

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

Воронежский государственный технический университет

Кафедра: «Кадастр недвижимости, землеустройства и геодезии»

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ

Методические материалы

по выполнению курсового проекта по дисциплине «Автоматизация
топографо-геодезических работ» для студентов направления 21.03.03

«Геодезия и дистанционное зондирование»

всех форм обучения

Воронеж 2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Раздел 1. Автоматизация полевых работ.....	5
1.1 Назначение и характеристики геодезического прибора.....	5
1.2 Процесс выполнения съемки местности тахеометром.....	6
Раздел 2. Автоматизация камеральных работ.....	14
Раздел 3. Построение цифровой модели местности.....	20
Заключение.....	23
Список используемых источников.....	24

Введение

Одним из основных результатов научно-технического прогресса в области топографо-геодезических работ следует считать появление автоматизированных технологий сборок, обработки и интерпретации информации об объектах топографических съёмок. Данные технологии основаны на использовании взаимоувязанных современных автоматизированных электронных и электронно-оптических измерительных приборов, программ для передачи данных, измерений в ЭВМ, необходимых форматов, специализированных программ для обработки результатов съёмок на дисплее, хранения, а также программ и устройств для печати цифровых карт на твердых поверхностях.

При автоматизации картографирования необходимым условием является представление местности в виде цифровой модели (ЦММ), реализуемой на ЭВМ.

Автоматизированная система картографирования (АСК) ориентирована на весь комплекс работ по топографической съёмке местности:

- получение данных измерений;
- материалы обработки данных измерений;
- формирование ЦММ;
- картографическое отображение местности (составление карт и планов);
- автоматизированное вычерчивание оригинала карт разных масштабов.

В результате научно-технического прогресса составление топографических планов стало автоматизированным. Существуют различные программные обеспечения, позволяющие с помощью ЭВМ создать топографический план местности.

Цель - составление топографического плана местности по результатам съёмки.

Задачи:

1. Изучить способы автоматизации камеральных работ;
2. Составить топографический план местности.

Раздел 1. Автоматизация полевых работ

1.1 Назначение и характеристики геодезического прибора

Необходимо описать состав, назначение, устройство составляющих комплекта электронного тахеометра и работу с ним. Пример описания приведен ниже.

Электронный тахеометр SET-510 позволяет быстро и с большой точностью выполнять полевые измерения. Он может использоваться не только для производства тахеометрической съемки, но и для решения целого ряда инженерно-геодезических задач. Прибор применяется при выполнении работ геодезического сопровождения строительных процессов, мониторинге возводимых строительных объектов и наблюдении за деформациями сооружений. При использовании электронного тахеометра влияние «человеческого фактора» на результаты работы минимально, так как исключаются ошибки, возникающие при снятии отсчетов, заполнении и обработке журналов измерений, составлении и оформлении топографических планов и профилей. Оптико-механическая и электронная части тахеометра SET-510 включают в себя детали и узлы, представленные на рис. 1а и 1б.

Изображенная на рис. 2 панель управления имеет следующие клавиши:

1. ON – клавиша включения питания;
2.  – клавиша включения и выключения подсветки;
3. SFT – переключатель регистра между прописными и строчными буквами;
4. ESC – отмена ввода данных или переход в меню на ступень выше;
5. FUNC – выбор функции, переход на следующую клавишу;
6. BS – удаление введенных символов;
7. Джойстик:  – перемещение подсветки строчек вниз - вверх; – перемещение курсора вправо, влево;
8. –  ввод выбранной опции или функции;
9. F1, F2, F3 и F4 – программные клавиши для выбора соответствующих им значений;
10. ON +  — отключение питания.

Значения программных клавиш выводятся в нижней строке экрана. В режиме редактирования клавиши используются для ввода букв и цифр.

Различные программы компьютерной обработки полевых измерений имеют свои особые требования к структуре исходных данных и, как следствие, к порядку выполнения полевых работ. В данных методических указаниях приводится технология производства работ для последующей обработки результатов полевых измерений в системе CREDO – DAT

