

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Московский государственный университет геодезии и картографии
(МИИГАиК)**

А.О. Куприянов, Д.А. Морозов, А.Ю. Перминов, Д.А. Кузнецов, Д.Е. Леве

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №1
по курсу «ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ИНСТРУМЕНТОВЕДЕНИЕ»**

Направление подготовки: 21.05.01 Прикладная геодезия

Профиль подготовки: «Прикладная геодезия»

Квалификация (степень) выпускника: Специалист

Форма обучения: заочная

Москва 2019

Составители: А.О. Куприянов, Д.А. Морозов, А.Ю. Перминов, Д.А. Кузнецов, Д.Е. Леве

Методические указания к контрольной работе по курсу «геодезическое инструментоведение».

Методические указания написаны в соответствии с утвержденной программой курса «геодезическое инструментоведение», рекомендованы кафедрой прикладной геодезии, утверждены к изданию редакционно-издательской комиссией геодезического факультета.

Методические указания предназначены для студентов заочного отделений специальности «прикладная геодезия», выполняющих контрольную работу №1 и содержат все необходимые исходные данные и нормативные требования для успешного её выполнения.

Представленная в методических указаниях информация и полученные студентами навыки проектирования являются необходимыми для успешного освоения программы курса.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 Общие указания по выполнению и оформлению контрольной работы	5
2 Контрольная работа №1 «Разработка технического задания на доработку встроенного программного обеспечения электронного тахеометра».....	7
3 Варианты задания для контрольной работы №1	9
4 Указание по работе с программным обеспечением «TPS1200 PC Simulation v9.01».....	30
5 Указания по разработке технического задания	34
ЛИТЕРАТУРА	40
Приложение А.	41
Приложение Б.	42

ВВЕДЕНИЕ

Контрольная работа №1 «Разработка технического задания на доработку встроенного программного обеспечения электронного тахеометра» предназначена для формирования у студентов способности участвовать в разработке геодезических, астрономических и гравиметрических и специальных инструментов, и других профессиональных навыков.

В процессе выполнения контрольной работы студент приобретает знания об устройстве и принципах работы электронного тахеометра, функционале и структуре встроенного программного обеспечения электронного тахеометра, принципах составления технического задания. Кроме того выполнение контрольной работы формирует у студента навыки использования встроенного программного обеспечения электронного тахеометра, применения государственных стандартов и технической литературы.

1 Общие указания по выполнению и оформлению контрольной работы

Выполнять работу необходимо в соответствии с требованиями настоящих методических указаний.

Перед выполнением работы необходимо тщательно изучить теоретическую информацию, представленную в следующих источниках:

1. Глава 2 данных методических указаний;
2. Практикум «Геодезическое инструментоведение», Х.К.Ямбаев [1]. Глава 16 «Электронные тахеометры и лазерные рулетки: устройство, поверки, неисправности, методики работы»;
3. Учебник для вузов «Геодезическое инструментоведение», Х.К. Ямбаев [3]. Глава 6 «Оптико-электронные инструменты измерения направлений и углов»;
4. Монография «Исследование, поверка и юстировка средств измерений», Х.К. Ямбаев. Глава 4 «Исследование и поверка светодальномеров и электронных тахеометров»;
5. Учебное пособие «Основы геотроники», Голубев А.Н. [7]. Глава 3 «Электронные измерения расстояний» и глава 4 «Электронные измерения углов».

Контрольная работа оформляется на листах формата А4 в рукописном или печатном виде. В случае если определённая часть контрольной работы должна быть оформлена исключительно рукописном виде, это будет указано в тексте. На титульном листе должно быть указано следующее: название работы, специальность, курс, фамилия, имя и отчество студента, его шифр. Пример оформления титульного листа представлен в приложении А. Приведённые в тексте работы рисунки и таблицы должны быть пронумерованы и подписаны.

При оформлении контрольной работы в печатном виде необходимо придерживаться следующего:

1. Шрифт: Times New Roman;
2. Размер шрифта: 14;

3. Межстрочный интервал 1.5;
4. Отступы перед абзацем: 0;
5. Отступы после абзаца: 0;

Схемы и чертежи должны быть выполнены в редакторе векторной графики и интегрированы в работу в виде растрового изображения с достаточным разрешением. Не допускается использование изображений полученных путём сканирования печатных источников. Формулы должны быть оформлены при помощи конструктора формул встроенного в программу Microsoft Word, либо при помощи программы MathType. Не допускается использование в качестве записи формул изображений полученных путём сканирования печатных источников.

При оформлении в рукописном виде графические построения должны быть выполнены с применением линейки, треугольника, циркуля четко и аккуратно.

Контрольные работы высылаются в деканат университета для рецензирования. Присланные работы, не оформленные в соответствии с указанными требованиями, рецензентом не рассматриваются.

2 Контрольная работа №1 «Разработка технического задания на доработку встроенного программного обеспечения электронного тахеометра»

Целью контрольной работы №1 является разработка технического задания на доработку встроенного программного обеспечения электронного тахеометра. В ходе выполнения контрольной работы необходимо решить следующие задачи:

1. Изучить теоретическую информацию в соответствии с указаниями, приведёнными в главе 1;
2. Установить программное обеспечение «TPS1200 PC Simulation v9.01» на персональный компьютер. Инструкция по установке программного обеспечения рассмотрена в главе 5;
3. Изучить интерфейс и функциональные возможности программного обеспечения электронного тахеометра TPS1200 при помощи программного обеспечения «TPS1200 PC Simulation v9.01». Рекомендации по работе с программным обеспечением приведены в главе 5.
4. Составить блок-схему интерфейса электронного тахеометра TPS1200 для разделов «Programs» и «Tools». Пример блок-схемы интерфейса для раздела «Конфигурация» представлен в приложении Б.
5. Модифицировать блок-схему интерфейса электронного тахеометра, интегрировав в неё дополнительные функции в соответствии с индивидуальным заданием;
6. Разработать алгоритм реализации дополнительной функций в соответствии с индивидуальным заданием;
7. Разработать техническое задание на доработку программного обеспечения электронного тахеометра с целью добавления в него дополнительных функций.
8. Ответить на контрольные вопросы;

В ходе выполнения контрольной работы необходимо последовательно решить перечисленные выше задачи контрольной работы.

Отчёт по выполнению контрольной работы №1 должен включать следующие элементы:

1. Титульный лист контрольной работы;
2. Формулировка задания контрольной работы и индивидуальное задание, сформированное в соответствии с шифром студента. Указания по формированию индивидуального задания представлены в главе 4;
3. Блок-схемы разделов интерфейса «Programs» и «Tools»;
4. Модифицированные блок-схемы разделов интерфейса «Programs» и «Tools». В модифицированных блок-схемах должны быть добавлены дополнительные функции в соответствии с индивидуальным заданием;
5. Пример реализации одной из функций раздела «Programs». Указания по составлению примера и исходные данные приведены в главе 4;
6. Техническое задание на доработку программного обеспечения в следующем составе:
 - 6.1. Титульный лист технического задания. Пример титульного листа представлен в приложении В.
 - 6.2. Введение;
 - 6.3. Основная часть;
 - 6.4. Заключение;
 - 6.5. Список источников;
7. Выводы по проделанной работе;
8. Ответы на контрольные вопросы;

3 Варианты задания для контрольной работы №1

Для формирования индивидуального задания необходимо выбрать по одной функции из таблиц №1, №2 и №3 в соответствии с приведёнными ниже правилами. Из таблицы №1 необходимо выбрать функцию под номером $N = i+k$, где i - первая цифра шифра, k – индекс специальности (для ГФ $k=0$; для ЗИК $k=5$). Из таблицы №2 необходимо выбрать функцию под номером $N = i+k$, где i - первая цифра шифра, k – индекс специальности (для ГФ $k=5$; для ЗИК $k=0$). Из таблицы №3 необходимо выбрать функцию под номером $N = i+k$, где i - первая цифра шифра, k – индекс специальности (для ГФ $k=0$; для ЗИК $k=5$).
Таблица 3.1 - Функции для раздела интерфейса «Программы» с заданным алгоритмом (алгоритмы работы этих функций рассмотрены в разделе 3.1)

№№	Наименование функции
1	Вычисление уклона
2	Вычисление дирекционного угла и румба
3	Вычисление горизонтального проложения и превышения
4	Вычисление площади полигона
5	Вычисление периметра полигона
6	Вычисление координат центра окружности по трём точкам
7	Вычисление координат пересечения линий
8	Проекция точки на линию
9	Вычисление площади треугольника
10	Вычисление объёма
11	Вычисление площади поверхности
12	Расчёт радиуса кривизны дуги
13	Вычисление координат по двум точкам углу и расстоянию
14	Построение прямой, параллельной исходной линии
15	Определение расстояния между точкой и прямой

