

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА
Географический факультет, кафедра картографии и геоинформатики

ОТЧЕТ О ПОЛЕВОЙ ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ

Руководители:

А.Р. Аляутдинов
С.М. Кошель
Т.Е. Самсонов
Д.В. Гарнопольский

Выполнили:

студенты 2 курса
Александр Мартьянов
Арина Орлова
Айгуль Халиуллина
Андрей Энтин

Содержание

Введение	2
Глава 1. Физико-географическое описание территории практики.....	3
1.1. Геология, рельеф.....	3
1.2. Растительный покров. Почвенный покров. Животное население	3
1.3. Гидрография.....	4
1.4. Климат.....	5
1.5. Гидрологические особенности акватории	5
1.6. Беломорская биологическая станция.	6
Глава 2. Техническое оснащение	7
2.1. GPS.....	7
2.2. Тахеометр Trimble 5600.	10
2.3. Ещё один тахеометр	Ошибка! Закладка не определена.
2.4. Цифровой нивелир Leica Sprinter 100M.....	20
2.5. Полевой планшет с GPS-приёмником	22
2.6. Рации.....	23
2.7. Компьютеры	23
2.8. Программное обеспечение.....	24
Глава 3. Плано-высотное обоснование.....	25
3.1. Цель, задачи, методика плано-высотного обоснования	25
3.2. Рекогносцировка.....	25
3.3. GPS-наблюдения	26
3.4. Теодолитный ход	30
3.5. Нивелирный ход	32
3.6. Сводная таблица координат	35
Глава 4. Тахеометрическая съёмка	36
4.1. Цель, задачи, методика.....	36
4.2. Рекогносцировка.....	36
4.3. Съёмка	37
4.4. Разработка структуры базы данных	38
4.5. Построение цифровой модели рельефа	40
4.6. Составление карты	41
Глава 5. Профиль тригонометрического нивелирования.....	45
5.1. Цели, задачи, методика	45
5.2. Рекогносцировка.....	45
5.3. Съёмка	46
5.4. Обработка данных	47
Глава 6. Работа с полевым программно-аппаратным комплексом «планшет-GPS»	49
Глава 7. Культурная программа.....	51
Заключение.....	52
Список литературных источников.....	53
Приложения.....	54

ВВЕДЕНИЕ

Учебная топографо-геодезическая практика студентов 2 курса кафедры картографии и геоинформатики географического факультета МГУ им. Ломоносова проходила в период с 7 по 24 июня 2012 г. на территории Беломорской биологической станции имени Н. А. Перцова, расположенной на полуострове Киндо Кандалакшского залива Белого моря в Лоухском районе Республики Карелия. Станция расположена в тайге почти точно на Северном полярном круге, её координаты $66^{\circ}33'$ с. ш. и $33^{\circ}06'$ в. д.

Цели практики:

- овладение компетенциями в проведении различных геодезических работ, пользовании современными геодезическими приборами и программным обеспечением;
- решение некоторых прикладных задач: съёмка литорали для нужд биологов и геоморфологов, нивелирование по профилю с целью уточнить количество и расположение древних морских террас.

Были поставлены следующие задачи:

- построение планово-высотного обоснования путём проложения теодолитного и нивелирного ходов и высокоточных GPS наблюдений;
- тахеометрическая съёмка литорали;
- составление карты литорали по данным тахеометрической съёмки в геоинформационной системе ArcGIS;
- профильное тригонометрическое нивелирование через полуостров для геоморфологических целей.
- обучение работе с полевым программно-аппаратным комплексом планшет - GPS

ГЛАВА 1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ПРАКТИКИ

1.1. Геология, рельеф

В геологическом плане ядро полуострова образует гнейсово-амфиболитовый купол горы Ругозёрской с максимальной высотой 103 м над уровнем моря. Наиболее распространённые породы здесь – архейские гнейсы. Они выходят на вершинах так называемых «китовых спин», а на склонах и в болотистых днищах ложбин, которые разделяют эти гряды, мощность рыхлых отложений может достигать нескольких метров. Четвертичные отложения представлены ледниковыми и водно-ледниковыми сортированными песчаными толщами, подстилаемыми валунниками и галечниками на склонах, торфяными органомогенными в болотах и морскими песками и галечниками, часто заиленными, с большим количеством валунов на литорали.