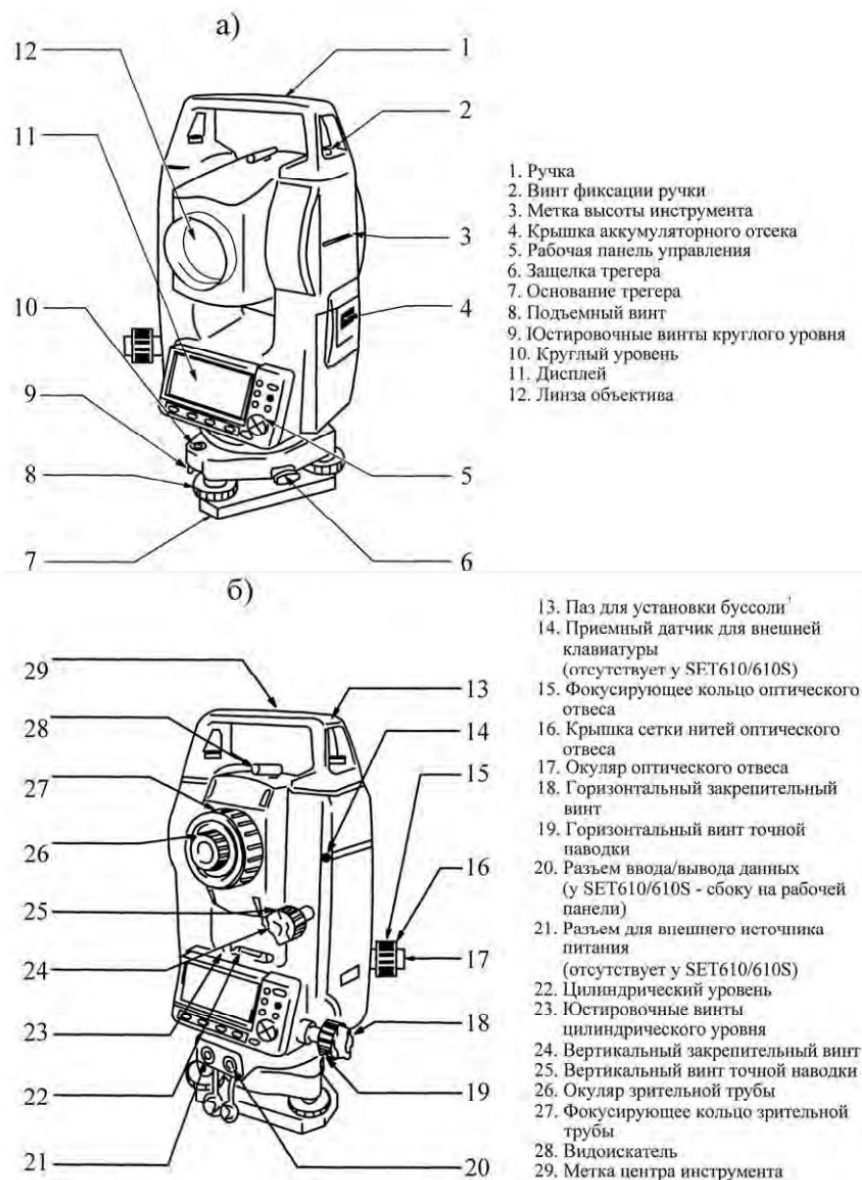


Рисунок 1 – Устройство тахеометра SET-510

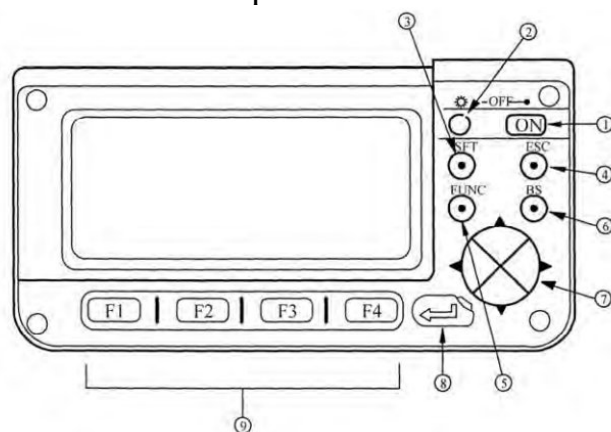


Рисунок 2 – Панель управления тахеометра SET-510

1.2 Процесс выполнения съемки местности тахеометром

Установка тахеометра на станции. Предварительное центрирование:

1. Устанавливают штатив над точкой тахеометрического хода так, чтобы концы ножек штатива были примерно на равном расстоянии его точки, а его головка – горизонтальна.

2. Закрепляют прибор на штативе станovým винтом.

3. Фокусируют сетку нитей оптического отвеса, вращая окуляр оптического отвеса.

4. Ослабив становой винт, передвигают тахеометр по головке штатива до совмещения перекрестия сетки нитей оптического отвеса с точкой стояния.

Приведение прибора в рабочее положение:

1. Приводят пузырек круглого уровня в положение близкое к нульпункту, регулируя длину ножек штатива.

2. Приводят пузырек цилиндрического уровня в нуль пункт, вращая последовательно подъемные винты А и В (рис. 3,а), а после поворота тахеометра на 90° — винт С (рис. 3, б).

3. Выполняют поверку цилиндрического уровня, поворачивая верхнюю часть прибора примерно на 180° ; пузырек уровня должен оставаться в нуль - пункте. В противном случае требуется юстировка оси цилиндрического уровня.

4. Точно центрируют тахеометр над точкой. Для этого ослабляют становой винт и, глядя в окуляр оптического отвеса, перемещают прибор по головке штатива так, чтобы центр сетки нитей точно совместился с изображением точки стояния. Затягивают становой винт с усилием 10 кг.

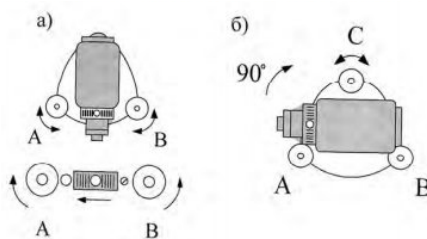


Рисунок 3 Приведение в нуль - пункт пузырька цилиндрического уровня

Так как при обработке полевых измерений в программе CREDO – DAT каждая точка должна иметь свой номер (имя), то перед началом работы необходимо установить порядок нумерации точек. Сначала выделяют необходимое количество номеров для точек съемочного обоснования, например 10. Их число зависит от размеров объекта съемки. Точкам тахеометрической съемки (съемочным точкам) присваивают номера, начиная со следующего (в приведенном примере с 11). Соблюдение этого порядка особенно важно, если съемку участка выполняют несколькими тахеометрами.

Последовательность рабочих процедур тахеометром SET-510 при топографической съемке включает в себя следующие операции:

1) выбор файла для хранения результатов измерений;

- 2) вход в режим измерений с сохранением данных;
 - 3) ввод данных о точке стояния;
 - 4) наведение перекрестия зрительной трубы на точку ориентирования и выполнение измерительных операций;
 - 5) наведение зрительной трубы на последующую точку съемочного обоснования и выполнение измерительных операций;
 - 6) выполнение работ по съемке ситуации и рельефа;
 - 7) переход на следующую станцию, повторение действий с п. 1 по п. 6;
 - 8) передача данных в компьютер.
- После включения [ON] тахеометр автоматически входит в режим «Измерения» (рис. 4).



Рисунок 4 - Режим «Измерения»

Выбирают файл, в который будут заноситься результаты измерений. Для этого:

- а) нажимают на клавишу [ESC] — выполняют переход в режим статуса главного меню (рис. 5);



Рисунок 5 - Режим статуса главного меню

- б) нажимают на клавишу [F3] — входят в режим «Память» (рис. 6).