Таблица 3.2 - Функции для раздела интерфейса «Программы»

№№	Наименование функции
1	<p>Тахеометрический ход</p> <p>Тахеометрический ход - полевая программа, предназначенная для выполнения общих операций, выполняемых топографом при создании сети опорных точек, являющихся обоснованием для проведения топографической съёмки и различных видов разбивочных работ. Тахеометрический ход начинается с наблюдений задней и передней точек. Точка стояния инструмента переходит на переднюю точку, а предыдущая точка стояния инструмента становится задней (ориентирной) точкой. Наблюдения снова выполняются на новой точке стояния. Этот процесс повторяется на протяжении всего хода.</p>
2	<p>Базовая линия</p> <p>Базовая линия - программа, используемая при выносе проектов в натуру и контроле осей, например, зданий, дорог или земляных работ. С помощью этой программы можно задать базовую линию. Базовая линия задаётся относительно имеющейся опорной оси. Положение базовой линии относительно опорной оси может определяться продольным и поперечным сдвигом, сдвигом по вертикали, либо поворотом вокруг первой точки базовой линии. Кроме того, базовую отметку можно задавать на первой или второй точке опорной линии, либо определять путём интерполяции вдоль этой линии.</p>
3	<p>Базовая плоскость</p> <p>Базовая плоскость – программа, используемая для определения положения нескольких точек относительно заданной базовой плоскости. Она может использоваться для решения следующих задач:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Измерения на точку для определения её отстояния по перпендикуляру от плоскости; – Вычисления длин перпендикуляров от проекции точки на плоскость до осей X и Z местной системы координат. Эта проекция определяется как точка пересечения перпендикулярного к плоскости вектора, проходящего через измеряемую точку; – Просмотр и запись разбивочных координат проекции точки на плоскость.
4	<p>Разбивка</p> <p>Разбивка – программа, которая применяется для выноса в натуру проектных точек. Разбивочные элементы и координаты могут либо вводиться в ручную, либо браться из файла проекта. В ходе работы</p>

	это приложение выводит на дисплей отклонения фактического положения от положения проектного.
5	<p>Разбивка дуги</p> <p>Разбивка дуги – программа, позволяющая задать дугу по различным параметрам, например, по координатам точки "Начало кривой", и вынести эту дугу и точки (смещения) вдоль неё. Дуга определяется следующими параметрами: радиусом дуги, углом, координатами точек "Начало кривой", "Центр", "Конец кривой" и др. Дуга также может быть определена путём выполнения наблюдений на эти точки.</p>
6	<p>Сдвиги, развороты и масштабирование</p> <p>Сдвиг, поворот и масштабирование – программа, применяемая для сдвига и/или разворота и/или масштабирования одной или нескольких известных точек. Параметры сдвига, поворота и масштабирования вычисляются по выбранным точкам с использованием 2D-трансформации по Гельмерту или вводятся вручную.</p>
7	<p>Прямая геодезическая задача</p> <p>Прямая геодезическая задача – программа, которая позволяет вычислить координаты пункта, имея координаты начального пункта, дирекционный угол и расстояние.</p>
8	<p>Обратная геодезическая задача</p> <p>Обратная геодезическая задача – программа, которая позволяет вычислить расстояние и дирекционный угол между двумя пунктами.</p>
9	<p>Вычисление координат центра окружности</p> <p>Вычисление координат центра окружности – программа, позволяющая определить координаты центральной точки окружности, имея координаты точек по контуру.</p>
10	<p>Координатная геометрия (COGO)</p> <p>COGO – полевая программа для выполнения вычислений с использованием формул координатной геометрии COGO, для определения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – координат точек; – расстояний между точками; – дирекционных углов направлений между точками.
11	<p>Определение координат недоступной точки</p> <p>Недоступная точка – программа, использующаяся для определения трёх координат точки, на которую невозможно встать с отражателем, например, расположенную на нижней части</p>

	<p>пролётных строений. Измеряется горизонтальное проложение до базовой точки, которая расположена непосредственно под или над недоступной точкой. Затем выполняется визирование на недоступную точку. Координаты недоступной точки вычисляются на основе расстояния, измеренного до базовой точки, и угловых измерений, выполненных на недоступную точку.</p>
12	<p>Вычисление пересечений</p> <p>Вычисление пересечений – программа, позволяющая вычислить точку пересечения азимутов, заданных от двух точек, пересечение отрезков, отложенных от двух точек, пересечение азимута и отрезка, заданных от двух точек.</p>
13	<p>Расчёт площадей и объёмов</p> <p>Расчёт площадей и объёмов – программа, позволяющая вычислять площади участков, ограниченных максимум 50-ю точками, соединённых отрезками прямой. Эти точки должны быть измерены, взяты из памяти либо заданы с клавиатуры - с расположением их по часовой стрелке. Вычисленная площадь проектируется на горизонтальную плоскость (2D) или на наклонную опорную плоскость, заданную своими тремя точками (3D). Также объёмы автоматически вычисляются в результате обчёта цифровой модели местности (DTM).</p>
14	<p>ГНСС-измерения</p> <p>Данная программа позволяет выполнять переключения с электронного тахеометра на ГНСС аппаратуру, настраивать приёмник для работы в относительном режиме позиционирования (базовая станция) и производить спутниковые ГНСС измерения</p>
15	<p>Набор инструментов уравнивания</p> <p>Данная программа позволяет выполнять уравнивание полигонометрического хода, засечек и прочих геодезических построений.</p>

Таблица 3.3 - Функции для раздела интерфейса «Инструменты»

№№	Наименование функции
1	<p>Поверка коллимационной ошибки</p> <p>Функция позволяющая выполнить поверку коллимационной ошибки. Коллимационная ошибка представляет собой отклонение от 90 градусов угла между осью вращения трубы и осью визирования. Влияние этой ошибки на результаты измерения горизонтальных углов возрастает с увеличением значения вертикального угла.</p>

2	<p>Поверка места нуля</p> <p>Функция позволяющая выполнить поверку места нуля. Отсчёт по вертикальному кругу должен равняться точно 90° (100 град) при горизонтальном положении визирной оси. Любые отклонения от этого значения называются местом нуля. Эта погрешность постоянно влияет на результаты измерения вертикальных углов.</p>
3	<p>Просмотр журнала истории поверок тахеометра</p> <p>Функция позволяющая просмотреть историю журнала поверок, в котором отражены даты и выполненные поверки и исследования аппаратуры.</p>
4	<p>Проверка положения оси зрительной трубы</p> <p>Функция позволяющая выполнить поверку и юстировку погрешности положения оси вращения зрительной трубы связана с отклонением этой оси от перпендикуляра к оси вращения инструмента. Она влияет на точность измерения горизонтальных углов. Для определения величины этой погрешности нужно выполнить измерения на точку, которая находится под значительным углом от горизонтальной плоскости (выше или ниже этой плоскости)</p>
5	<p>Определение константы отражателя</p> <p>Функция, использующаяся для определения константы отражателя. Константа призмы будет равняться разности расстояний $S_{\text{общ}}$ и S_1+S_2 измеренных при константе равной 0</p>
6	<p>Ввод допусков для коллимационной ошибки и места нуля</p> <p>Данная функция позволяет изменить стандартный допуск для места нуля и коллимационной ошибки.</p>
7	<p>Калькулятор угловых величин</p> <p>Функция позволяющая производить сложные математические расчёты угловых величин используя только тахеометр.</p>
8	<p>Ввод метеорологических коэффициентов</p> <p>Функция позволяющая ввести метеорологические коэффициенты (температура, давление) влияющие на точность измерений.</p>
9	<p>Створоуказатель</p> <p>Функция позволяющая повысить эффективность работ по выносу в натуру и других операций. Указатель створа представляет собой источник излучения в двух диапазонах частот видимого спектра - красном и зелёном. В зависимости от видимого в данный момент цвета этого указателя полевой персонал может контролировать своё текущее местоположение относительно створа линии визирования</p>

10	<p>Выбор модели геоида</p> <p>Функция позволяющая подгрузить из внутренней памяти тахеометра модель геоида, для использования в связке с приложением ГНСС-измерения.</p>
11	<p>Установка дополнительных программ</p> <p>Функция позволяющая установить на электронный тахеометр дополнительные программы от разработчиков.</p>
12	<p>Настройка интернет соединения</p> <p>Функция позволяющая настроить APN соединение по GSM связи для выхода в интернет для тахеометра для загрузки информации и обновления аппаратуры</p>
13	<p>Настройка при подключении к ПК</p> <p>Функция позволяющая производить настройку тахеометра при подключении по кабелю к персональному компьютеру</p>
14	<p>Преобразование проекта</p> <p>Функция позволяющая ввести параметры преобразования для системы координат и выполнить автоматическое преобразование всех точек проекта в новую СК.</p>
15	<p>Возврат к заводским настройкам</p> <p>Функция позволяющая удалить всю имеющуюся на тахеометре информацию, такую как: дополнительные установленные программы, коды точек доступа, созданные проекта, проведённые поверки и прочее.</p>

3.1 Описание функций

3.1.1 Функции для раздела интерфейса «Программы»

1) Вычисление уклона

В ходе выполнения данной задачи необходимо получить значение уклона по известным высотам точек и горизонтальному проложению между ними.

