО	Зоркино	$H = 196,100$ м
		Скреблы	$H = 211,200$ м
		Маринова	$H = 211,100$ м
		Восточный	$H = 203,500$ м
5	Класс точности проектируемой сети	4 – класс; сеть сгущения – 1 разряд с доверительным коэф. 5,0 – 99,9%	
6	Рекомендуемая последовательность станций при расчете сети	Лесной-2 - Сергеево – Зоркино – Скреблы - Маринова – Восточный	
7	Схема сети		

# Приложение А

Таблица А.12 – Исходные данные (вариант 12)

№ п/п	Наименование	Исходные данные	
1	Фрагменты карты Мстибово 1:50 000	1.JPG, 2.JPG, 3.JPG, 4.JPG	
2	Фрагменты карты, на которых расположена сеть	3.JPG	
3	Исходные пункты ПВО	Пенево	$x = N = 6003268,198$ м $y = E = 6579190,995$ м $H = 192,100$ м
		Луканы	$x = N = 6002021,205$ м $y = E = 6576104,707$ м $H = 168,900$ м
4	Определяемые пункты ПВО	Ораны	$H = 193,200$ м
		Манчели	$H = 193,200$ м
		Яныши	$H = 189,600$ м
		Пруды	$H = 170,000$ м
5	Класс точности проектируемой сети	4 – класс; сеть сгущения – 1 разряд с доверительным коэф. 5,0 – 99,9%	
6	Рекомендуемая последовательность станций при расчете сети	Пенево – Луканы – Ораны – Манчели – Яныши – Пруды	
7	Схема сети		

# Приложение А

Таблица А.13 – Исходные данные (вариант 13)

№ п/п	Наименование	Исходные данные	
1	Фрагменты карты Мстисово 1:50 000	1.JPG, 2.JPG, 3.JPG, 4.JPG	
2	Фрагменты карты, на которых расположена сеть	2.JPG, 4.JPG	
3	Исходные пункты ПВО	Роща	$x = N = 5988935,930$ м $y = E = 6572670,665$ м $H = 195,800$ м
		Вердомичи	$x = N = 5989585,532$ м $y = E = 6574709,850$ м $H = 201,500$ м
		110	$x = N = 5990717,510$ м $y = E = 6570606,479$ м $H = 210,500$ м
4	Определяемые пункты ПВО	112	$H = 226,100$ м
		Усолье	$H = 193,200$ м
		111	$H = 196,000$ м
		Линичи	$H = 200,800$ м
5	Класс точности проектируемой сети	4 – класс; сеть сгущения – 1 разряд с доверительным коэф. 5,0 – 99,9%	
6	Рекомендуемая последовательность станций при расчете сети	Роща - Вердомичи – 112 – Усолье - 111 – 110 - Линичи	
7	<div>Схема сети</div>		

# Приложение А

Таблица А.14 – Исходные данные (вариант 14)

№ п/п	Наименование	Исходные данные	
1	Фрагменты карты Мстибово 1:50 000	1.JPG, 2.JPG, 3.JPG, 4.JPG	
2	Фрагменты карты, на которых расположена сеть	1.JPG, 2.JPG	
3	Исходные пункты ПВО	Еловая	$x = N = 5990339,285$ м $y = E = 6568741,282$ м $H = 211,500$ м
		110	$x = N = 5990717,510$ м $y = E = 6570606,479$ м $H = 210,500$ м
4	Определяемые пункты ПВО	111	$H = 196,000$ м
		Занки	$H = 191,700$ м
		109	$H = 190,700$ м
		Казейки	$H = 188,200$ м
5	Класс точности проектируемой сети	4 – класс; сеть сгущения – 1 разряд с доверительным коэф. 5,0 – 99,9%	
6	Рекомендуемая последовательность станций при расчете сети	Еловая – 110 – 111 – Занки – 109 – Казейки	
7	Схема сети		

Таблица А.15 – Исходные данные (вариант 15)

№ п/п	Наименование	Исходные данные	
1	Фрагменты карты Мстисово 1:50 000	1.JPG, 2.JPG, 3.JPG, 4.JPG	
2	Фрагменты карты, на которых расположена сеть	2.JPG, 4.JPG	
3	Исходные пункты ПВО	110	$x = N = 5990717,510$ м $y = E = 6570606,479$ м $H = 210,500$ м
		Вердомичи	$x = N = 5989585,532$ м $y = E = 6574709,850$ м $H = 201,500$ м
		Роща	$x = N = 5988935,930$ м $y = E = 6572670,665$ м $H = 195,800$ м
4	Определяемые пункты ПВО	Линичи	$H = 200,800$ м
		Полонка	$H = 169,200$ м
		113	$H = 195,000$ м
5	Класс точности проектируемой сети	4 – класс; сеть сгущения – 1 разряд с доверительным коэф. 5,0 – 99,9%	
6	Рекомендуемая последовательность станций при расчете сети	Линичи – Вердомичи – Роща – 110 – Полонка – 113	
7	Схема сети		

# Приложение А

Таблица А.16 – Исходные данные (вариант 16)