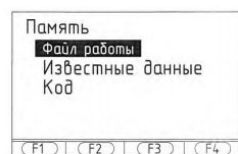


Рисунок 6 - Режим «Память»

- в) устанавливают курсор на пункте меню «Файл работы», нажимают клавишу [Ввод], переходят к экрану, показанному на рис. 7;

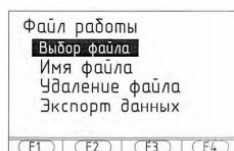


Рисунок 7 - Файл работы

г) устанавливают курсор на пункт меню «Выбор файла», нажимают клавишу [Ввод] - на экране открывается список файлов (рис. 8);

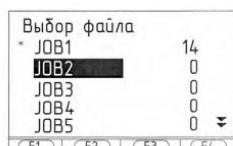


Рисунок 8 - Список файлов

д) устанавливают курсор на нужное имя файла, например «JOB2», нажимают клавишу [Ввод], экран возвращается к состоянию, изображенному на рис. 7;

е) нажимают на клавишу [ESC], не отпуская ее до тех пор, пока не откроется главное меню (рис. 5). При этом имя выбранного файла «JOB2» должно быть отражено на экране;

ж) нажимают на клавишу [F1], и возвращаются в режим «Измерения» (рис.4).

После завершения операций выбора файла активизируют режим «Запись данных». Для этого, находясь в режиме «Измерения», «пролистывают» экраны. Используя клавишу [FUNC], находят функцию «ЗАП». При использовании заводской настройки прибора, функцию «ЗАП» находят на третьем экране — клавиша [F3] (рис. 9).

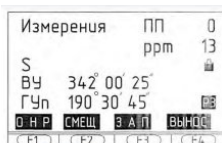


Рисунок 9 - Поиск функции «ЗАП.»

Нажимают на клавишу [F 3], входят в режим «Запись данных», рис. 10.

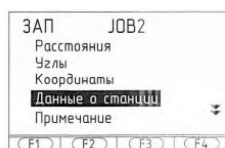


Рисунок 10 - Режим «Запись данных»

При дальнейшем выполнении работы, по аналогии с порядком ведения записи в полевом журнале тахеометрической съемки, вводят номер точки стояния и высоту прибора. Выбирают на экране «ЗАП» пункт меню «Данные о станции», нажимают клавишу [Ввод], тахеометр предлагает ввести координаты, имя (номер) станции, высоту инструмента (рис. 11).

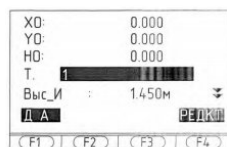


Рисунок 11 - Тахеометр предлагает ввести исходные данные

На следующих экранах этого пункта меню («ЗАП» J0B2) можно ввести код, дату, время, данные для вычисления атмосферных поправок и т.д. При обработке материалов съемки в программном обеспечении CREDO-DAT заполнять все предлагаемые поля не обязательно, достаточно ввести номер станции, высоту инструмента, желательно температуру и давление воздуха (для вычисления атмосферной поправки). Плановые координаты и высоту станции удобнее задавать при компьютерной обработке результатов съемки. Ввод исходных данных в электронный тахеометр SET510.

Устанавливают курсор на нужном поле и нажимают клавишу [РЕДКТ] - редактирование. В нижней строке экрана над функциональными клавишами появляются цифры 1, 2, 3, 4. Ввод нужной цифры осуществляют нажатием соответствующей клавиши, переход к другим цифрам — клавишей [FUNC]. Для редактирования номера точки и кода применимы только арабские цифры и буквы латинского алфавита, а также символы «.», «+», «-», «&», а для редактирования высоты инструмента и координат — арабские цифры и символы «.», «-», «+».

Выход из режима редактирования осуществляют установкой курсора на следующем или предыдущем полях.

После внесения изменений во все нужные для съемки поля следует выйти из пункта меню «Данные на станции» (рис. 11), нажав программную клавишу [DA]. При этом все данные по станции будут внесены в память тахеометра.

Следующий этап работы — ориентирование инструмента — может быть выполнено с установкой на ориентируемой точке отражателя или визирной вехи.

При установке в точке ориентирования отражателя, находясь в режиме «Запись данных», (рис. 10), выбирают пункт меню «Расстояния» и нажимают клавишу [Ввод].

На открывшемся экране (рис. 12), выбирают функцию «Расстояния» и проводят измерения.

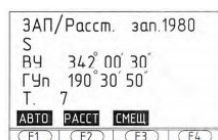


Рисунок 12 - Экран подготовлен к измерению (вариант первый)

После завершения измерений экран принимает вид, представленный на рис. 13.

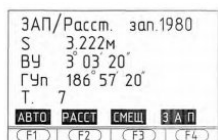


Рисунок 13 - Измерения выполнены по первому варианту

Для сохранения в памяти прибора измеренных значений выбирают функцию [ЗАП]. Устанавливают курсор (рис. 14) на номере точки и вводят нужное значение, затем редактируют высоту отражателя. Все внесенные и измененные данные сохраняют, выбрав функцию [ДА].

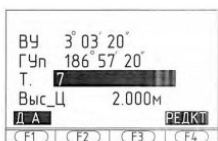


Рисунок 14 - Номер точки и высота цели сохранены в памяти прибора

После наведения зрительной трубы на установленную на точке ориентирования визирную вежу, находясь в режиме «Запись данных», рис. 10, выбирают пункт меню «Углы», нажимают клавишу [Ввод]. На открывшемся экране, отображаются текущие значения вертикального и горизонтального углов (рис. 15).

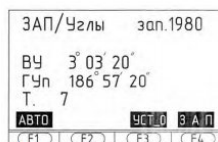


Рисунок 15 - Измерения выполнены по второму варианту

Для большей оперативности в процессе работы значение горизонтального угла целесообразно обнулить, нажав дважды [УСТ О] (рис. 16).



Рисунок 16 - Обнуление значения горизонтального угла

Для сохранения измеренных значений в памяти прибора выбирают функцию [ЗАП]. Аналогично изложенному выше, редактируют номер точки. Все вычисленные и измеренные данные сохраняют, выбрав функцию [ДА], рис. 17.

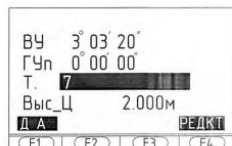


Рисунок 17 -Результаты измерений (второй вариант)

Перед производством съемки, целесообразно выполнить наблюдения на следующую точку съемочного обоснования. Для этого на выбранную точку устанавливают отражатель. Находясь в режиме «Запись данных», выбирают пункт меню «Расстояния». Далее проводят измерения, редактируют и сохраняют данные, выполняя операции, описанные при «установке в точке ориентирования отражателя».