Несмотря на кажущуюся монолитность, в рельефе чётко прослеживаются тектонические разломы в виде крутых скальных уступов высотой 15—40 м (в бухте Биофильтров), террасовидных ступеней и трещин глубиной до 2—3 м. Кроме того со времён последнего ледникового периода территория поднимается со скоростью 3-4 мм в год, поэтому Ругозёрская гора окаймлена несколькими морскими террасами, достигающими наибольшей ширины на западе, в районе Ершовских озёр. Современная морская терраса высотой до 2 м и шириной до 100 м полого спускается к литорали – участку на границе суши и моря, затопляемому во время прилива и осушаемому при отливе.

1.2. Растительный покров. Почвенный покров. Животное население

На всем протяжении побережья полуострова Киндо преобладает литораль каменисто-песчаного типа с отдельными, иногда довольно обширными участками песчаной и илисто-песчаной литорали с зарослями zostеры.

Высокий скалистый полуостров Киндо покрыт таежным лесом, преимущественно хвойным. Вдоль берега тянется полоса мелкоколесья из березняка и осинника.

На территории полуострова повсеместно распространены болота пушицевые, осоковые, кустарничковые. Все они покрыты в той или иной степени покровом сфагновых мхов. Из трав на болотах произрастают клюква, роснянки, касандра, морошка, жирянка, вахта трехлистная, дерен шведский.

Почвенный покров полуострова Киндо очень пёстрый и сложный, что обусловлено мозаичностью рельефа, а также литологических и гидрологических условий. По площади преобладают подзолистые почвы. Наиболее развитые и зрелые подзолы формируются под хвойными кустарничково-зелёномошными лесами на дренированных глубоких песках II морской террасы. Болотные почвы также распространены повсеместно, от ложбин вершинных поверхностей до побережий

и устьевых участков ручьёв. В прибрежной зоне под приморскими лугами формируются маршевые почвы с признаками засоления. На скалах в местах скопления рыхлых продуктов выветривания коренных пород, под покровом мхов и лишайников образуются маломощные примитивные почвы.

Лес богат дичью и мелким зверем. Живут здесь также лось, медведь (медведица, поселившаяся в июне 2012 года к востоку от биостанции, внесла существенные коррективы в режим работ) и россомаха. В окрестностях биостанции разбросано много озер и болот с водоплавающей птицей, а во время весеннего и осеннего пролетов наблюдаются большие скопления гусей, лебедей, журавлей и других крупных и мелких птиц.

1.3. Гидрография

Территория биостанции находится в зоне избыточного увлажнения. Интенсивному испарению влаги с поверхности земли и водоемов препятствуют низкие температуры воздуха, а также его высокая влажность, которая колеблется от 66-70% в мае-июне до 65-89% зимой. Эти причины в а также большое количество котловин и др. понижений рельефа местности способствуют заболачиванию. Однако из-за исключительно атмосферного питания водоёмов и отсутствия крупных водотоков на станции наблюдается некоторая нехватка воды.

В 4-х км от ББС расположены два крупных озера: Верхнее и Нижнее. Особый интерес представляет собой озеро Водопроводное, окруженное сфагновым болотом, у края которого зыбкая сплавина. Из этого озера проложен водопровод. Озеро Водопроводное образовалось от накопления болотных вод и от стока из Верхнего озера, которое в быту называем Купальным и испытывает большие сезонные перепады уровня из-за повышенного расхода воды в летний период. Его Площадь I га. глубина 3,8м. Дно составляет мелко-детритный ил. Цвет воды в озерах коричневатый, что обусловлено высоким содержанием органических веществ. Высока кислотность воды. На дне озер обычно образуется слой торфа различной мощности, над ним детрит и детритный наиллок. К морю сбегает небольшие ручьи, местами вода струится прямо по поверхности скал.