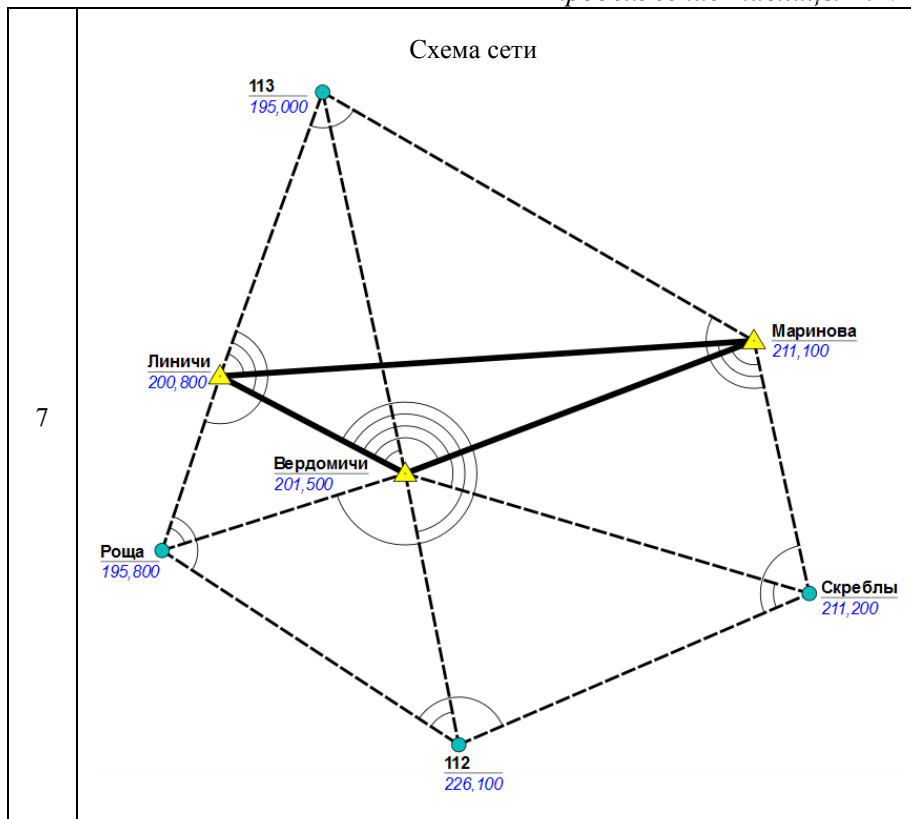
№ п/п	Наименование	Исходные данные	
1	Фрагменты карты Мстивово 1:50 000	1.JPG, 2.JPG, 3.JPG, 4.JPG	
2	Фрагменты карты, на которых расположена сеть	1.JPG, 2.JPG	
3	Исходные пункты ПВО	Полонка	$x = N = 5991970,269$ м $y = E = 6572000,514$ м $H = 169,200$ м
		110	$x = N = 5990717,510$ м $y = E = 6570606,479$ м $H = 210,500$ м
4	Определяемые пункты ПВО	Казейки	$H = 188,200$ м
		Нестеровичи	$H = 191,800$ м
		113	$H = 195,000$ м
		Линичи	$H = 200,800$ м
5	Класс точности проектируемой сети	4 – класс; сеть сгущения – 1 разряд с доверительным коэф. 5,0 – 99,9%	
6	Рекомендуемая последовательность станций при расчете сети	Полонка - 110 – Казейки – Нестеровичи - 113 – Линичи	
7	Схема сети		



## Приложение А

Таблица А.17 – Исходные данные (вариант 17)

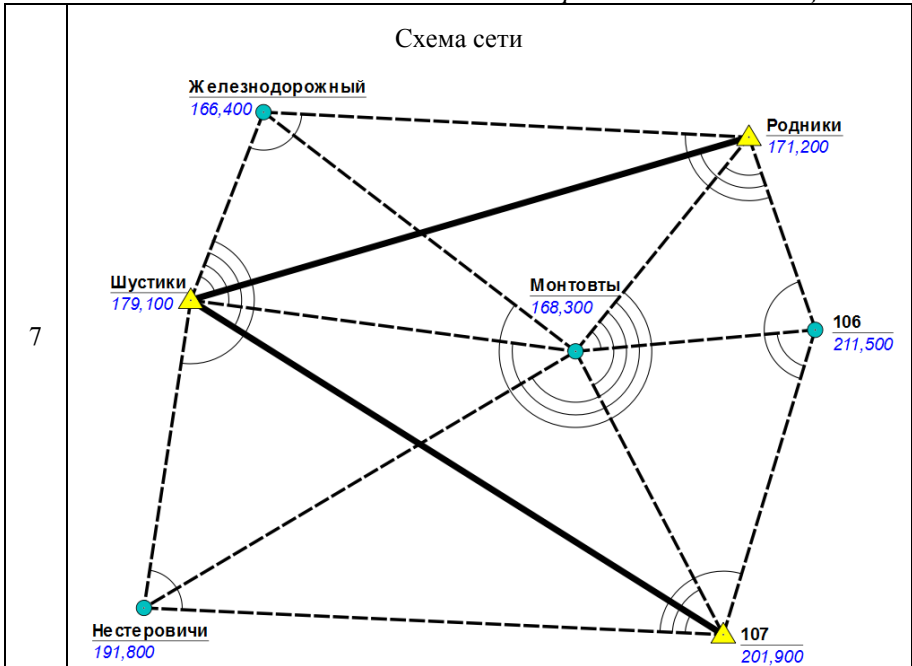
№ п/п	Наименование	Исходные данные	
1	Фрагменты карты Мстибово 1:50 000	1.JPG, 2.JPG, 3.JPG, 4.JPG	
2	Фрагменты карты, на которых распо- ложена сеть	2.JPG, 4.JPG	
3	Исходные пункты ПВО	Вердомичи	$x = N = 5989585,532$ м $y = E = 6574709,850$ м $H = 201,500$ м
		Линичи	$x = N = 5990403,660$ м $y = E = 6573156,537$ м $H = 200,800$ м
		Маринова	$x = N = 5990700,381$ м $y = E = 6577634,050$ м $H = 211,100$ м
4	Определяемые пункты ПВО	Скреблы	$H = 211,200$ м
		112	$H = 226,100$ м
		Роща	$H = 195,800$ м
		113	$H = 195,000$ м
5	Класс точности про- ектируемой сети	4 – класс; сеть сгущения – 1 разряд с доверительным коэф. 5,0 – 99,9%	
6	Рекомендуемая по- следовательность станций при расчете сети	Вердомичи – Маринова – Скреблы - 112 – Роща – Линичи - 113	



## Приложение А

Таблица А.18 – Исходные данные (**вариант 18**)