По окончании подготовки прибора к процессу съемки ее выполняют в том же режиме «Запись данных», пункт меню «Расстояния». Наводят прибор на первую съемочную точку и нажимают клавишу «Расстояния». Экран принимает вид, показанный на рис. 13.

Для сохранения результатов измерений, выбирают функции [ЗАП]. Редактируют номер точки, высоту наведения (рис. 14). Все измерения сохраняют, нажав функцию [ДА]. При этом экран возвращается к состоянию, представленному на рис. 12.

Если высота наведения на следующих точках не меняется и не требуется кодирование информации, то для работ удобно использовать функцию [АВТО]. При нажатии этой клавиши прибор производит измерения, самостоятельно присваивает точке следующий порядковый номер и сохраняет результаты, что значительно повышает производительность полевых работ.

Кодирование полевой информации является неотъемлемой частью современной технологии тахеометрической съемки.

Электронные тахеометры SET имеют «лист кодов» — область памяти, в которой можно заранее разместить сорок кодов. В процессе съемки исполнитель может вносить коды, выбирая их из «листа» или вводя вручную. Кодировать можно как точечные, так и линейные и площадные объекты. При обработке полевых измерений в системе CREDO-DAT коды распознаются и отображаются в точках съемки определенными условными знаками. Однако, полное

кодирование информации увеличивает время полевых работ, делает их более трудоемкими. Целесообразнее вести обычный подробный абрис, кодируя информацию только в случае необходимости.

Закончив съемку на первой станции, устанавливают прибор на второй и выполняют работу в той же последовательности: данные о новой станции, ориентирование на предыдущую точку обоснования, наблюдение на последующую точку съемочного обоснования, ввод данных, собственно съемка и переход на следующую станцию.

Внесенные в памяти прибора данные хранятся в такой последовательности:

1. имя файла;
2. настройки прибора;
3. данные по станции 1;
4. данные измерения на ориентирную точку;
5. данные измерения на последующую точку съемочного обоснования;
6. данные измерения на съемочную точку (пикет);
7.

№ - данные по станции 2.

№ + 1 – данные измерений на ориентирную точку;

№ + 2 – данные измерений на последующую точку съемочного обоснования;

№ + 3 – данные измерений на съемочную точку (пикет).

Все данные измерений, зафиксированные ниже данных по станции, считаются сделанными с этой станции. Информация, содержащаяся в строках 3, 4, 5, 6... №+1, №+2, №+3, ... – аналогична. Она включает номер точки, значения горизонтального и вертикального углов, расстояния и код. Формат SDR хранения данных, используемый в тахеометрах фирмы Sokkia, имеет в себе всю необходимую информацию и поэтому является удобным для хранения полевых материалов.

Система CREDO-DAT выполняет контроль наличия прямых и обратных наблюдений и разделение данных измерений по съемочному обоснованию и самой тахеометрической съемке.

При работе с электронным тахеометром SET-510 осуществляется фиксирование данных во внутреннее запоминающее устройство. Файл работы транслируется в компьютер при непосредственном подключении прибора к одному из портов ЭВМ посредством интерфейсного кабеля DOK27. Для передачи данных может использоваться как специальное программное обеспечение фирмы Sokkia – (например, программа Prolink 1.15), так и программное обеспечение других фирм. При отсутствии в компьютере прикладного программного обеспечения можно воспользоваться программой Hyper Terminal, входящей в стандартный пакет поставки операционной системы Windows.

Раздел 2. Автоматизация камеральных работ

Съемке и отображению на топографических планах подлежат все объекты и участки местности, предусмотренные для конкретных масштабов действующими условными знаками. Рассмотрим требования, предъявляемые к топографическому плану масштаба 1:500, на который должны наноситься такие объекты, как:

- опорные пункты: пункты триангуляции, полигонометрии, трилатерации, реперы нивелирования, пункты съёмочного обоснования, закреплённые на местности. Эти объекты наносятся на план по координатам: на незастроенных территориях - все опорные пункты с их высотами, а на застроенных - в зависимости от нагрузки плана;

- здания и постройки жилые и нежилые с указанием их назначения, материала (для огнестойких) и этажности. Постройки, выражающиеся в масштабе плана, изображают по контурам и габаритам их цоколей. Архитектурные выступы и уступы зданий и сооружений отображаются, если величина их на плане 0,5 мм и более.

- Столбы телефонных, телеграфных, электрических проводов; покрытие проезжих частей, улиц с указанием материала покрытия; канавы, лотки, решетки дождеприёмников, водостока, выходы подземных коммуникаций, люки смотровых колодцев водопровода, канализации, теплосети, газа, водостока, телефонной сети и других подземных инженерных сетей;

- промышленные объекты - комплексы строений и сооружений заводов, фабрик, электростанций, шахт, карьеров, торфоразработок и т.д.; нефтяные вышки, склады добытых ископаемых;

- железные, шоссейные и грунтовые дороги всех видов и сооружения при них - мосты, туннели, переезды, переправы, путепроводы и т.п.;

- гидрография - береговые линии морей, озёр, рек, ручьёв с указанием на плане отметок урезов воды рек, ручьёв и с датой их определения, площади разливов, приливно-отливные полосы, берега различных типов и т.д.;

- объекты гидротехнические и водного транспорта - каналы, канавы, водоводы и водораспределительные устройства, плотины, набережные, пристани, молы, маяки, навигационные знаки и др.;

- объекты водоснабжения - колодцы, колонки, резервуары, отстойники, естественные источники и др.;

- линии электропередачи и связи - телефон, телеграф и электросети (снимаются и показываются все опоры и поворотные столбы);

- линии подземных коммуникаций - водопровод, канализация, газификация, теплосети, электрокабели и др.;

- растительность древесная, кустарниковая, травяная: участки, занятые выгоном, лугом, питомниками, садами, виноградниками, ягодниками, плантациями технических культур, рисовыми полями и др. При съёмке леса определяют и показывают на плане породу леса, среднюю высоту деревьев, толщину их на высоте груди; выделяют контуры вырубок, гарей, поляны сельскохозяй-

ственных угодий, находящихся среди леса. Наименьшая площадь контуров, изображаемая на планах для хозяйственно - ценных участков, равна 20 мм, а для участков, не имеющих хозяйственного значения - 50 мм;

- границы - политико-административные, городские черты, полосы отвода железных, шоссейных и грунтовых дорог, территории энергетических установок общего пользования, высоковольтных передач, территории радиостанций, защитных зон и зон санитарной охраны и др.