На полуострове есть литоральная лагуна – Полусолёное (Кисло-сладкое) озеро, расположенная в глубине заливчика. Она через две протоки сообщалась с морем. Последние годы протоки окончательно перекрыты наносами осадков.

Болота развиваются на плоских водоразделах, террасах разного происхождения, платообразных вершинах холмов. Конфигурация и размер болот тесно связаны с рельефом, часто в середине болот располагаются озера. Преобладают верховые болота с большим количеством сфагнома.

1.4. Климат

Северное побережье Карелии характеризуется умеренно-холодным климатом с растянутыми сроками весны и осени. Среднегодовая температура воздуха составляет около $0,5^{\circ}\text{C}$, самый холодный месяц года – февраль со средней месячной температурой от -10° до -12°C , а самый теплый – июль со средней температурой $+13,2^{\circ}\text{C}$.

Безморозный период длится до 120 дней при невысоких температурах. Вегетационный период (число дней в году с температурой воздуха, равной и превышающей $+5^{\circ}\text{C}$) составляет 127 дней. Период активной вегетации (число дней в году с температурой, равной и превышающей $+10^{\circ}\text{C}$) составляет 70 дней. Число дней в году со снежным покровом более 190, средняя высота снежного покрова 40–60 см. Количество осадков в году 390–420 мм, из них в тёплый период выпадает 290–300 мм. Испарение небольшое, средняя величина составляет 150 мм/год.

Полярная ночь продолжается только две недели в декабре. В июне в течение двух недель длится полярный день.

1.5. Гидрологические особенности акватории

Амплитуда приливо-отливных колебаний в районе ББС составляет 1,4—2,4 м. Через часть пролива, к которой примыкает станция, проходит основной объем воды, наполняющей в прилив значительные соседние акватории, что приводит к возникновению очень сильных приливо-отливных течений (1,5—2,5 м). Из-за такой высокой скорости течения этот район Салмы зимой не замерзает. Остаются открытыми даже некоторые участки литорали. Большая часть акватории, прилегающей к полуострову Киндо относительно мелководна, за исключением Великой Салмы, по дну которой проходит желоб глубиной до 25 м напротив поселка биостанции, возрастающей в восточном направлении до 50 м.

Сильные приливно-отливные течения в Великой Салме обеспечивают однородность характеристик воды по всей толще, тогда как в восточной глубоководной части образуется типичная для Белого моря стратификация в три слоя.

Солёность воды в акватории вокруг полуострова Киндо пониженная от 16 до 28‰, с минимумом в период весеннего таяния льдов и максимумом в зимнее время. В летнее время вода прогревается до $+15-16^{\circ}\text{C}$, а в вершинах мелководных губ в даже до $+20^{\circ}\text{C}$ и выше. Ледостав начинается в октябре, когда температура воздуха опускается ниже нуля, постоянный ледовый покров формируется в декабре и держится до марта. Полное очищение акватории ото льда происходит в первой половине мая.

1.6. Беломорская биологическая станция.

Беломорская биостанция МГУ расположена на северном берегу полуострова Киндо на побережье Кандалакшского залива Белого моря. Территория биостанции располагается в 2 км к северу от линии полярного круга. Данный учебно-научный центр МГУ создан для организации и проведения морских научных исследований в северном регионе, подготовки специалистов и для проведения полевых студенческих практик. Работа на биостанции ведётся круглый год: зимой в полярные ночи проходят экспедиции НСО и различные семинары; летом – практика студентов различных кафедр биологического, географического и геологического факультетов. Также организуются летние школы, ведутся научные работы. В межсезонье сюда приезжают волонтеры, которые помогают благоустроить станцию.