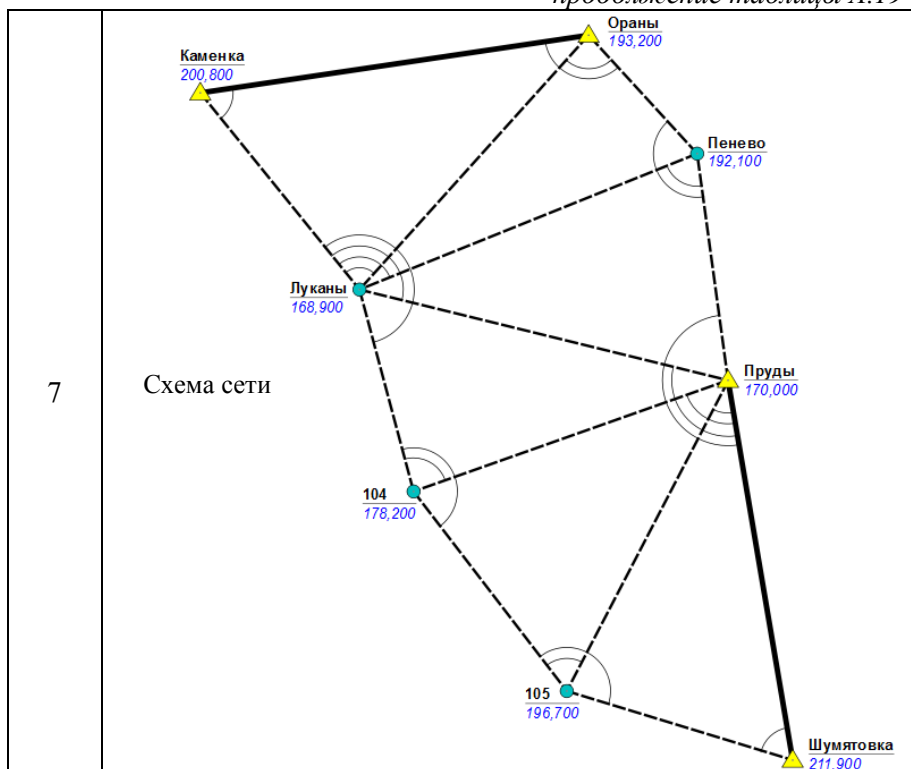
№ п/п	Наименование	Исходные данные	
1	Фрагменты карты Мстибово 1:50 000	1.JPG, 2.JPG, 3.JPG, 4.JPG	
2	Фрагменты карты, на которых расположена сеть	1.JPG, 3.JPG	
3	Исходные пункты ПВО	107	$x = N = 5994451,978$ м $y = E = 6576013,783$ м $H = 201,900$ м
		Шустики	$x = N = 5997085,143$ м $y = E = 6571825,650$ м $H = 179,100$ м
		Родники	$x = N = 5998368,736$ м $y = E = 6576215,273$ м $H = 171,200$ м
4	Определяемые пункты ПВО	Монтовты	$H = 168,300$ м
		106	$H = 211,500$ м
		Нестеровичи	$H = 191,800$ м
		Железнодорожный	$H = 166,400$ м
5	Класс точности проектируемой сети	4 – класс; сеть сгущения – 1 разряд с доверительным коэф. 5,0 – 99,9%	
6	Рекомендуемая последовательность станций при расчете сети	Монтовты – Родники – 106 - 107 – Нестеровичи – Шустики - Железнодорожный	



## Приложение А

Таблица А.19 – Исходные данные (вариант 19)

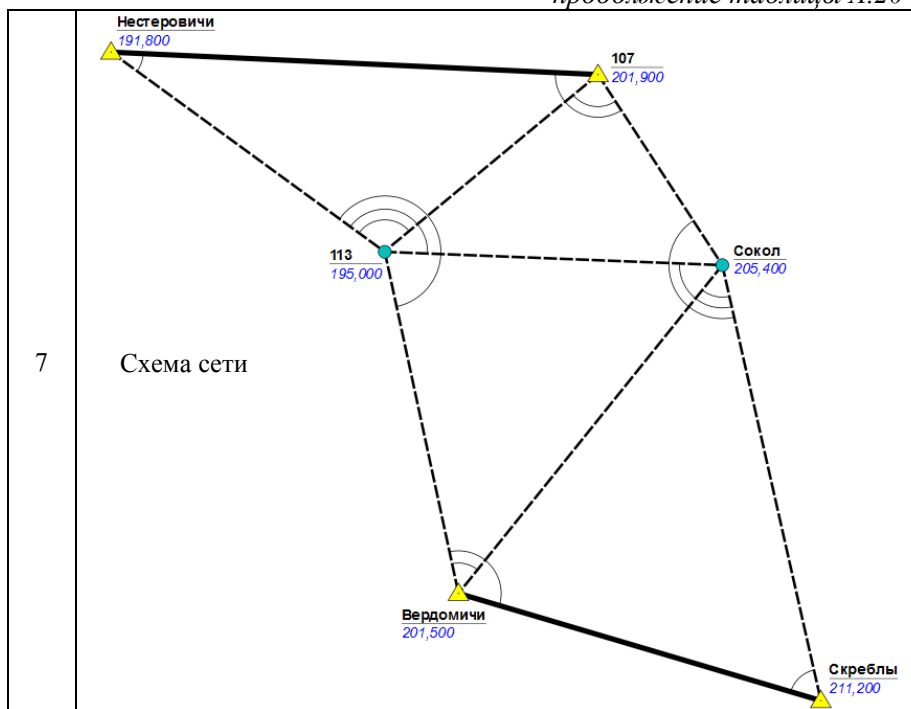
№ п/п	Наименование	Исходные данные	
1	Фрагменты карты Мстибово 1:50 000	1.JPG, 2.JPG, 3.JPG, 4.JPG	
2	Фрагменты карты, на которых расположена сеть	1.JPG, 3.JPG	
3	Исходные пункты ПВО	Каменка	$x = N = 6003824,283$ м $y = E = 6574650,195$ м $H = 200,800$ м
		Ораны	$x = N = 6004353,001$ м $y = E = 6578198,690$ м $H = 193,200$ м
		Пруды	$x = N = 6001189,624$ м $y = E = 6579472,972$ м $H = 170,000$ м
		Шумятовка	$x = N = 5997707,674$ м $y = E = 6580063,611$ м $H = 211,900$ м
4	Определяемые пункты ПВО	Пенево	$H = 192,100$ м
		105	$H = 196,700$ м
		104	$H = 178,200$ м
		Луканы	$H = 168,900$ м
5	Класс точности проектируемой сети	4 – класс; сеть сгущения – 1 разряд с доверительным коэф. 5,0 – 99,9%	
6	Рекомендуемая последовательность станций при расчете сети	Каменка – Ораны – Пенево - Пруды – Шумятовка – 105 – 104 - Луканы	