- Рельеф местности изображают на топографических планах горизонталями, высотами и условными знаками обрывов, скал, воронок, осыпей, оврагов, оползней, ледников и др. Формы микрорельефа изображаются полугоризонталями или вспомогательными горизонталями с отметками высот местности.

Точность топографических планов оценивается по расхождениям положения предметов и контуров местности, а так же в высотах точек, рассчитанных по горизонталям, с данными контрольных полевых измерений.

Предельные расхождения не должны превышать удвоенных значений средних погрешностей и не должны быть более 10% общего числа контрольных измерений.

По окончанию полевых работ начинается процесс камеральной обработки, а именно занесение данных в соответствующее программное обеспечение с их последующей обработкой.

Основное предназначение программ, подходящих для данной деятельности - составление топографического плана или цифровой модели местности. Различие состоит только в интерфейсе. В России допущены к применению и используются для обработки измерений такие программы, как Credo, AutoCAD, Pythagoras, Trimble, MapInfo и др.

Программный продукт CREDO разработан компанией “Кредо-Диалог”. Основное предназначение это обработка материалов изысканий, проектирования объектов промышленного, гражданского и транспортного строительства, разведки, добычи и транспортировки нефти и газа, создания и ведения крупномасштабных цифровых планов городов и промышленных предприятий. Данный программный продукт имеет модульную структуру. Основными модулями, поставляемыми в настоящее время, являются:

CREDO_DAT - предназначен для автоматизации камеральной обработки инженерно-геодезических данных, полученных при линейных и площадных инженерных изысканиях объектов промышленного, гражданского и транспортного строительства. Исходными данными являются файлы электронных тахеометров (поддержка форматов всех современных тахеометров), GPS/ГЛОНАСС систем, рукописные журналы. Результат - каталоги и ведомости измерений, координат и отметок, чертежи и планшеты с зарамочным оформлением М 1:500 - 1:5000, файлы форматов DXF, MIF/MID.

CREDO Топоплан 1.01 - предназначен для создания цифровой модели местности инженерного назначения и выпуск чертежей топографических планов и планшетов при полосных и площадных инженерных изысканиях объек-

тов промышленного и гражданского строительства. Исходными данными являются файлы CREDO_TER, CREDO_PRO, CREDO_MIX, CREDO_DAT 3.0, а так же данные в формате DXF. Результат - цифровая модель местности инженерного назначения, топографические планы в виде листов чертежа или планшетов, файлы формата CXYZ, DXF.

CREDO Генплан - предназначен для проектирования генеральных планов объектов любого назначения при проектировании, строительстве и эксплуатации строительных объектов, кадастровых и геоинформационных систем. Исходными данными являются цифровая модель местности, материалы полевой наземной съемки в системе Топоплан. Чтение данных CREDO_TER, CREDO_PRO, CREDO_MIX, CREDO_MIX, данные в формате DXF. Черно-белые и цветные растровые файлы карт, планов, аэрофотоснимков, подготовленные в программе Transform. Результат - полноценная трехмерная цифровая модель проекта, чертежи в том числе разбивочный план, план организации рельефа, сводный план инженерных сетей, план земляных масс, план благоустройства территории, ведомости объемов.

CREDO Дороги - используется при проектировании нового строительства и реконструкции загородных автомобильных дорог всех технических категорий, транспортных развязок, городских улиц и магистралей. Результат - трехмерная цифровая модель проекта, чертеж, в том числе плана, продольного профиля, поперечных профилей, ведомости и таблицы, экспорт цифровой модели проектного решения в формате DXF и в текстовый формат CXYZ.

Нивелир 1.0 - предназначен для камеральной обработки полевых измерений при геометрическом нивелировании I-IV классов, технического и высокоточного инженерного, выполняемого обычными и цифровыми нивелирами, при создании высотных государственных геодезических опорных сетей и местных высотных сетей, геодезическое обеспечение строительства, наблюдения за вертикальными смещениями зданий, сооружений и оборудования. Результат - ведомость превышений и высот пунктов, координат и высот, характеристик нивелирных линий, ведомости предобработки, отражающие учет поправок на среднюю длину рабочего метра пары реек, оценка точности высот пунктов, поправок.

CREDO Конвертер 1.0 - предназначен для обмена данными между продуктами на платформе CREDO III и продуктами других производителей. Исходными данными являются набор проектов, созданных в продуктах на платформе CREDO III.

Trimble Geomatics Office (TGO) - программное обеспечение Trimble для постобработки традиционных и GPS измерений, создания ЦММ, уравнивания сетей и преобразования координат. Программное обеспечение TGO является полным и универсальным пакетом, выполняющим совместную обработку геодезических данных любых типов.

Основные функции и возможности:

Импорт данных с GPS-приемников, контроллеров TSC1, TSCe, содержащих любую комбинацию RTK GPS данных, сырых GPS данных (как Trimble так и RINEX), сырых тахеометрических данных электронных тахеометров (серии Trimble 3300, 3600, 5600, а также Geodimeter, Zeiss и других фирм-производителей), цифровых нивелиров (Trimble DiNi, Zeiss, Leica), лазерных дальнометров обработка GPS данных, геодезических данных с электронных тахеометров и цифровых нивелиров;

- уравнивание геодезических сетей (GPS/Тахеометрические данные);
- оценка точности и качества, выполненной работы (QA/QC);
- обработка кодов полевых измерений;
- двухсторонняя передача данных из/в контроллеры Trimble TSCe и TSC1;
- экспорт/импорт данных проектирования дорог (более 20 различных форматов, включая AutoDesk Civil Design, Terramodel, Geodimeter, InRoads, SDMS, MXROAD, CLIP and DRD);
- экспорт/импорт пользовательских данные в формате ASCII;
- прорисовка планов и цифровое моделирование;
- преобразование картографических данных и проекций;
- создание систем координат (около сотни базовых систем координат);
- сбор и экспорт GIS данных. Данные могут экспортироваться в более 30 различных форматов, в том числе геодезические, инженерные, CAD и GIS форматы, включая ArcView, AutoCAD, MapInfo, Microstation;
- составление и ведение геодезических проектов;
- составление отчетов.