ГЛАВА 2. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСНАЩЕНИЕ

2.1. GPS

Профессиональные GPS приёмники сильно отличаются от своих широко распространённых непрофессиональных аналогов. Они способны определять координаты пунктов с сантиметровой точностью. Для сравнения: обычный автомобильный навигатор определяет координаты с точностью нескольких десятков метров. Основным принципом работы GPS-приемника является определение местоположения точки на земле по сигналам, получаемым от нескольких спутников одновременно. Для получения точных координат конкретной точки обрабатываются данные спутников совместно с данными так называемых «референтных станций». Референтные станции — это те же GPS-приемники, которые установлены на опорных пунктах с известными координатами. Референтные станции поддерживают точность съёмки в определенном радиусе; точность измерений падает с удалением от базового приёмника.

2.1.1. Описание прибора

Trimble4600LS Surveyor – фазовый одночастотный геодезический GPS-инструмент для сгущения опорных сетей, проведения топографической съёмки и сбора данных для ГИС приложений. Приемник 4600LS может эффективно использоваться для проведения быстростатических (L1 FastStatic) и кинематических GPS-съёмок на коротких и средних базисных линиях.

GPS-приемник, антенна и батареи объединены в единый корпус весом 1.7 кг (вес без батарей 1.4 кг). Кроме того, можно использовать внешний аккумулятор. Прибор имеет только одну клавишу управления - Powerи три светодиодных индикатора (satellitetracking, datalogging, power). Приемник 4600LS специально разработан для использования в экстремальных полевых условиях, ударопрочен, герметичен и не тонет в воде.

Способен работать в диапазоне температур от $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+65\text{ }^{\circ}\text{C}$. Объем встроенной памяти 4600 LS позволяет хранить данные съёмки за ~64 часа работы; все собранные результаты совместимы с данными других геодезических приемников Trimble.

Для обработки полевых данных можно использовать программные пакеты (в нашем случае TrimbleGeomaticsOffice).

Стандартная точность для статической съёмки составляет $\pm 10\text{ мм} + (2xD)\text{ мм}$, где D - длина базовой линии в км. Точность кинематической съёмки ниже.

2.1.2. Порядок работы

На точке с известными координатами располагается передвижной GPS- приёмник (ровер, rover), на точке с неизвестными — базовый (база).



Рис.1. Готовый к работе прибор



Рис. 4. Панель управления

Оба прибора готовятся к работе: устанавливается штатив, на нём закрепляется оптический триггер, производится центрирование и горизонтирование. На триггер устанавливается GPS-приёмник, который ориентируется меткой на север с точностью 5^0 . К прибору подключается внешний аккумулятор и контроллер. Специальной рулеткой измеряется высота прибора. Приёмник включается нажатием на зелёную кнопку. При включении загорается индикаторуPower. Сбор данных при включении начинается автоматически. Сессия считается завершённой, если индикаторы спутников (satellitetraking) и сбора данных (datalogging) мигают одновременно (сессией принято называть определенный период времени, выбранный для наблюдений). Как только это происходит на первом приёмнике, включается приёмник второй. Измерение можно завершить, когда замигают индикаторы на втором приёмнике, однако для более точных результатов приёмники работает ещё 20-25 минут (или больше) после завершения сессии. Затем ровер переносится на новую точку с известными координатами и процедура повторяется.

Базовый приёмник всё время остается включённым.

Результатом объединения данных, полученных этими двумя приёмниками, является пространственный вектор между базой и ровером. Этот вектор называется базовой линией, он же «линия», также можно встретить название «база».

Длина сессии зависит от многих параметров:

1. Относительная геометрия расположения спутников и ее изменения.
2. Число видимых спутников (влияет на геометрию).
3. Степень возмущения ионосферы (для одночастотных приемников), большая для более высоких широт и в дневное время.
4. Длина базы.

5. Количество препятствий на местности.

Для оценки первых двух параметров можно использовать альманах. Альманах - набор данных об орбитах и состоянии всех спутников созвездия, передаваемый каждым спутником в его навигационном сообщении.

Проводя съёмку, требуется записать следующие данные: название точки, на которой был установлен базовый прибор и точки, на которой установлен прибор передвижной; высоту приёмника, время начала и завершения измерений. Кроме того, дополнительно можно указать погоду, PDOP, описать местность, где располагается точка.