## Приложение А

Таблица А.20 – Исходные данные (**вариант 20**)

№ п/п	Наименование	Исходные данные	
1	Фрагменты карты Мстибово 1:50 000	1.JPG, 2.JPG, 3.JPG, 4.JPG	
2	Фрагменты карты, на которых расположена сеть	1.JPG, 2.JPG, 3.JPG, 4.JPG	
3	Исходные пункты ПВО	Нестеровичи	$x = N = 5994662,139$ м $y = E = 6571457,960$ м $H = 191,800$ м
		107	$x = N = 5994451,978$ м $y = E = 6576013,783$ м $H = 201,900$ м
		Скреблы	$x = N = 5988578,295$ м $y = E = 6578099,288$ м $H = 211,200$ м
		Вердомичи	$x = N = 5989584,532$ м $y = E = 6574709,850$ м $H = 201,500$ м
4	Определяемые пункты ПВО	Сокол	$H = 205,400$ м
		113	$H = 195,000$ м
5	Класс точности проектируемой сети	4 – класс; сеть сгущения – 1 разряд с доверительным коэф. 5,0 – 99,9%	
6	Рекомендуемая последовательность станций при расчете сети	Нестеровичи – 107 – Сокол - Скреблы – Вердомичи – 113	

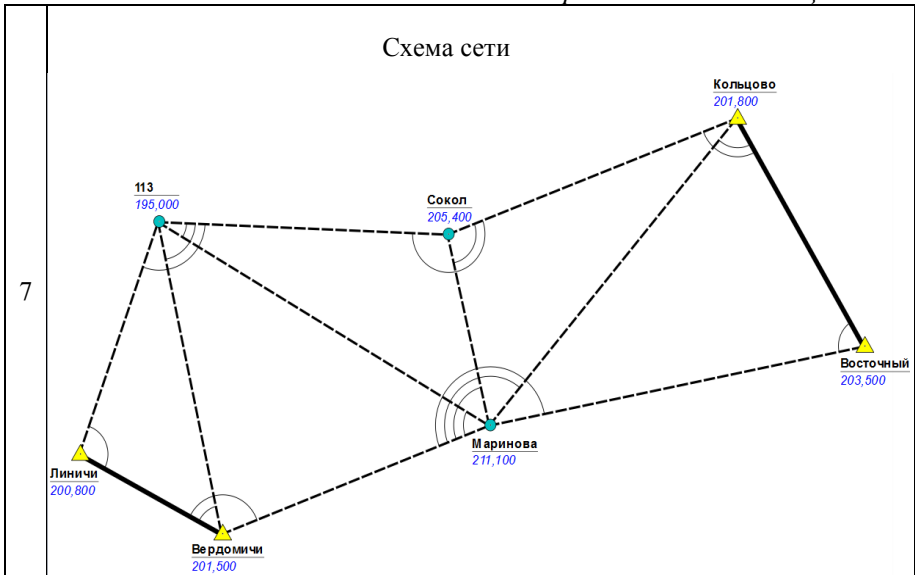




## Приложение А

Таблица А.21 – Исходные данные (**вариант 21**)

№ п/п	Наименование	Исходные данные	
1	Фрагменты карты Мстибово 1:50 000	1.JPG, 2.JPG, 3.JPG, 4.JPG	
2	Фрагменты карты, на которых распо- ложена сеть	2.JPG, 3.JPG, 4.JPG	
3	Исходные пункты ПВО	Кольцово	$x = N = 5993857,323$ м $y = E = 6580331,746$ м $H = 201,800$ м
		Восточный	$x = N = 5991513,292$ м $y = E = 6581721,112$ м $H = 203,500$ м
		Вердомичи	$x = N = 5989584,532$ м $y = E = 6574709,850$ м $H = 201,500$ м
		Линичи	$x = N = 5990403,660$ м $y = E = 6573156,537$ м $H = 200,800$ м
4	Определяемые пункты ПВО	Маринова	$H = 211,100$ м
		113	$H = 195,000$ м
		Сокол	$H = 205,400$ м
5	Класс точности проектируемой сети	4 – класс; сеть сгущения – 1 разряд с доверительным коэф. 5,0 – 99,9%	
6	Рекомендуемая последователь- ность станций при расчете сети	Кольцово – Восточный – Маринова - Вердомичи – Линичи – 113 – Сокол	



# Приложение А

Таблица А.22 – Исходные данные (вариант 22)

№ п/п	Наименование	Исходные данные	
1	Фрагменты карты Мстисово 1:50 000	1.JPG, 2.JPG, 3.JPG, 4.JPG	
2	Фрагменты карты, на которых расположена сеть	1.JPG, 3.JPG	
3	Исходные пункты ПВО	Олекшицы	$x = N = 5998508,994$ м $y = E = 6570230,375$ м $H = 189,200$ м
		Дальняя	$x = N = 6000288,915$ м $y = E = 6569920,811$ м $H = 196,700$ м
		Холм	$x = N = 6001109,159$ м $y = E = 6574457,436$ м $H = 200,500$ м
		Родники	$x = N = 5998368,736$ м $y = E = 6576215,273$ м $H = 171,200$ м
4	Определяемые пункты ПВО	Яриловка	$H = 180,300$ м
		Железнодорожный	$H = 166,400$ м
5	Класс точности проектируемой сети	4 – класс; сеть сгущения – 1 разряд с доверительным коэф. 5,0 – 99,9%	
6	Рекомендуемая последовательность станций при расчете сети	Олекшицы – Дальняя – Яриловка - Холм – Родники – Железнодорожный	
7	Схема сети		