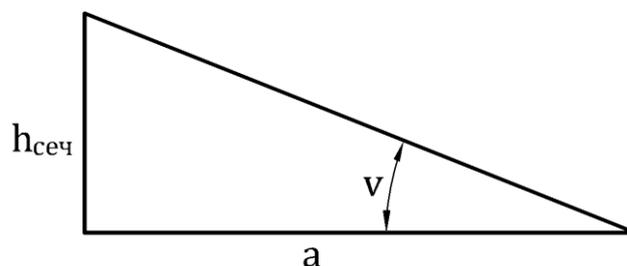


Рисунок 3.1 – Вычисление уклона

Величину крутизны наклона местности можно выразить следующими величинами: уклоном i или углом наклона v . Величина уклона i отрезка линии между точками — это отношение высоты сечения рельефа $h_{\text{сеч}}$ к заложению a , т. е.

$$i = \frac{h_{\text{сеч}}}{a}; \quad (3.1)$$

Из формулы следует, что при заданной высоте сечения $h_{\text{сеч}}$ большему значению a соответствует меньший уклон и наоборот. Уклон i является тангенсом угла наклона и обычно выражается в виде десятичной дроби, округленной до 0,001, а также в процентах — % ($100i$) или промилле — ‰ ($1000i$). Используя величину уклона, можно вычислить угол наклона по формуле

$$v = \arctg i = \arctg \frac{h}{a}; \quad (3.2)$$

Даны следующие значения: $h_A = 123.3$; $h_B = 125.2$; горизонтальное проложение $S_{AB} = 265.452$ м. Найти значение уклона (i) и угла наклона (v).

2) Вычисление дирекционного и румба

В ходе выполнения данной задачи необходимо получить значение румба и дирекционного угла по имеющимся координатам двух точек.

Дирекционный угол (азимут геодезической линии) (от франц. direction — направление) — угол, отсчитываемый от северного направления осевого меридиана по ходу часовой стрелки до данного направления.

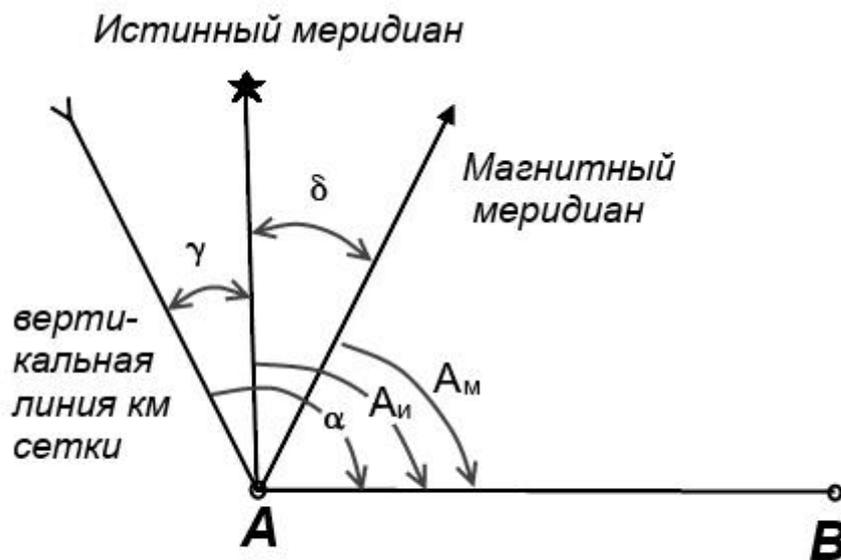


Рисунок 3.2. Схематическое изображение определения истинного ($A_{и}$), магнитного ($A_{м}$) азимутов, дирекционного угла (α), сближения меридианов (δ) и магнитного склонения (γ)

Румбом называется острый угол между ближайшим (северным С или южным Ю) направлением меридиана и направлением данной линии.

Румбы обозначают буквой r с индексами, указывающими четверть, в которой находится румб. Названия четвертей составлены из соответствующих обозначений стран света. Так, I четверть — северо-восточная (СВ), II — юго-восточная (ЮВ), III — юго-западная (ЮЗ), IV — северо-западная (СЗ). Соответственно обозначают румбы в четвертях, например: в первой — $r_{св}$, во второй — $r_{юв}$. Румбы измеряют в градусах (от 0 до 90°).

Таблица 1. Значения Азимутов и румбов, в зависимости от четверти

Четверть	$A, ^\circ$	r
I (СВ)	0...90	A
II (ЮВ)	90...180	$180^\circ - A$
III (ЮЗ)	180...270	$A - 180^\circ$
IV (СЗ)	270...360	$360^\circ - A$

Если необходимо найти значение дирекционного угла между двумя точками/пунктами, следует применять следующую формулу:

$$\alpha = \arctg \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}, \quad (3.3)$$

где x_2, y_2 – координаты конца линии, x_1, y_1 – координаты начала линии

Найти дирекционный угол линии А-В и линии В-А, образованной точками А и В, определите румб.

Название точки	Координаты	
	X	Y
A	2660,100	690,450
B	2670,851	624,753

3. Вычисление горизонтального проложения и превышения

В ходе выполнения данной задачи необходимо получить значение горизонтального проложения и превышения между двумя точками.

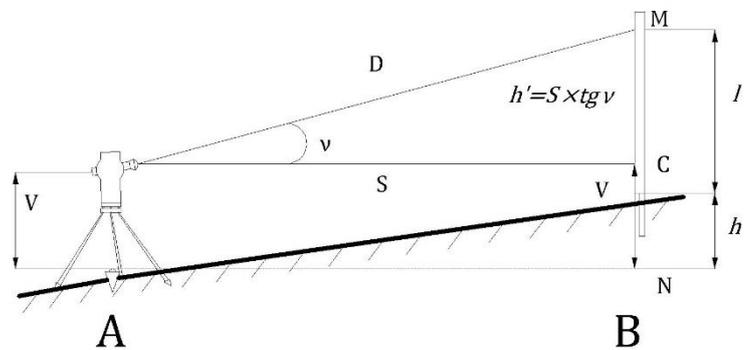


Рисунок 3.3. Тригонометрическое нивелирование

Горизонтальное проложение линии – это проекция линии местности на горизонтальную плоскость. Горизонтальные проложения линий используются на топографических картах и планах. На рисунке изображена длина линии на местности S и ее горизонтальное проложение d . Как видно из рисунка, для того чтобы вычислить горизонтальное проложение линии (d) необходимо знать ее длину на местности (S) и угол наклона линии к горизонту (v) или превышение (h). Горизонтальное проложение линии вычисляют по следующей формуле:

$$S = D \cos v.$$

Тригонометрическое нивелирование – определение превышения между точками с помощью наклонного визирного луча.

Если зрительную трубу наводить на рейку/вешку/марку на высоту теодолита/тахеометра, то превышение вычисляют по формуле

$$h = S \cdot \operatorname{tg} \nu; \quad (3.4)$$

Если расстояние измерялось лентой, то горизонтальное проложение линии АВ равно

$$S = D \cdot \cos \nu; \quad (3.5)$$

$$h = S \cdot \operatorname{tg} \nu + f; \quad (3.6)$$

Поправки за кривизну Земли и рефракцию $f = K - r$ учитываются только при расстояниях АВ более 300 м.

Определить горизонтальное проложение и превышение между точками А и В если: наклонное расстояние D между ними равно 67 м, а вертикальный угол $2^{\circ}27'38''$

4) Вычисление площади полигона

В ходе выполнения данной задачи необходимо получить площадь полигона по имеющимся данным.