2.2. Тахеометр Trimble 5600.

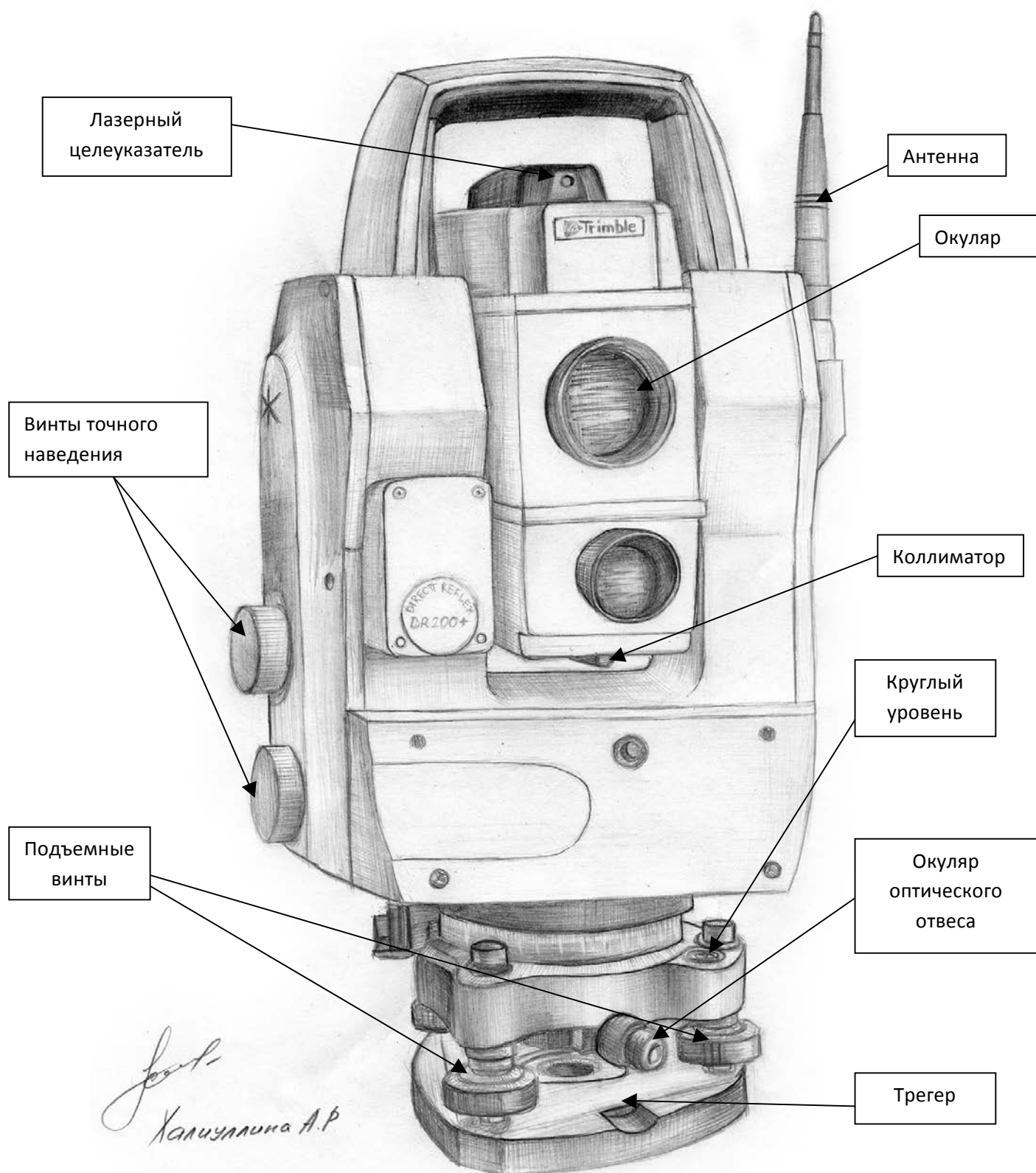


Рис. 3. Рисунок тахеометра Trimble 5600

Электронный тахеометр Trimble 5600 применяется для проведения геодезических и топографических работ различного назначения. Прибор позволяет измерять

горизонтальные и вертикальные углы, а так же расстояния посредством лазерного дальномера.