# Приложение А

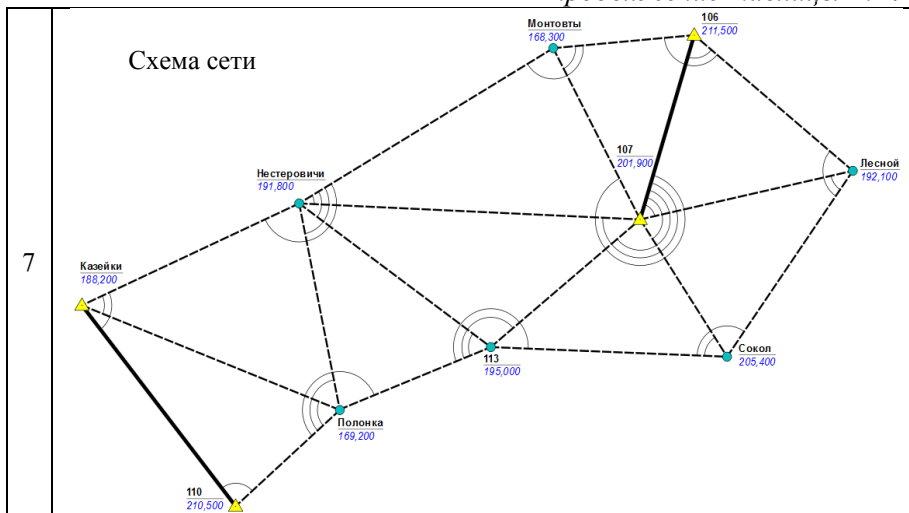
Таблица А.23 – Исходные данные (вариант 23)

№ п/п	Наименование	Исходные данные	
1	Фрагменты карты Мстисово 1:50 000	1.JPG, 2.JPG, 3.JPG, 4.JPG	
2	Фрагменты карты, на которых расположена сеть	1.JPG, 3.JPG	
3	Исходные пункты ПВО	Моловцы	$x = N = 6004025,271 \text{ м}$ $y = E = 6572502,342 \text{ м}$ $H = 180,900 \text{ м}$
		Каменка	$x = N = 6003824,283 \text{ м}$ $y = E = 6574650,195 \text{ м}$ $H = 200,800 \text{ м}$
		Холм	$x = N = 6001109,159 \text{ м}$ $y = E = 6574457,436 \text{ м}$ $H = 200,500 \text{ м}$
		104	$x = N = 6000170,736 \text{ м}$ $y = E = 6576598,819 \text{ м}$ $H = 178,200 \text{ м}$
4	Определяемые пункты ПВО	Луканы	$H = 168,900 \text{ м}$
		Саушина	$H = 182,300 \text{ м}$
5	Класс точности проектируемой сети	4 – класс; сеть сгущения – 1 разряд с доверительным коэф. 5,0 – 99,9%	
6	Рекомендуемая последовательность станций при расчете сети	Моловцы – Каменка – Луканы – 104 – Холм – Саушина	
7	Схема сети		

## Приложение А

Таблица А.24 – Исходные данные (вариант 24)

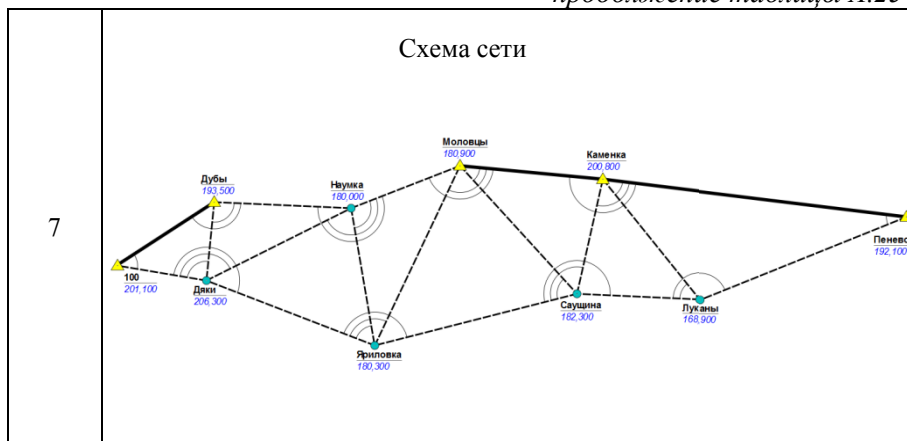
№ п/п	Наименование	Исходные данные	
1	Фрагменты карты Мстибово 1:50 000	1.JPG, 2.JPG, 3.JPG, 4.JPG	
2	Фрагменты карты, на которых расположена сеть	1.JPG, 2.JPG, 3.JPG, 4.JPG	
3	Исходные пункты ПВО	106	$x = N = 5996852,048$ м $y = E = 6576736,301$ м $H = 211,500$ м
		107	$x = N = 5994451,978$ м $y = E = 6576013,783$ м $H = 201,900$ м
		110	$x = N = 5990717,510$ м $y = E = 6570606,479$ м $H = 210,500$ м
		Казейки	$x = N = 5993333,810$ м $y = E = 6568551,989$ м $H = 188,200$ м
4	Определяемые пункты ПВО	Лесной	$H = 192,100$ м
		Сокол	$H = 205,400$ м
		113	$H = 195,000$ м
		Полонка	$H = 169,200$ м
		Нестеровичи	$H = 191,800$ м
5	Класс точности проектируемой сети	Монтовты	$H = 168,300$ м
		4 – класс; сеть сгущения – 1 разряд с доверительным коэф. 5,0 – 99,9%	
6	Рекомендуемая последовательность станций при расчете сети	107 – 106 – Лесной – Сокол - 113 – Полонка – 110 – Казейки – Нестеровичи - Монтовты	



## Приложение А

Таблица А.25 – Исходные данные (**вариант 25**)