Программное обеспечение Terramodel - подходит для широкого диапазона геодезических работ, включая обработку топографической съемки (традиционной или RTK GPS) и создание сетей обоснования, а также CAD-редактирование и цифровое моделирование местности. Terramodel - система программ, включающая множество модулей, которые могут быть приобретены отдельно или в составе наборов Solution Paks, объединяющих несколько модулей. Модуль. Начальный уровень системы Terramodel - Модуль Полевых Данных (Terramodel FDM) стандартно поставляется со всеми тахеометрами Trimble и предоставляет множество функций по поддержке, управлению данными полевых измерений. FDM может быть модернизирован с помощью добавления других модулей Terramodel для решения разнообразных геодезических задач.

Основные функции и возможности:

- Связь с приборами Trimble и инструментам других производителей;
- вычисление, просмотр и анализ геодезических данных;
- автоматизированное уравнивание сетей методом наименьших квадратов;
- формирование отчетов, включая: контрольные вычисления и уравнивание, подробные распечатки приведения и координат, отчеты о геометрии, расчеты COGO: площади, расстояния и азимуты, контроль качества QA;
- предварительный просмотр графики, вычерчивание проекта съемки,

- импорт данных различных систем других производителей, включая: сырые данные съемки, координатные ASCII данные, данные геометрии трассы, графические обменные файлы (DXF, DWG, DGN), координатно-привязанные и обычные файлы изображений (BMP, TIF, JPG), MX (MOSS), SDMS, NecRas файлы;

- экспорт данных, включая: сырые данные съемки, ASCII координаты, информация о разбивке, проект трассы, данные изображений, графические обменные файлы (DXF, DWG, DGN, MX);

- стандартный CAD-интерфейс, позволяющий работать со слоями, цветами и типами линий;

- полный набор средств проектирования, моделирование проектов с использованием видов в плане, в профиле и в поперечных сечениях;

- вычисление объемов выемки/насыпи, подготовка данных для разбивки и отчетов, вычисление транспортировки масс и этапов строительства, подготовка данных для управляемых машин и создание встроенных съемочных записей на фазе строительства;

- средства CAD редактирования, включающие вырезку, продление, присоединение, подключение, разбиение, перемещение, вращение и смещение;

- средства CAD отрисовки, включающие составление отчетной ведомости, ввод аннотаций, заголовков ведомостей, штриховку, оцифровку и вычерчивание;

- ссылочные файлы позволяют вам вывести несколько проектов и предыдущих съемок в виде фоновых данных для текущей съемки.

- средства управления изображениями, позволяющие организовывать фоновые данные, сводку цифровой карты, ведомости четверки, и авиа- и наземные фотоснимки;

- цифровое моделирование местности (TIN-модель по 8 миллионам точек);

- интерактивная 3D-визуализация;

- создание аннотаций;

- совместимость с ГИС (набор средств, позволяющих использовать данные Terramodel в среде ArcView).

Pythagoras - современная интегрированная программа на русском языке для обработки данных топосъемки и проектирования, созданная специально для геодезистов и инженеров-строителей. Pythagoras работает и мыслит как геодезисты и инженеры-строители, что делает ее предельно простой в использовании. Но это не дает повода считать ее программой для неспециалистов.

Возможности PYTHAGORAS:

Автоматический выбор объектов и контекстно-зависимые поля ввода, обеспечивающие удачный пользовательский интерфейс для любых геометрических построений.

- Использование различных встроенных функций геометрических расчетов: пересечений, засечек, аппроксимаций и т.п.

- Определение различных систем координат.
- Создание собственных условных знаков, стилей линий и штриховок.
- Преобразование данных проекта (вращение, масштабирование и перемещение) в различные системы координат, используя две или более известные точки.
- Использование данных в форматах ведущих производителей электронных тахеометров и внешних накопителей.
- Возможность автоматического вычерчивания линий, кривых и т.п. при использовании в поле специальных команд для тахеометра.
- Использование дорожного модуля для проектирования дорог, улиц, автомагистралей. Подготовка отчетной документации, включая объемы выемок и насыпей, каталоги координат точек для выноса в натуру, профили и поперечники. Выполнение трудоемких расчетов объемов земляных работ.
- Создание цифровых моделей рельефа по данным высот точек, разделительных линий и кривых.
- Импорт и экспорт DXF, DWG и других стандартных форматов данных, включая текстовый.
- Импорт, отображение, масштабирование и вывод на печать растровых подложек, которые обеспечивают идеальный фон при создании карт, проектировании, землеотводе и выполнении быстрой оцифровки.
- Поддержка различных кодировок, включая Кириллицу.
- Возможность создания макросов на языке Visual Basic for Applications (VBA) под задачи конкретного пользователя.
- Поддержка любых типов плоттеров и принтеров, стыкующихся с MS-Windows высокоточных чертежей и геодезических расчетов.