Технические параметры:

- угловая точность — 1'';
- возможность автоматической компенсации – 6'';
- точность измерения расстояния в безотражательном режиме при расстоянии от 5 до 200 м — 3 мм, при расстоянии свыше 200 м — 5 мм;
- точность измерения расстояния в отражательном режиме — 3 мм (5 — 5500 м).

В состав комплекта оборудования для полевых работ входят: электронный тахеометр, штатив, комплект аккумуляторов, контроллер, вешка с отражателем. Работа возможна как в классическом режиме съемки, так и в режиме слежения.

Установка прибора включает в себя следующие действия: установка и выравнивание штатива, центрирование винтами платформы, горизонтирование регулированием высоты ножек штатива, повторное центрирование смещением платформы (если необходимо). Некоторое отклонение от горизонтального положения прибор может компенсировать сам с помощью встроенного компенсирующего устройства.



Рис. 4. Рабочий стол контроллера.

После установки прибора к нему подключаются аккумуляторы и контроллер, выполняется инструментальная компенсация. Контроллер — это планшетный компьютер со специальным программным обеспечением для выполнения съемки и обработки данных.

При включении контроллера тахеометра Trimble 5600 на экране появляется стандартный рабочий стол Windows CE (Рис.).

Нам нужна программа Survey Controller, вызываем. Появляется заставка программы.

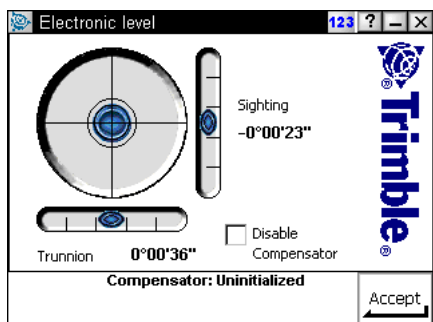


Рис. 5. Контроль уровня

После инициализации тахеометра на экране высвечивается контроль уровня, электронный уровень (Electronic level). Ориентируясь на него, необходимо выполнить автоматическую компенсацию уровня. Допустимая погрешность ручного приведения уровня составляет 5'. Оставшиеся 5' прибор способен компенсировать самостоятельно (Рис)

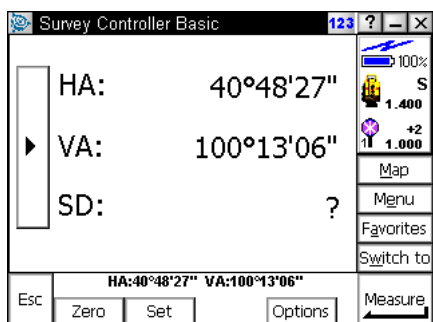


Рис. 6. Survey Controller Basic.

После автоматической компенсации уровня открывается Survey Controller Basic (при необходимости его можно вызвать из Menu — Instrument — SCB). Для выхода в основное меню ждем Esc (Рис.). Перед нами основное меню. Прежде чем приступить непосредственно к работе, необходимо создать новый файл (New job). Нажимаем иконку Files (Рис.)



Рис. 7. Основное меню



Рис. 8. Подменю Files

Появляется выпадающее подменю со стандартным набором операций. Нам нужна New job (Рис.).