№ п/п	Наименование	Исходные данные	
1	Фрагменты карты Мстибово 1:50 000	1.JPG, 2.JPG, 3.JPG, 4.JPG	
2	Фрагменты карты, на которых расположена сеть	1.JPG, 3.JPG	
3	Исходные пункты ПВО	100	$x = N = 6002528,828$ м $y = E = 6567350,233$ м $H = 201,100$ м
		Дубы	$x = N = 6003480,731$ м $y = E = 6568804,554$ м $H = 193,500$ м
		Моловцы	$x = N = 6004025,271$ м $y = E = 6572502,342$ м $H = 180,900$ м
		Каменка	$x = N = 6003824,283$ м $y = E = 6574650,195$ м $H = 200,800$ м
		Пенево	$x = N = 6003268,198$ м $y = E = 6579190,995$ м $H = 192,100$ м
4	Определяемые пункты ПВО	Наумка	$H = 180,000$ м
		Луканы	$H = 168,900$ м
		Саущина	$H = 182,300$ м
		Яриловка	$H = 180,300$ м
		Дяки	$H = 206,300$ м
5	Класс точности проектируемой сети	4 – класс; сеть сгущения – 1 разряд с доверительным коэф. 5,0 – 99,9%	
6	Рекомендуемая последовательность станций при расчете сети	100 – Дубы – Наумка – Моловцы - Каменка – Пенево – Луканы – Саущина – Яриловка - Дяки	





## Приложение Б

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет»

Кафедра «Геодезии и картографии»

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

«20» сентября 2016 г.

### **Задание на курсовую работу (проект)**

по дисциплине **Современные технологии геодезического производства**

Студенту **637 группы Иванову Алексею Степановичу**

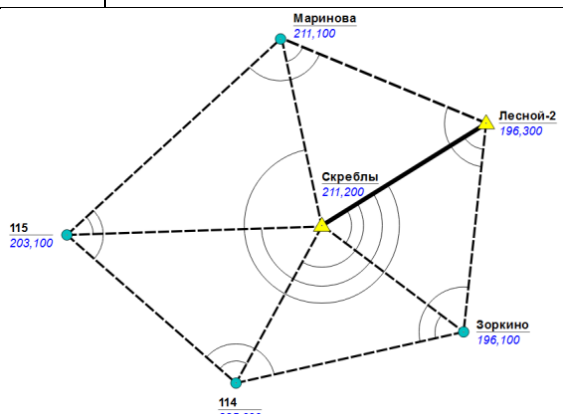
Тема работы (проекта) **Автоматизированное проектирование геодезических построений в программном комплексе CREDO**

#### **Задание**

1. Подготовить картографический материал для последующего проектирования геодезических сетей. Для этого необходимо отсканированные фрагменты карты Мстисово 1:50000 загрузить в программу CREDO\_Transform и выполнить процедуру привязки растров и трансформирования.
2. Импортировать подготовленное растровое изображение в приложение CREDO\_DAT 4lite.
3. Создать на карте сеть, состоящую из исходных пунктов и определяемых. Исходные пункты нанести на карту по известным координатам, приведенным в исходных данных. Рабочие (определяемые) пункты нанести на карту, ориентируясь на отметки этих точек, располагая их на командных высотах.
4. Проанализировать конфигурацию проектируемой сети, определить перечень необходимых измерений (по схеме сети, приведенной в исходных данных). Выполнить все необходимые измерения по карте с помощью инструментов программы и по полученным результатам создать проект геодезической сети 4 класса. Выполнить уравнивание, сформировать отчетные ведомости и чертежи: «Проект геодезической сети 4 класса» и «План-схема геодезической сети 4 класса. Оценка точности проектируемой сети».
5. Нанести на карту пункты сгущения №1 и №2 (1 разряд), выбрав их местоположение самостоятельно с учетом того, что эти пункты должны быть расположены внутри ранее запроектированной сети 4 класса.
6. Провести проектирование пунктов сгущения №1 и №2 методами: линейно-угловой засечки, линейной засечки, прямой угловой засечки и обратной угловой засечки. Дать оценку точности и сформировать отчетные ведомости по каждому методу проектирования.
7. Выполнить сравнительный анализ полученных результатов. Выбрать наиболее оптимальный вариант создания пунктов сгущения и для данного варианта сформировать все необходимые ведомости и чертежи: «Проектирование пунктов сгущения 1 разряда» и «План-схема сети сгущения 1 разряда. Оценка точности проектируемых пунктов».

8. Разработать рекомендации по методу проведения съёмки и выбору опознавательного знака для закрепления пункта на местности, выбрать геодезические приборы для проведения измерений.
9. Сформировать отчёт.

### Исходные данные (вариант 30)

№ п/п	Наименование	Исходные данные	
1	Фрагменты карты Мстивово 1:50 000	1.JPG, 2.JPG, 3.JPG, 4.JPG	
2	Фрагменты карты, на которых расположена сеть	4.JPG	
3	Исходные пункты ПВО	Скреблы	$x = N = 5988578,295$ м $y = E = 6578099,288$ м $H = 211,200$ м
		Лесной-2	$x = N = 5989740,620$ м $y = E = 6579968,720$ м $H = 196,300$ м
4	Определяемые пункты ПВО	Зоркино	$H = 196,100$ м
		114	$H = 225,000$ м
		115	$H = 203,100$ м
		Маринова	$H = 211,100$ м
5	Класс точности проектируемой сети	4 – класс; сеть сгущения – 1 разряд с доверительным коэф. 5,0 – 99,9%	
6	Рекомендуемая последовательность станций при расчете сети	Скреблы – Лесной-2 – Зоркино – 114 – 115 - Маринова	
7	Схема сети		

## **Содержание проекта**

Титульный лист

Корректирующий лист

Задание на курсовую работу (проект)

Введение (актуальность темы, цель и задачи курсового проектирования, методы).

1 Основные понятия о ГГС и ГСС

1.1 Классификация сетей

1.2 Технические показатели сетей

1.3 Закрепление пунктов на местности

1.4 Методы уравнивания сетей

2 Интерактивное проектирование геодезической сети

2.1 Краткое описание проектируемой сети

2.2 Проектирование геодезической сети 4 класса

2.3 Проектирование сетей сгущения 1 разряда

3 Выбор геодезического оборудования и типа знаков

3.1 Предварительный расчет точности проектируемой сети и обоснование выбора геодезического оборудования

3.2 Закрепление пунктов на местности

Заключение.