Раздел 3. Построение цифровой модели местности

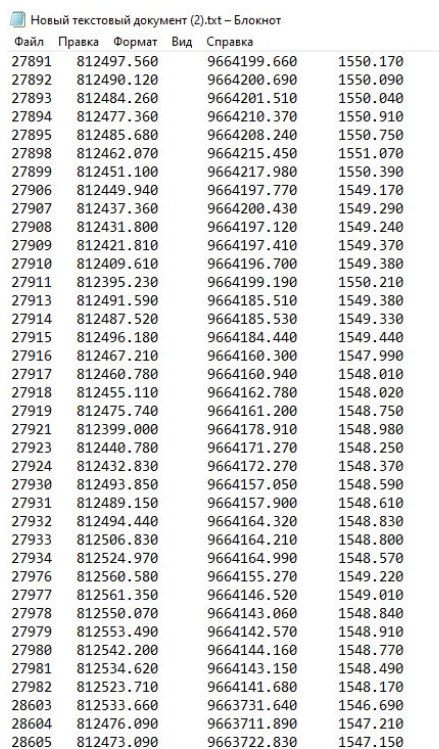
При автоматизации картографирования необходимым условием является представление местности в виде цифровой модели (ЦММ), реализуемой на ЭВМ.

Создание ЦММ. В основе цифрового моделирования местности лежит такая организация результатов съемки (ситуация и рельеф), которая позволяет отображать точки и области моделирования, дискретное пространство топоинформации.

Для каждой точки данной области получают заданный набор топографических данных. ЦММ содержит топоинформацию в наиболее полном и упорядоченном виде, пригодном для универсального пользования. ЦММ можно накапливать, хранить варианты в их соответствии современным требованиям, а также создавать на их основе различные топографические материалы, решать различные инженерные задачи.

Формирование на основе ЦММ цифровых моделей всех элементов создаваемой карты, то есть преобразование ЦММ в цифровую карту. При этом информация, содержащаяся в ЦММ, трансформируется в картографическую в соответствии с конкретными требованиями к содержанию, масштабу, высоте сечения рельефа, математической основе в системе условных знаков.

Конкретные объекты обработки являются отдельной структурой ЦММ. В состав этой обработки входят процессы аппроксимации рельефа и интерполирование горизонталей, формирование моделей условных знаков, размещение этих знаков, автоматическое редактирование и генерализация, свodka по рамкам трапеции и так далее.



Файл	Правка	Формат	Вид	Справка
27891	812497.560	9664199.660	1550.170	
27892	812490.120	9664200.690	1550.090	
27893	812484.260	9664201.510	1550.040	
27894	812477.360	9664210.370	1550.910	
27895	812485.680	9664208.240	1550.750	
27898	812462.070	9664215.450	1551.070	
27899	812451.100	9664217.980	1550.390	
27906	812449.940	9664197.770	1549.170	
27907	812437.360	9664200.430	1549.290	
27908	812431.800	9664197.120	1549.240	
27909	812421.810	9664197.410	1549.370	
27910	812409.610	9664196.700	1549.380	
27911	812395.230	9664199.190	1550.210	
27913	812491.590	9664185.510	1549.380	
27914	812487.520	9664185.530	1549.330	
27915	812496.180	9664184.440	1549.440	
27916	812467.210	9664160.300	1547.990	
27917	812460.780	9664160.940	1548.010	
27918	812455.110	9664162.780	1548.020	
27919	812475.740	9664161.200	1548.750	
27921	812399.000	9664178.910	1548.980	
27923	812440.780	9664171.270	1548.250	
27924	812432.830	9664172.270	1548.370	
27930	812493.850	9664157.050	1548.590	
27931	812489.150	9664157.900	1548.610	
27932	812494.440	9664164.320	1548.830	
27933	812506.830	9664164.210	1548.800	
27934	812524.970	9664164.990	1548.570	
27976	812560.580	9664155.270	1549.220	
27977	812561.350	9664146.520	1549.010	
27978	812550.070	9664143.060	1548.840	
27979	812553.490	9664142.570	1548.910	
27980	812542.200	9664144.160	1548.770	
27981	812534.620	9664143.150	1548.490	
27982	812523.710	9664141.680	1548.170	
28603	812533.660	9663731.640	1546.690	
28604	812476.090	9663711.890	1547.210	
28605	812473.090	9663722.830	1547.150	

Рисунок 18 – Файл с результатами съёмки

После этого откроется небольшое окно для создания точек. Там имеется несколько видов создания точек или групп точек. Мы используем команду «Импорт точек» и выбираем нужный файл с точками, выбрав соответствующий формат файла нажимаем «ОК».



The screenshot shows the Autodesk Inventor software interface. The 'Style of Surface' dialog box is open, displaying the 'Contour 2m and 10m (Background)' style. The dialog has tabs for 'Information', 'Traces', 'Horizontal', 'Grid', 'Points', 'Triangles', 'Contours', 'Visuals', 'Analysis', and 'Overrides'. The 'Information' tab is active, showing the 'Direction of projection' as 'Plan' and a list of 'Override components'.

Текст...	Видение	Цвет	Тип линии	Масштаб...	Вес линии	Стиль п...
Точки	C-TINN	ПОСЛОЮ	ПоСлою	1.0000	ПоСлою	ПоСлою
Треугольники	C-TINN-VIEW	ПОСЛОЮ	ПоСлою	1.0000	ПоСлою	ПоСлою
Пунктиры	C-TINN-FINOT	ПОСЛОЮ	ПоСлою	1.0000	ПоСлою	ПоСлою
Основная гирь	C-TOP-MAIN	ПОСЛОЮ	ПоСлою	1.0000	0.50 mm	ПоСлою
Вспомогатель	C-TOP-MSBR	38	ПоСлою	1.0000	0.25 mm	ПоСлою
Пользователь	C-TOP-USER	ПОСЛОЮ	ПоСлою	1.0000	ПоСлою	ПоСлою
Сетка	C-TINN	ПОСЛОЮ	ПоСлою	1.0000	ПоСлою	ПоСлою
Направления		ПОСЛОЮ	ПоСлою	1.0000	ПоСлою	ПоСлою
Отметки		ПОСЛОЮ	ПоСлою	1.0000	ПоСлою	ПоСлою
Отказы	0	ПОСЛОЮ	ПоСлою	1.0000	ПоСлою	ПоСлою

The dialog box has buttons for 'OK', 'Отмена' (Cancel), 'Применить' (Apply), and 'Справка' (Help). The background shows a 3D model of a mechanical part with a grid overlay.