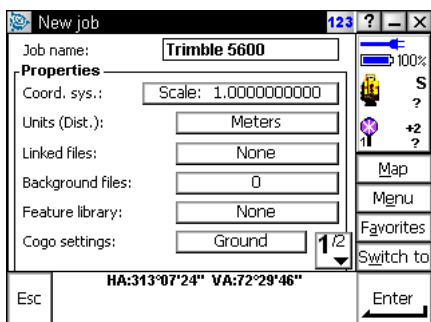


Рис. 7. Настройки нового проекта

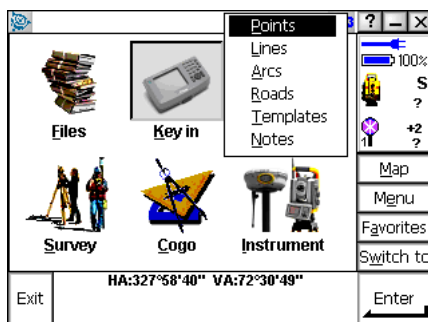


Рис. 8. Подменю Key in

Мы создаем новый проект. Открылось окно настроек нового файла. Задаем его имя, при необходимости изменяем остальные настройки. Сохраняем (Enter) (Рис.). Ассепт.

Чтобы начать ввод названий и координат станций — иконка Key in — Points (Рис.). Далее вводим собственно название и координаты точки. Запоминаем (Store) (Рис.)

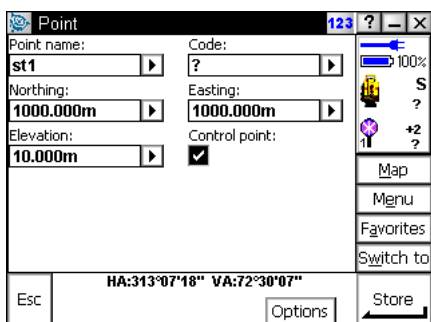


Рис. 11. Данные станции

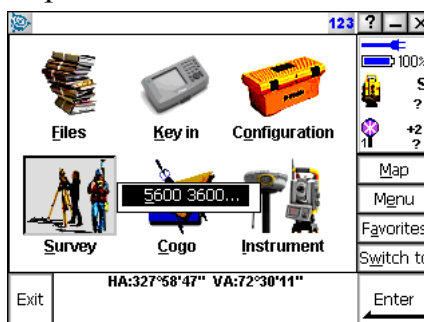


Рис. 12. Выбор профиля

Сразу же открывается окно для ввода данных о следующей точке. Причем если в названии точки последний символ является буквой, то при автоматическом открытии следующей точки последняя буква меняется на следующую по алфавиту. Если последний символ цифра — цифра меняется на следующую по счету. Нажимаем Store.

Далее, чтобы задать направление съемки, идем из основного меню в подменю иконки Survey — выбираем профиль Hibiny2010 — Station Setup. (Рис).



Рис. 13. Подменю Survey

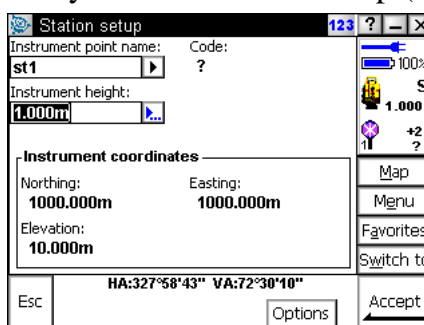


Рис. 14. Текущая станция

Открывается окно ввода данных для станции, на которой установлен тахеометр.

Указываем название текущей станции, высотную отметку. Запоминаем (Ассепт) (Рис4).

Следующим открывается окно ввода данных о точке, на которую мы засекаемся. Задаем её название (или выбираем из ранее снятых), задаем высоту отражателя, задаваемую вешкой, выбираем метод засечки (нам нужен Averaged observations), устанавливаем отражатель, наводимся на него. Выполняем измерения (Measure) (Рис. 1).

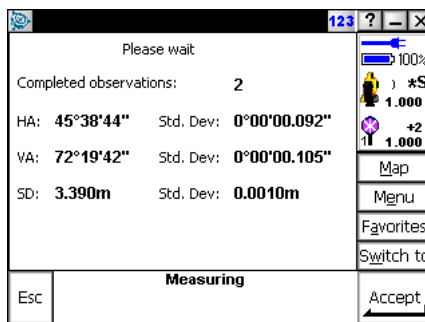
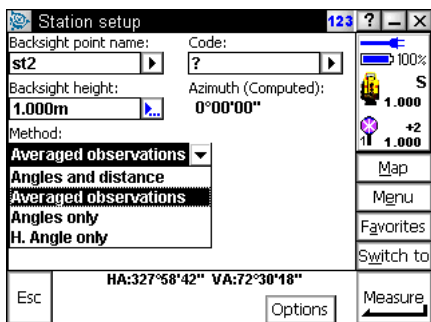


Рис. 1. Данные предыдущей станции Рис. 2. Счет, производимый прибором

В зависимости от настроек, при выборе Averaged Observations прибор будет делать n измерений и считать стандартное отклонение (Рис. 1).