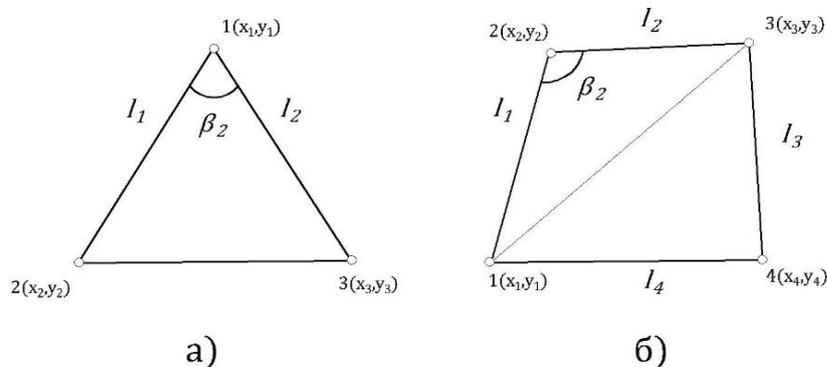


Рисунок 3.4. Геометрические фигуры для определения площадей участков (а, б)

Если по границам участка выполнены геодезические измерения, то площадь всего участка или его части можно вычислить по формулам, приведенным применительно к следующим фигурам участков (рис. 3.4).

Треугольник (рис. 3.4, а). Площадь треугольника определяется по сторонам l_1 и l_2 , углу β_2 , заключенному между ними, по формуле

$$S = (l_1 \cdot l_2 \cdot \sin \beta_2); \quad (3.7)$$

Площадь четырехугольника (рис. 3.4, б). можно определить, вычислив отдельно треугольники, используя теорему косинусов

$$l_{1-3} = \sqrt{l_1^2 + l_2^2 - 2 \cdot l_1 \cdot l_2 \cdot \cos \beta}; \quad (3.8)$$

Площадь треугольника 1-3-4 может быть вычислена по формуле

$$S = \sqrt{(P \cdot (P - l_3) \cdot (P - l_4) \cdot (P - l_{1-3}))}; \quad (3.9)$$

где P - полупериметр, равный

$$P = (l_3 + l_4 + l_{1-3}); \quad (3.10)$$

Общая площадь четырехугольника будет равна:

$$P = l_1 \cdot l_2 \cdot \sin \beta_2 + \sqrt{S \cdot (S - l_3) \cdot (S - l_4) \cdot (S - l_{1-3})}; \quad (3.11)$$

Площадь замкнутого полигона по координатам его вершин определяют по формулам:

$$S = \frac{1}{2} \times \sum_1^n X_n (Y_{n+1} - Y_{n-1}) \quad (3.12)$$

$$S = \frac{1}{2} \times \sum_1^n Y_n (X_{n+1} - X_{n-1}) \quad (3.13)$$

где: X,Y – координаты вершин основного теодолитного хода; n – вершины хода; (n + 1) – номер последующей вершины; (n – 1) – номер предыдущей вершины.

По обеим формулам должно получиться одно и то же значение площади, что является контролем вычисления площади участка.

Алгебраическая сумма разностей абсцисс и ординат должна равняться нулю, что является контролем вычисления соответствующих разностей.

Найти площадь полигона со следующими координатами:

Название точки	Координаты	
	X	Y
A	1231,193	3343,988
B	1362,550	3351,112
C	1317,855	3482,770
D	1326,705	3409,032

5) Вычисление периметра полигона

В ходе выполнения данной задачи необходимо получить периметр полигона по имеющимся данным.

Периметр фигуры — это сумма длин всех её сторон. Чтобы в нашем случае найти длины сторон, нужно воспользоваться формулой длины отрезка по заданным координатам $(x_1; y_1)$ и $(x_2; y_2)$:

$$AB = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}; \quad (3.14)$$

Для получения периметра необходимо последовательно сложить все полученные значения.

Найти периметр полигона, по исходным данным задачи номер 4.

6) Вычисление координат центра окружности

В ходе выполнения данной задачи необходимо получить координаты центра окружности по двум или трём точкам.

Уравнение окружности имеет следующий вид

$$(y - y_0)^2 + (x - x_0)^2 = R^2; \quad (3.15)$$

Зная три координаты точек, лежащих на окружности, можно составить систему из трёх уравнений, где в роли x и y будут выступать координаты известных точек.

Найти координаты окружности по двум и трём точкам

Название точки	Координаты	
	X	Y
A	2474,224	769,988
B	2582,670	875,332
C	2649,615	710,193

7) Вычисление координат пересечения линий

В ходе выполнения данной задачи необходимо получить координаты точки пересечения двух линий, образованными известными точками.

$M_0(X_0; Y_0)$ – некоторая точка плоскости

Если M_0 является точкой пересечения прямых a и b , то по определению она принадлежит и прямой a и прямой b , то есть, ее координаты должны удовлетворять одновременно и уравнению $A_1X + B_1Y + C_1 = 0$ и уравнению $A_2X + B_2Y + C_2 = 0$.

Следовательно, для выполнения задачи необходимо подставить координаты точки M_0 в уравнения заданных прямых и получить два верных равенства. Если координаты точки M_0 удовлетворяют обоим уравнениям $A_1X + B_1Y + C_1 = 0$ и $A_2X + B_2Y + C_2 = 0$, то $M_0(X_0; Y_0)$ – точка пересечения прямых a и b , в противном случае M_0 не является точкой пересечения прямых.

Найти точку пересечения прямых, образованных точками:

Название точки	Координаты	
	X	Y
A	2670,104	689,438
B	2689,846	682,069
C	2681,569	690,476
D	2671,880	678,331

8) Проекция точки на линию

В ходе выполнения данной задачи необходимо получить координаты точки, являющейся проекцией известной точки на линию или прямой (створе), образованной известными точками.

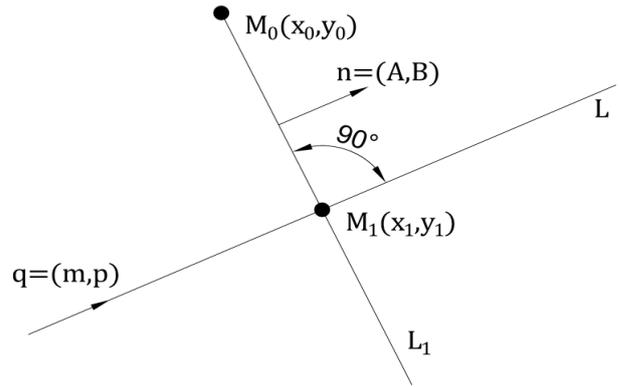


Рисунок 3.5. Схема проекции

Пусть в двумерном пространстве задана точка $M_0(x_0, y_0)$ и прямая L :

$$\frac{x-x'}{m} = \frac{y-y'}{p}, \quad (3.16)$$

где: $q = (m, p)$ направляющий вектор прямой L .

Алгоритм нахождения проекции точки на прямую L содержит следующие шаги:

- построить прямую L_1 , проходящую через точку M_0 и перпендикулярную прямой L ,
- найти пересечение прямых L и L_1 (точка M_1)

Уравнение прямой, проходящей через точку $M_0(x_0, y_0)$ имеет следующий вид:

$$A(x - x_0) + B(y - y_0) = 0, \quad (3.17)$$

где: $n = (A, B)$ нормальный вектор прямой L_1 .

Тогда уравнение прямой L_1 , представленной уравнением (3.17) можно записать так:

$$m(x - x_0) + p(y - y_0), \quad (3.18)$$

$$m_x + p_y - mx_0 - py_0 = 0. \quad (3.19)$$

Для нахождения точки пересечения прямых L и L_1 , которая и будет проекцией точки M_0 на прямую L , можно решить систему из двух уравнений (3.16) и (3.18) с двумя неизвестными x и y . Выражая неизвестную x из одного уравнения и подставляя в другое уравнение получим координаты точки $M_1(x_1, y_1)$.

Выведем параметрическое уравнение прямой (3.18):

$$t = \frac{x-x'}{m}, t = \frac{y-y'}{p}, \quad (3.19)$$

$$x = mt + x', \quad (3.20)$$

$$y = pt + y'. \quad (3.21)$$

Подставим значения x и y в (3.18):

$$t' = \frac{mx_0+py_0-mx'-py'}{m^2+p^2}. \quad (3.22)$$

Подставляя значение t' в (3.20) получим координаты проекции точки M_0 на прямую L :

$$M_1(x_1, y_1)$$

$$\text{где: } x_1 = mt' + x', y_1 = pt' + y'. \quad (3.23)$$

Найти проекцию точки M_0 (2676.275; 690.542) на линию, образованную двумя точками: A (2670.104; 686.438) и B (2690.104; 686.484).