Рисунок 20 – редактирование стиля поверхности

Когда поверхность была создана, проставляем высоты горизонталей. Для этого на вкладке «Аннотации» выбираем «Добавить метки», в «Поверхность» выбираем «Горизонталь-одна» и ставим отметки на горизонтали в тех местах где считаем нужным.

Переходим к третьему этапу работ – отрисовка ситуации местности. Ситуация отображается по сделанным при съемке кодам, в соответствии с условными знаками.

Условные знаки (коды) являются основной смысловой нагрузкой планов и карт. Это графические изображения, которые применяются для обозначения объектов местности (их количественных и качественных характеристик). Топографические условные знаки стандартизированы. Они обязательны для всех ведомств, учреждений и предприятий, выполняющих топографо-геодезические и картографические исследования.

Заключительным этапом является построение координатной сетки и зарамочное оформление.

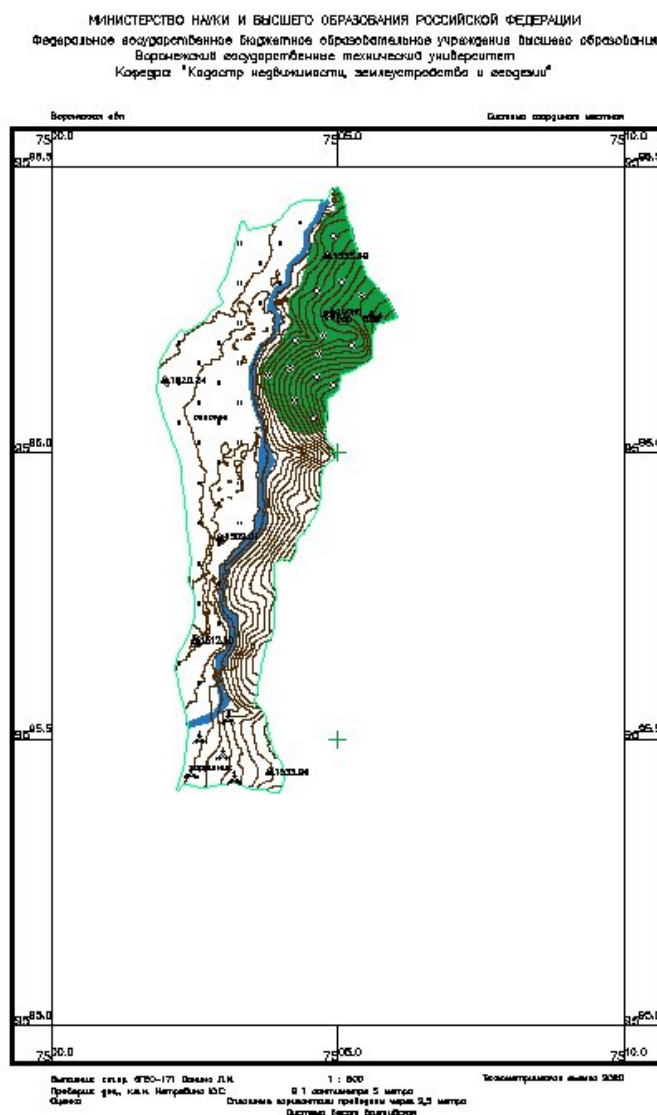


Рисунок 21 – Оформление чертежа

Заключение

По итогу выполнения расчётно-графической работы мы получили топографический план местности масштабом 1:500. При создании топографического плана были изучены современные методы и технологии, способствующие более быстрой и автоматизированной обработке данных.

Оформление пояснительной записки

В пояснительной записке кратко, понятно и исчерпывающе излагается содержание и обоснование курсового проекта в соответствии с заданием.

Текст проекта выполняется с применением печатающих и графических устройств через полтора интервала. Размер шрифта – 14, Times New Roman, абзацный отступ 1,27 см. Должны соблюдаться следующие размеры полей: левое – 3 см, правое – 1 см, верхнее – 2 см, нижнее – 2 см.

Состав пояснительной записки должен быть следующим.

Титульный лист.

Оглавление.

Введение.

I Раздел Автоматизация полевых работ.

II Раздел Автоматизация камеральных работ

III Раздел Построение цифровой модели местности.

Заключение.

Список использованной литературы.

В тексте следует пользоваться принятой геодезической терминологией. Все слова должны быть написаны полностью. Сокращения могут допускаться только общепринятые. Нумерация страниц должна быть общей для всего текста, начиная с титульного листа и включая все таблицы (на отдельных страницах) и заканчивая библиографическим списком. Номер страницы проставляют арабскими цифрами в нижней части листа по центру (кроме титульного листа).

Оформление графической части курсового проекта

Графическая часть курсового проекта состоит из топографического плана местности масштаба 1:500 (1:2000).

План изготавливается на плотной чертежной бумаге в программном обеспечении AutoCAD.

Все элементы вычерчиваются в соответствии с условными знаками, применяемыми при построении топографического плана местности.

Защита курсового проекта проводится руководителем курсового проекта.

Список используемых источников

1. Геодезия: учебное пособие для вузов/ Г.Г. Поклад, С.П. Гриднев. – М.: Академический проект, 2011. – 592 ст.
2. Практикум по геодезии: Учебное пособие для вузов/ Под ред. Г.Г. Поклада. – 2-е изд. – М.: Академический Проект; Гаудеамус, 2012.-470 с.
3. Геодезия: курс лекций/ С. И. Акиншин; Воронежский ГАСУ.-Воронеж, 2012. – 304 с.
4. Геодезия: лабораторный практикум/ С. И. Акиншин; Воронежский ГА-СУ.-Воронеж, 2012. – 144 с.
5. Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 / Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР. – М.: Недра, 1989. - 286 с: ил.
6. Инженерная геодезия: Учебник для вузов/ Е. Б. Ключин, М. И. Киселев, Д. Ш. Михилов, В. Д. Фельдман; Под редакцией Д. Ш. Михиловой. – 4-е изд. – испр. – М.: Издательский центр «Академия», 2015. – 480 с.
7. Инженерная геодезия: Учебник/ Г. А. Федотов. – 2-е изд. – исправл. – М.: Высш. шк., 2014. – 463 с.: ил.