Список используемой литературы

Приложение

Курсовой проект должен состоять из трёх разделов (глав), введения, заключения, списка используемой основной, нормативной литературы и Интернет-ресурсов.

**Глава 1.** Основные понятия о ГГС и ГСС (основные понятия и определения, принцип развития геодезических сетей, классификация и технические показатели сетей по классам и разрядам, требования к выбору знаков для закрепления пунктов на местности, методы уравнивания сетей).

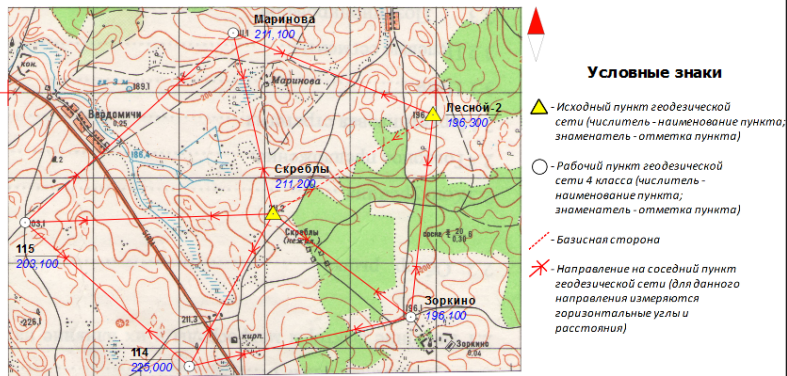
**Глава 2.** Интерактивное проектирование геодезической сети (краткая характеристика проектируемой сети, результаты проектирования сети, оформление графической части проекта).

**Глава 3.** Выбор геодезического оборудования и типа знаков (разработка рекомендаций по проведению съёмки и выбору используемой аппаратуры, выбор типов знаков для закрепления пунктов на местности).

Руководитель к.с.-х.н., доцент

Е.В. Солонько

Проект геодезической сети 4 класса



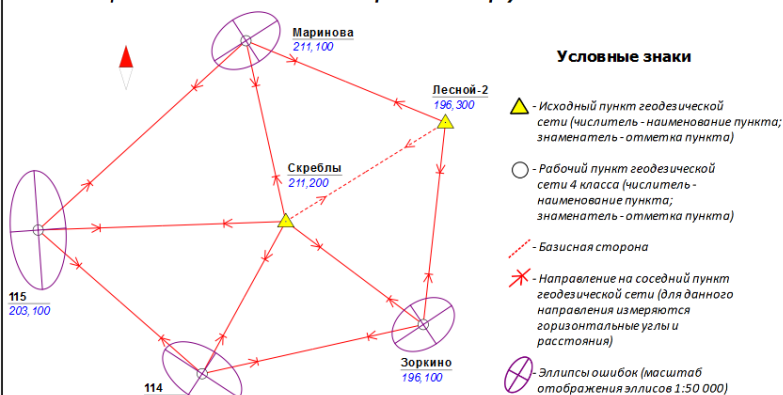
Ведомость координат

N	Имя пункта	X	Y	mXY	H	mH
1	2	3	4	5	5	5
Планово-высотное обоснование						
1	114	5986789,521	6577119,819	0,012	225,000	
2	115	5988476,888	6575199,594	0,015	203,100	
3	Зоркино	5987367,249	6579708,987	0,010	196,100	
4	Лесной-2	5989740,620	6579968,720		196,300	
5	Маринова	5990700,842	6577632,908	0,010	211,100	
6	Скреблы	5988578,295	6578099,288		211,200	

						Автоматизированное проектирование геодезических сетей			
						Проект геодезической сети 4 класса Участок №4. Скреблы Проектируемые пункты 114, 115, Зорино и Маринова	Стадия	Масса	Масштаб
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		проект		50000
ГИП									
Нач. отд.									
Гл. техн.							Лист. 1      Листов: 4		
Рук. гр.						Интерактивное проектирование геодезических сетей в программном комплексе CREDO	Министерство сельского хозяйства РФ ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ		
Инженер	Иванов А.С.			10.10.16					
Н. контр.	Солонько Е.В.			10.10.16					

Рисунок Б.1. Пример оформления чертежа №1

План-схема геодезической сети 4 класса  
Оценка точности проектируемой сети



**Ведомость оценки точности положения пунктов  
по результатам уравнивания**

M min	Пункт	M max	Пункт	M среднее			
0.01	Зоринo	0.02	115	0.01			
Пункт	M	Mx	My	a	b	a	Mh
1	2	3	4	5	6	7	8
114	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	12°'14'05"	
115	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	17°'53'50"	
Зоринo	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	56°'17'28"	
Маденова	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	57°19'11"	

Ведомость оценки точности измерений в сети по результатам уравнивания

### Ведомость оценки точности плановой сети

Класс	Линейно-угловая сеть				СКО углов по невязкам в ходах	
	СКО направлений		СКО линий			
	Априорная	Факт.	Априорная (без ррт)	Факт.	Априорная	Факт.
Класс (FPC), класс (с. отст.)	1,4142	0,2547	0,0050	0,0023	5,0000	

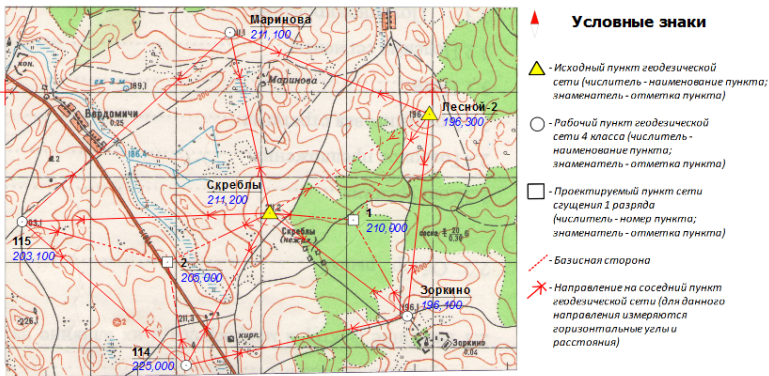
## Поправки по результатам уравнивания

Класс	В измеренные направления					В измеренные расстояния				
	min	Страна	max	Страна	Средняя	min	Страна	max	Страна	Средняя
4-класс (ПТС), II класс ПТС, PTC*	0'00'00"	Cape Verde - Зоранго	0'00'01"	Лейон-2 - Capetown	0'00'00"	0,00	Cape Verde - 114	0,00	Cape Verde - 115	0,00