9) Вычисление площади треугольника

В ходе выполнения данной задачи необходимо получить площадь измеренного треугольника.

Данную задачу необходимо решить, применяя формулу Герона. Сама формула имеет вид:

$$S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}; \quad (3.24)$$

$$p = \frac{a+b+c}{2}; \quad (3.25)$$

где a b c – стороны треугольника

Название точки	Координаты	
	X	Y
A	2321,418	2111,638
B	3216,501	1998,775
C	2787,162	2054,005

Дано: три точки, образующие треугольник. Применив обратную геодезическую задачу и формулу Герона найти площадь треугольника.

10) Определение объёмов фигур

В ходе выполнения данной задачи необходимо получить объём заданной объёмной фигуры.

Объём тетраэдра (пирамиды)

Координаты векторов можно найти по формуле: $X = x_j - x_i$; $Y = y_j - y_i$; $Z = z_j - z_i$

где X, Y, Z координаты вектора; x_i, y_i, z_i - координаты точки A_i ; x_j, y_j, z_j - координаты точки A_j ;

Для вектора AB

$$X = x_2 - x_1; Y = y_2 - y_1; Z = z_2 - z_1 \quad (3.26)$$

Объём пирамиды, построенный на векторах $a_1(X_1; Y_1; Z_1)$, $a_2(X_2; Y_2; Z_2)$, $a_3(X_3; Y_3; Z_3)$ равен:

$$V = \frac{1}{6} \begin{vmatrix} X_1 & Y_1 & Z_1 \\ X_2 & Y_2 & Z_2 \\ X_3 & Y_3 & Z_3 \end{vmatrix}; \quad (3.27)$$

Найти объём тетраэдра, образованного следующими точками:

Название точки	Координаты		
	X	Y	Z
A	2660,100	685,420	100,100
B	2689,846	682,069	100,169
C	2681,569	690,476	100,225
D	2674,010	678,331	113,525

11) Вычисление площади поверхности

В ходе выполнения данной задачи необходимо получить площадь заданной поверхности.

Основываясь на знаниях в ходе выполнения задач № 4 и № 5 определить площадь поверхности как сумму нескольких полигонов-треугольников.

Определить площадь всей поверхности по координатам и по сумме треугольников-полигонов. Сравнить полученные значения.

Название точки	Координаты	
	X	Y
A	2727,656	776,586
B	2750,865	788,557
C	2763,219	772,472
D	2776,129	755,663
E	2799,300	742,257
F	2776,129	722,719
G	2738,636	740,649
H	2728,779	757,508

12) Расчёт радиуса кривизны дуги

В ходе выполнения данной задачи необходимо получить радиус кривизны дуги.

Величина, обратная кривизне кривой $R = \frac{1}{K}$, называется *радиусом кривизны*; он совпадает с радиусом соприкасающейся окружности в данной точке кривой. Центр этой окружности называется *центром кривизны*.

Радиус кривизны дуги, образованной от окружности, равен её радиусу, а центр кривизны совпадает с центром образующей окружности.

Опираясь на теорию задачи № 6, найти центр дуги окружности. Далее необходимо найти радиус дуги, которая будет являться решением обратной геодезической задачи двух точек: центра окружности и любой из трёх точек, лежащих на дуге. Из обратной геодезической задачи можно найти расстояние между этими двумя точками, которое, является и радиусом дуги окружности.

Даны три точки, центр кривой, начала кривой и конца кривой.

Название точки	Координаты	
	X	Y
Центр Кривой (О)	2815,700	795,421
Начало Кривой (НК)	2826,072	813,402
Конец Кривой (КК)	2836,142	791,820

13) Вычисление координат по двум точкам углу и расстоянию

В ходе выполнения данной задачи необходимо получить координаты точки С, находящейся на некотором расстоянии, и под некоторым углом от линии, образованной двумя точками А и В.

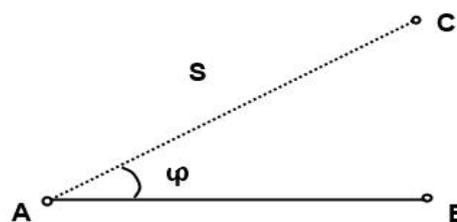


Рисунок 3.6. Схематичное отображение исходной линии и точки С

Данную задачу можно решить разными способами. Рассмотрим способ полярных координат, как один из основных методов выноса точек при геодезических работах. Данный метод позволяет найти разности координат определяемой точки, и точки, образующей вершину отложенного от базовой линии А-В угла φ :

$$\Delta x = S \times \cos(\alpha_{1-2} - \varphi); \quad (3.28)$$

$$\Delta y = S \times \sin(\alpha_{1-2} - \varphi); \quad (3.29)$$

где $x_c = x_A + \Delta x$ и $y_c = y_A + \Delta y$

Для контроля получившихся координат, следует использовать обратную геодезическую задачу.

Вычислить координаты точки С, если А (4521,43; 5324,681), В (4624,662; 5427,913), расстояние S равно 145,650, а угол $\varphi = 22^\circ 27' 27,4''$.

14) Построение прямой, параллельной исходной линии, проходящей через указанную точку

В ходе выполнения данной задачи необходимо получить две точки новой прямой, полученной и параллельной исходной линией, образованной двумя точками и исходной точке, лежащей на новой прямой.

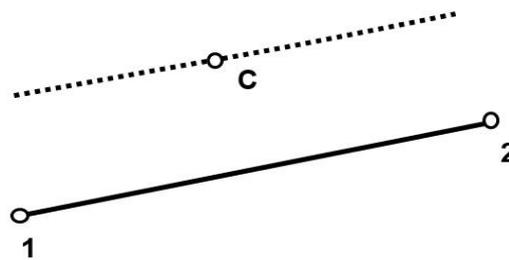


Рисунок 3.7. Схематическое отображение исходной линии и точки C

Имеем отрезок, образованный двумя точками, и некоторую третью точку, находящуюся не на отрезке, но принадлежащая прямой, ему параллельной. Необходимо найти уравнение данной прямой и по данному уравнению найти значения точек на данной прямой.

Сначала необходимо найти уравнение прямой, образованной отрезком из двух точек. Для этого воспользуемся формулой:

$$\begin{vmatrix} x_2 - x_1 & y_2 - y_1 \\ x - x_1 & y - y_1 \end{vmatrix} = 0; \quad (3.30)$$

Далее необходимо уравнение первой прямой представить в виде $y = ax + b$.

После необходимо найти уравнение прямой, параллельной исходной по формуле:

$$y - y_c = a(x - x_c); \quad (3.31)$$

где a – это коэффициент наклона прямой. Данный коэффициент должен быть равен коэффициенту наклона первой прямой.

Далее определить любые две точки, лежащие на полученной прямой по найденному уравнению новой прямой.

Название точки	Координаты	
	X	Y
Точка 1	2240,699	2052,960
Точка 2	2967,536	1718,402
C	2729,507+i×0,765	2038,733+i×0,424

Дано: две точки (Точка 1 и Точка 2) образующие отрезок и точка C. Найти уравнение прямой, параллельную отрезку. Найти две точки лежащие на данной прямой.

15) Определение расстояния между точкой и прямой

В ходе выполнения данной задачи необходимо получить расстояние от известной точки, до отрезка, образованного двумя точками.

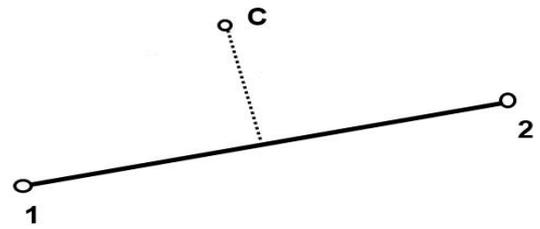


Рисунок 3.8. Схематичное отображение исходной линии и точки C

Имеем отрезок, образованный двумя точками, и третью точку, находящуюся не на отрезке.

Сначала необходимо найти уравнение прямой, по формуле (3.32) как представлено в задаче № 14.

Далее необходимо уравнение прямой представить в виде $Ax + By + C = 0$.

После необходимо найти кратчайшее расстояние между точкой и прямой:

$$d = \left| \frac{Ax_c + By_c + C}{\sqrt{A^2 + B^2}} \right|; \quad (3.32)$$

Название точки	Координаты	
	X	Y
Точка 1	2240,699	2052,960
Точка 2	2967,536	1718,402
C	2729,507	2038,733
D	$2350,000+i \times 1,841$	$1750,000+i \times 1,393$

Дано: две точки (Точка 1 и Точка 2) образующие отрезок, точки C и D. Необходимо найти расстояния от точки C до отрезка и от точки D до отрезка, где i – это номер варианта.

4 Указание по работе с программным обеспечением «TPS1200 PC Simulation v9.01»

Программное обеспечение «TPS1200 PC Simulation v9.01» представляет собой симуляцию встроенного программного обеспечения электронного тахеометра Leica TPS1200 для персонального компьютера. В ходе выполнения контрольной работы студенту необходимо выполнить с использованием программного обеспечения «TPS1200 PC Simulation» следующие действия:

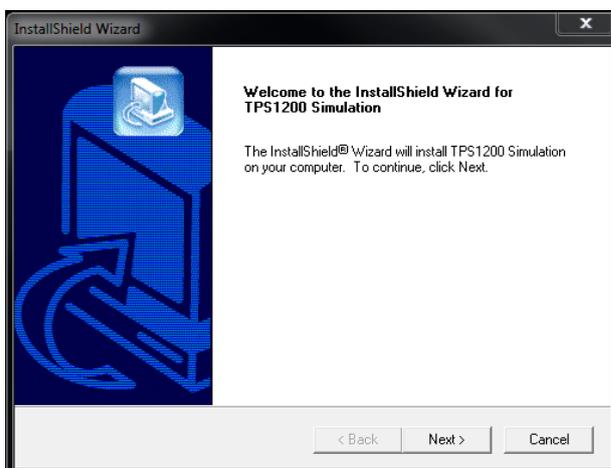
1. Установить программное обеспечение «TPS1200 PC Simulation v9.01» на персональный компьютер;
2. Изучить интерфейс и функциональные возможности программного обеспечения электронного тахеометра TPS1200 при помощи программного обеспечения «TPS1200 PC Simulation v9.01»;
3. Составить блок-схему интерфейса электронного тахеометра TPS1200 для разделов «Programs» и «Tools». Пример блок-схемы интерфейса для раздела «Конфигурация» представлен в приложении Б.

Установка программного обеспечения.

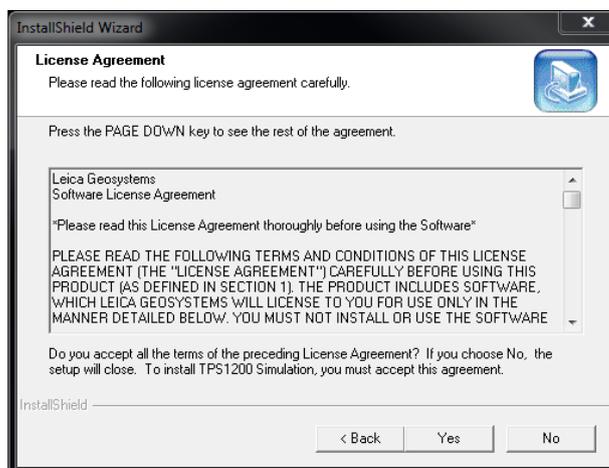
Установочный файл программы «TPS1200 PC Simulation v9.01» необходимо скачать файл «TPS1200.zip» по следующей ссылке:

Загруженный архив «TPS1200.zip» необходимо разархивировать при помощи программы архиватора (WinRAR, 7-Zip, WinZip и т.д.) в отдельную папку. Для установки программы необходимо запустить исполнение файла «Setup.exe», после чего откроется менеджер установки программы (окно №1). В окне №1 необходимо нажать кнопку «Next» для продолжения установки, после чего откроется окно №2. В окне №2 необходимо нажать кнопку «Yes» (тем самым приняв лицензионное соглашение), после чего откроется окно №3. В окне №3 необходимо выбрать директорию для установки программы нажав кнопку «Browse...». После того как директория выбрана необходимо нажать кнопку «Next» для продолжения установки. В следующем окне необходимо выбрать директорию для сохранения рабочих файлов программы (аналогично действиям в окне №3). После того как предыдущие действия выполнены

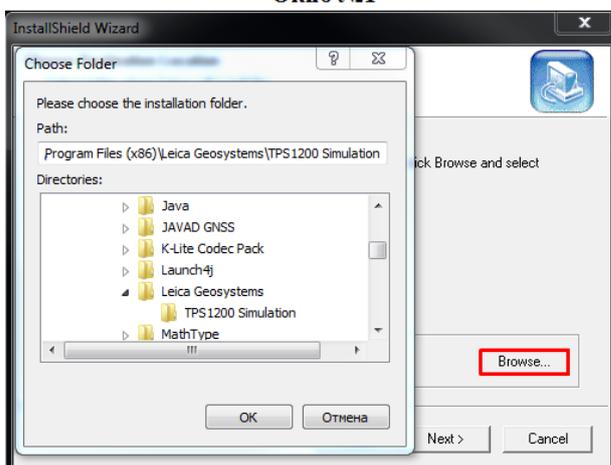
начнётся автоматическая установка программы (необходимо дождаться её завершения). После того как установка выполнена откроется окно №4, необходимо нажать кнопку «Finish» для завершения программы установки.



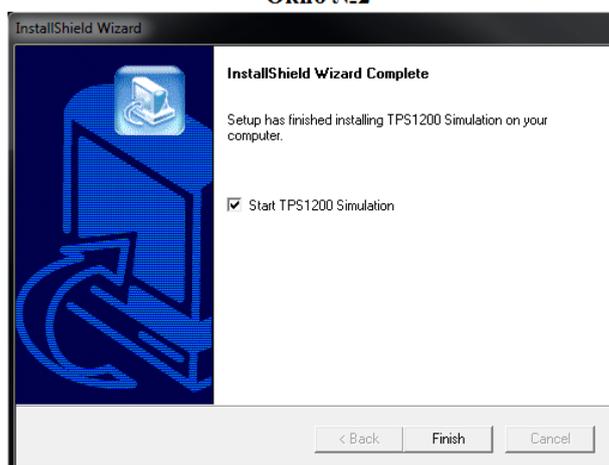
Окно №1



Окно №2



Окно №3



Окно №4

Рисунок 4.1 – Установка программы «TPS1200 PC Simulation v9.01»: Окно №1 – начальное окно установки, Окно №2 – лицензионное соглашение, Окно №3 – выбор директории для установки программы; Окно №4 – завершение установки.

Запуск и исполнение программы TPS1200 PC Simulation

Для запуска программы «TPS1200 PC Simulation v9.01» используется ярлык на рабочем столе или соответствующую вкладку в меню «Пуск». После запуска программы откроется главное окно программы (см. рис. 4.2). В главном окне программы представлена модель панели управления электронного тахеометра TPS1200. Для управления моделью тахеометра используются кнопки панели управления и сенсорный экран. После запуска

программы модель тахеометра находится в выключенном состоянии, для включения необходимо нажать кнопку «PROG». После включения модели на экране появится главное меню электронного тахеометра (см. рис 4.3). Главное меню содержит шесть разделов:

1. Съёмка/Survey (используется для проведения измерений);
2. Программы/Programs (используется для выбора и применения программ);
3. Менеджер/Manage (используется для управления проектами, данными, списками кодов, конфигурацией отражателей и системой координат);
4. Преобр/Convert (используется для: Экспорта данных из проекта, хранящегося в памяти инструмента в файл на карте памяти CompactFlash в настраиваемом формате; Импорта данных (ASCII, GSI, DXF) для использования в проекте; Резервного копирования проектов);
5. Конфиг/Config (используется для настройки параметров инструмента);
6. Инструм/Tools (используется для работы с картой памяти и производства вычислений).

После установки программы меню электронного тахеометра используется английский язык. Для применения русского языка необходимо воспользоваться соответствующей функцией в разделе меню «Конфиг/Config» (Config... > General Settings... > Language > RUSSIAN).

Завершение работы программы

Для завершения работы программы TPS1200 PC Simulation необходимо вернуться в главное меню (Main Menu) электронного тахеометра, после чего выключить тахеометр нажатием кнопки закрытия окна. Кнопка закрытия окна не завершает работу, если открыт любой другой раздел меню электронного тахеометра. Для полного завершения работы программы необходимо ещё раз нажать кнопку закрытия окна, после чего работа программы TPS1200 PC Simulation будет завершена.