						Автоматизированное проектирование геодезических сетей				
							Проект геодезической сети 4 класса План-схема геодезической сети	Стадия	Масса	Масштаб
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		Оценка точности проектируемой сети 4 класса	проект		50000
ГИП										
Нач. отд.							Лист 2	Листов: 4		
Гл. техн.										
Рук. гр.						Интерактивное проектирование геодезических сетей	Министерство сельского хозяйства РФ  ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ			
Инженер	Иванов А.С.			10.10.16						
Н. контр.	Солонько Е.В.			10.10.16		в программном комплексе CREDO				

**Рисунок Б.2.** Пример оформления чертежа №2

Проектирование пунктов сгущения  
1 разряда



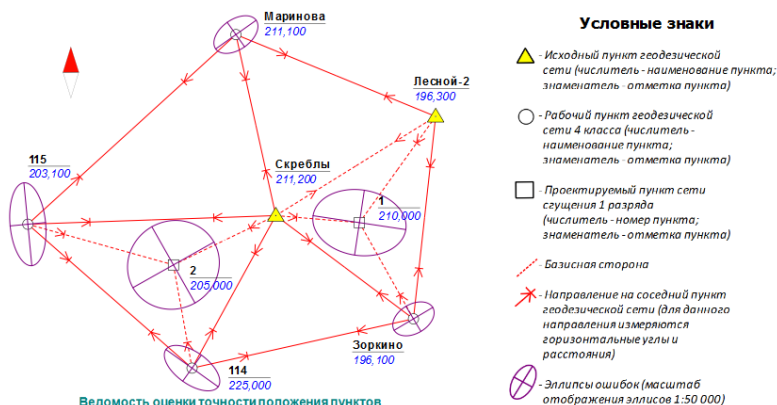
Ведомость координат

N	Имя пункта	X	Y	mXY	H	mH
1	2	3	4	5	5	5
Планово-высотное обоснование						
1	1	5988495,498	6579077,459	0,012	210,000	
2	2	5988000,311	6576902,076	0,014	205,000	
3	114	5986789,522	6577119,819	0,009	225,000	
4	115	5988476,887	6575199,593	0,011	203,100	
5	Зоркино	5987367,249	6579708,988	0,006	196,100	
6	Лесной-2	5989740,620	6579968,720		196,300	
7	Маринова	5990700,841	6577632,906	0,007	211,100	
8	Скреблы	5988578,295	6578099,288		211,200	

						Автоматизированное проектирование геодезических сетей			
						Проект сети сгущения 1 разряда Участок №4. Скрепы Проектируемые пункты 1 и 2	Стадия	Масса	Масштаб
Изм.	Колуч	Лист	№ док	Подп.	Дата		проект		50000
ГИП									
Нач. отд.									
Гл. техн.									
Рук. гр.							Лист: 3	Листов: 4	
Инженер		Иванов А.С.			10.10.16	Интерактивное проектирование геодезических сетей в программном комплексе CREDO	Министерство сельского хозяйства РФ ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ		
Н. контр.		Солонько Е.В.			10.10.16				

Рисунок Б.3. Пример оформления чертежа №3

## План-схема сети сгущения 1 разряда Оценка точности проектируемых пунктов



Ведомость оценки точности положения пунктов по результатам уравнивания

М план	Пункт	М макс	Пункт	М средняя
0,01	Зоркино	0,01	2	0,01

Пункт	1	2	3	4	5	6	7	8
1		0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	98°32'53"	8
2		0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	60°34'51"	8
114		0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	125°32'52"	8
115		0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	174°31'58"	8
Зоркино		0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	58°16'12"	8
Маринова		0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	54°38'53"	8

Ведомость оценки точности измерений в сети по результатам уравнивания

Ведомость оценки точности плановой сети

Класс	Линейно-угловая сеть				СКО углов по невзамкам в ходах	
	СКО направлений		СКО линий		Априорная	Факт.
	Априорная	Факт.	Априорная (без ррп)	Факт.		
1-й разряд, ОМС-1	3,5355	0,3137	0,0070	0,0073	10,3000	

Поправки по результатам уравнивания

Класс	В измеренные направления					В измеренные расстояния				
	м/в	Сторона	м/в	Сторона	Средняя	м/в	Сторона	м/в	Сторона	Средняя
1-й разряд, ОМС-1	0°00'00"	Маринова-Скреблы	0°00'01"	Скреблы-Маринова	0°00'00"	0,00	Лесной-2-Маринова	0,00	Скреблы-115	0,00

						Автоматизированное проектирование геодезических сетей		
						План-схема сети сгущения 1 разряда		
						Оценка точности проектируемых пунктов		
						Проектируемые пункты 1 и 2		
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Стадия	Масса	Масштаб
ГИП						проект		1:50 000
Нач. отд.						Лист. 4	Листов: 4	
Гл. техн.						Интерактивное проектирование геодезических сетей в программном комплексе CREDO		
Рук. пр.								
Инженер	Иванов А.С.			10.10.16				
Н. контр.	Солонько Е.В.			10.10.16		Министерство сельского хозяйства РФ ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ		

Рисунок Б.4. Пример оформления чертежа №4

Учебное издание

*Елена Викторовна Солонько*

***АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ  
ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПОСТРОЕНИЙ В ПРОГРАММНОМ  
КОМПЛЕКСЕ CREDO***

Издается в авторской редакции

---

Подписано в печать 2016 г. Формат 60х84/16.  
Бумага для множительных аппаратов. Печать ризографная.  
Гарнитура «Times New Roman». Усл. печ. л. 6,8.  
Уч. – изд. л. . Тираж 60 экз. Заказ № .

РИО Алтайский ГАУ  
656099, г.Барнаул, пр.Красноармейский, 98

☎ 62-84-26