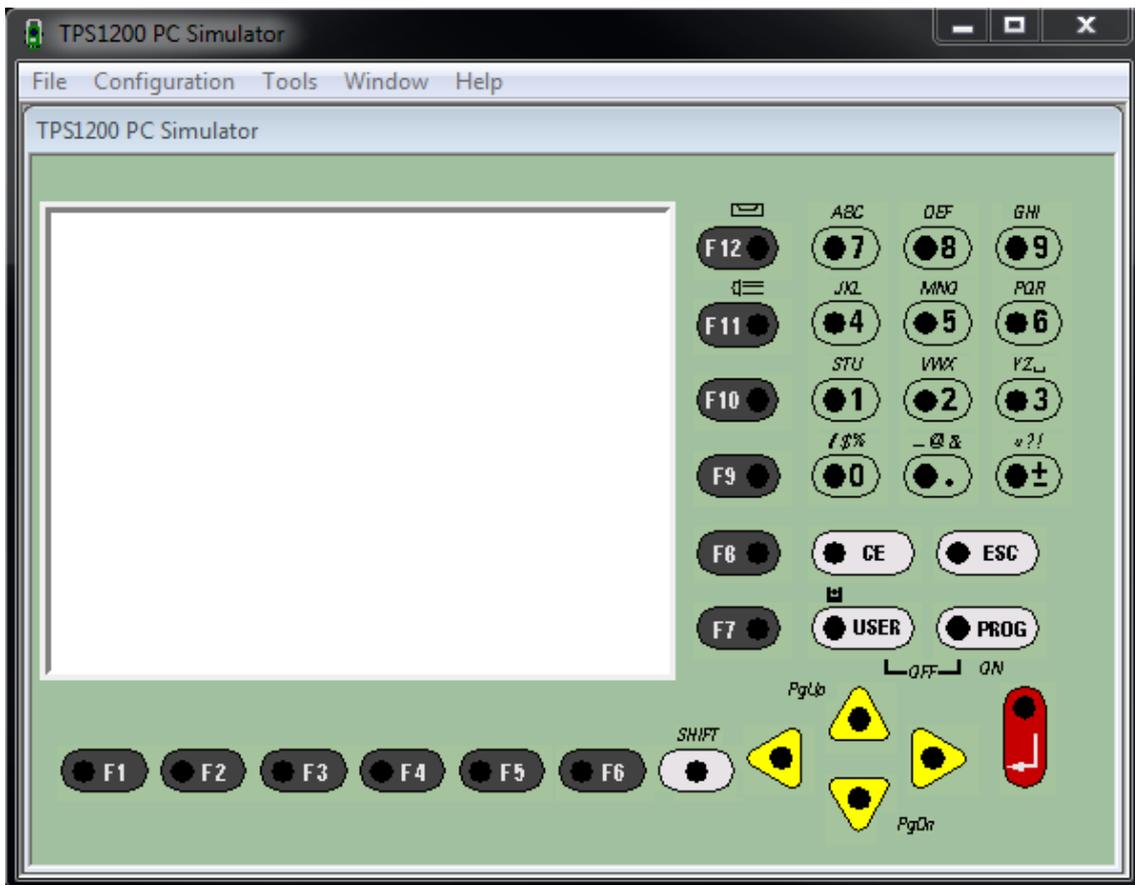


Рисунок 4.2 – Интерфейс программы TPS1200 PC Simulation v9.01

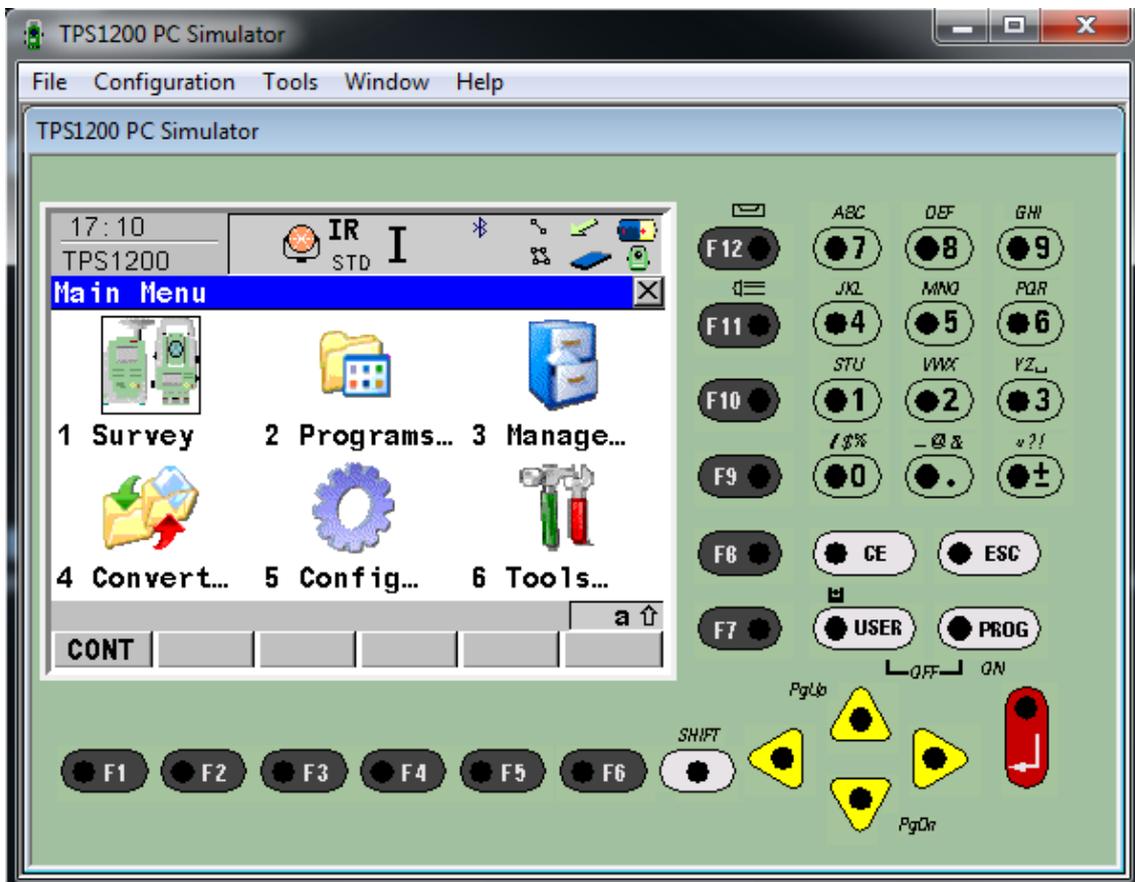


Рисунок 4.3 – Меню электронного тахеометра

5 Указания по разработке технического задания

Создание новых или доработка (модернизация) известных геодезических приборов производится в рамках проведения опытно-конструкторских работ (ОКР). Основанием для выполнения ОКР является техническое задание (ТЗ), утвержденное заказчиком, и договор (контракт) с ним. Техническое задание - это исходный документ, составляемый при разработке/модернизации прибора, определяющий: основное его назначение, требования к точности выходных параметров, размеры и массу, надежность и долговечность, пригодность для работы в определенных механических, климатических и других воздействиях, условия транспортировки, хранения и ремонта, поверки и аттестацию, а также учитывающий достижения науки и техники.

Документом, регламентирующим разработку ТЗ на ОКР, является ГОСТ РВ 15.201-2003 [9] или ГОСТ 15.016-2016 [10]. При этом на конкретных предприятиях могут действовать внутренние нормативные акты регламентирующие разработку ТЗ. При выполнении Контрольной работы №1 в части разработки ТЗ необходимо придерживаться требований ГОСТ 15.016-2016. Разрабатываемое техническое задание должно иметь следующую структуру:

1. Наименование, шифр ОКР, основание, исполнитель и сроки выполнения ОКР.

В разделе **«Наименование, шифр ОКР, основание, исполнитель и сроки выполнения ОКР»** указывают наименование, шифр ОКР (его кодовое название) и полное наименование документов, на основании которых должна выполняться ОКР, номер и дату их утверждения, исполнителя (название организации) и сроки выполнения ОКР.

2. Цель выполнения ОКР, наименование и индекс изделия.

В разделе **«Цель выполнения ОКР, наименование и индекс изделия»** указывают цель выполнения ОКР (подлежащие достижению обобщённые

результаты выполнения ОКР), полное наименование, индекс, назначение и область применения создаваемого (модернизируемого) изделия.

3. Тактико-технические требования к изделию.

В разделе «**Технические требования к изделию**» указывают требования, характеристики, определяющие назначение, и условия эксплуатации изделия. Раздел состоит из следующих подразделов:

Состав изделия. В этом подразделе перечисляют основные составные части изделия или приводят требования к составу изделия, а также указывают назначение составных частей.

Требования назначения. В этом разделе описываются характеристики (параметры), обеспечивающие выполнение изделием своих функций в заданных условиях эксплуатации, технические характеристики (параметры) изделия, обеспечивающие выполнение возложенных на него задач, а также нормы и количественные показатели, определяющие эффективность изделия (точность выполнения операций, время готовности к работе и др.).

Требования надёжности. В этом разделе устанавливают значения показателей надёжности, критерии отказов (случаев, когда приложение не должно работать), требования надёжности математического и других видов обеспечения (Опасный круг в задаче Потенота) и общие требования к методам оценки (контроля) соответствия изделия заданным требованиям.

Требования эргономики, обитаемости и технической эстетики. Здесь представлены эргономические требования к организации и средствам деятельности человека-оператора. Относительно к данному проекту – требования к удобству использования функции, проект интерфейса.

Требования к эксплуатации, хранению, удобству технического обслуживания и ремонта. В данной части необходимо описать требования к эксплуатации создаваемого изделия, его техническое обслуживание.

Требования стандартизации, унификации и каталогизации. Устанавливают требования стандартизации и унификации изделия, в том числе требования совместимости, (повышение эффективности применения по

назначению в составе сложных изделий). Выявляют аналоги средств (серийных, опытных и находящихся в разработке) составных частей создаваемого изделия. Выполняют обоснование целесообразности разработки.

Требования технологичности – не предъявляются.

Конструктивные требования – не предъявляются.

4. Техничко-экономические требования.

В разделе «Техничко-экономические требования» устанавливают требования, выполнение которых обеспечит разработку изделия, отвечающего условию целесообразности его создания по критерию «эффективность – стоимость».

В разделе указывают:

- предельное значение стоимости выполнения ОКР в целом и, предельные значения стоимости отдельных этапов ОКР;
- ориентировочную цену изделия в производстве;
- предельную трудоемкость изготовления изделия при его производстве;
- сравнительные технико-экономические характеристики, отражающие преимущества разрабатываемого изделия по сравнению с лучшими отечественными и зарубежными изделиями аналогичного типа с ориентировочной оценкой технико-экономического эффекта, ожидаемого от данных преимуществ.

5. Требования к видам обеспечения;

В разделе «Требования к видам обеспечения» устанавливают требования и нормы по видам обеспечения изделия для достижения заданной эффективности в процессе его применения и эксплуатации. Раздел должен состоять из подразделов:

Требования к нормативно-техническому обеспечению.

Устанавливают требования к срокам и содержанию работ по нормативно-техническому обеспечению. Анализируют существующие фонды по

стандартизации с целью оценки его возможностей к стандартизации. При необходимости проводят разработку новых программ стандартизации.

Требования к метрологическому обеспечению. Описывают требования к методам (методикам) измерений и измерительного контроля параметров и характеристик изделия (точность и (или) достоверность, надежность, быстродействие, простоты аппаратурной реализации, аттестации методик выполнения измерений и прочие). Указывают требования к программе метрологического обеспечения разработки изделия.

Требования к диагностическому обеспечению – не предъявляются.

Требования к математическому, программному и информационно-лингвистическому обеспечению. Указывают:

– требования к математическому обеспечению (состав и структура общего и специального математического обеспечения, требования к разработке и обоснованию технологий взаимодействия компонент общего и специального программного обеспечения, требования к разработке и обоснованию алгоритмов и расчётных методик, к надёжности, точности и времени решения задач, ресурсу памяти, чувствительности и пределам изменения входных данных, модульности и гибкости математического обеспечения; нормативы адаптации к составу и состоянию вычислительных средств, возможность использования ранее разработанных элементов математического обеспечения и др.);

– требования к программному обеспечению (требования к общему программному обеспечению, программированию функциональных задач, средствам программирования, метрологической аттестации программного обеспечения и использованию перспективных технологий программирования, порядку отладки, испытаний и сдачи программ в эксплуатацию, к использованию стандартных программ и др.);

– требования к информационно-лингвистическому обеспечению (требования к составу и структуре данных (файлов, массивов) используемой информации, носителям информации, системам классификации и

кодирования информации и принципам ее формализации, хранению, обновлению, контролю и выдаче информации, организации взаимодействия информацией и др.).

6. Требования к сырью, материалам и КИМП – не предъявляются.

7. Требования к консервации, упаковке и маркировке - требования к маркировке, наносимой на изделие и тару (место нанесения, способ нанесения, требования к качеству маркировки, содержанию предупредительных и указательных надписей). Для представленного образца – диска с программой документацией и программой.

8. Требования к учебно-тренировочным средствам – не предъявляются.

9. Специальные требования

Описываются требования к виду и составу специального оборудования и оснастки, необходимых для обеспечения эксплуатации и технического обслуживания изделия. Требования к аппаратуре для доработки. Требования к патентной чистоте.

10. Требования защиты государственной тайны при выполнении ОКР – не предъявляются.

11. Требования к порядку разработки конструкторской документации на военное время – не предъявляются.

12. Этапы выполнения ОКР

Указывают наименования обязательных этапов, а при необходимости - самостоятельных отчётных подэтапов и конкретный перечень работ, выполняемых на каждом этапе (подэтапе). Указывают сроки выполнения этапов (подэтапов) ОКР, ОКР в целом (их начало и окончание) и исполнителей работ.

13. Порядок выполнения и приёмки этапов ОКР. В данном разделе указывают:

- правила и порядок выполнения и приёмки этапов ОКР;
- перечень документов и исходных данных для выполнения ОКР;

- порядок разработки, согласования и утверждения плана мероприятий по выполнению ОКР;
- количество опытных образцов изделий, необходимое для проведения всех категорий и видов испытаний к образцу;
- место (организацию, предприятие) проведения предварительных и государственных испытаний опытных образцов;
- требования к разработке РКД;
- требования к патентованию разработанных технических решений, технологий, образцов программ.

ЛИТЕРАТУРА

- 1) Ямбаев Х.К., Голыгин Н.Х. Геодезическое инструментоведение. Практикум. М.: «ЮКИС», 2005. - 311 стр.
- 2) Ямбаев Х.К. Инженерно-геодезические инструменты и системы. М.: МИИГаик, 2012. — 462 с.
- 3) Геодезическое инструментоведение [Текст]: учеб. для вузов: рекомендовано УМО / Х. К. Ямбаев. - М. : Акад. проект, 2011. - 583 с.
- 4) Захаров А.И. Нивелиры. Конструкция, сервис, ремонт, эксплуатация [Текст]: практическое пособие для вузов / А.И.Захаров, А.И. Спиридонов, 2011. – 204с.
- 5) Уставич Г.А. «Геодезическое инструментоведение». Методические указания для выполнения лабораторных работ для студентов второго курса специальностей СГГА по направлению 120101 «Геодезия». Новосибирск: СГГА, 2007. - 32 с.
- 6) Захаров А.И. Справочник по геодезическим приборам. М: Недра, 1989. – 314 с: ил.
- 7) Голубев А.Н. Основы геотроники. Электронные методы и средства геодезических измерений: учебное пособие. М.: Московский государственный университет геодезии и картографии, 2003. 85 с.
- 8) Leica TPS1200 Technical Reference Manual, Version 5.0, Leica Geosystems AG, Heerbrugg, Switzerland, 2006. 1400 с.
- 9) ГОСТ РВ 15.201 – 2003. Военная техника. Тактико-техническое (техническое) задание на выполнение опытно-конструкторских работ. М., 2003. 36 с. (Система разработки и постановки продукции на производство).
- 10) ГОСТ 15.016-2016 Система разработки и постановки продукции на производство (СРПП). Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению

Макет титульного листа контрольной работы

Московский Государственный Университет Геодезии и Картографии
(МИИГАИК)
Факультет дистанционных форм обучения
Кафедра прикладной геодезии

Контрольная работа №1
по курсу «Геодезическое инструментоведение»

Работу выполнил:

Студент: _____
Ф.И.О.

Шифр: _____

Специальность: _____

Курс: _____

Домашний адрес (индекс), мобильный телефон:

Блок-схема раздела интерфейса «Конфигурация»