Появляется окно с данными о снятой точке. Если погрешность измерения находится в допустимых пределах — сохранить настройки ориентирования (Store). Слышим «Station setup completed» (Рис. 3).

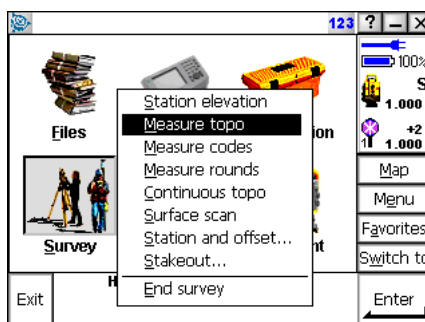
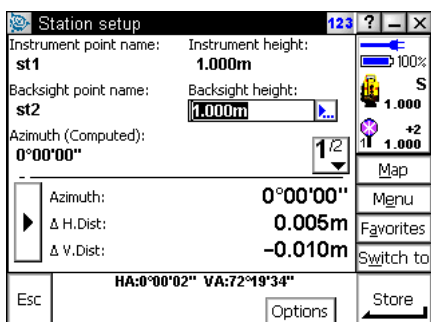


Рис. 3. Результат измерения

Рис. 18. Подменю Survey

Далее возвращаемся в основное меню. Для тахеометрической съемки с текущей станции следующих пикетов нам нужна иконка Survey — Measure topo (Рис. 3)

Перед нами окно для ввода данных о первом пикете. Вводим имя (идентификатор), указываем атрибут пикета (Code) (или без атрибутиции), выбираем метод съемки, задаем высоту установленного на пикете отражателя, наводимся на него. Выполняем измерения (Measure).

Перед нами данные съемки этого пикета: измеренные горизонтальный угол, превышение, расстояние от станции до пикета. Нажимаем Store (Рис.).

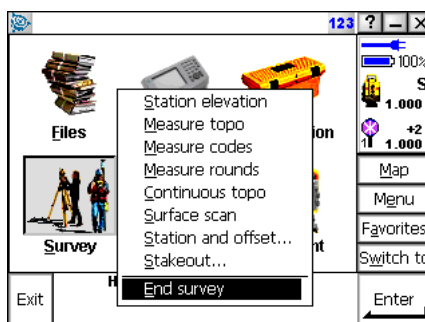
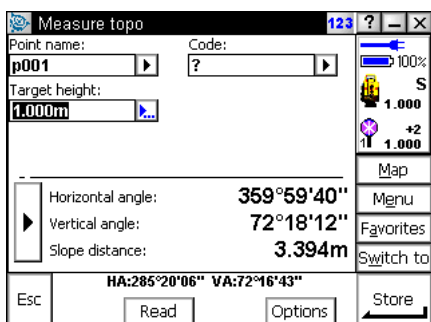


Рис. 19. Съемка пикета

Рис. 20. Подменю Survey

Дальнейшая съемка с одной и той же станции ведется тем же образом, без необходимости выхода в основное меню. При перестановке тахеометра на другую станцию понадобится снова засечься на предыдущую точку через подменю Survey — Station setup, и т.д.

По окончании съемки для правильного выключения прибора необходимо выйти в основное меню, иконка Survey — End survey. Контроллер переспросит Вас об уверенности в завершении работы. Соглашаемся (Yes) (Рис.).

Съемка в обычном режиме может осуществляться в безотражательном режиме или с применением специального отражателя. В первом случае нити визирной трубы наводятся на интересующую точку объекта, а во втором — на зеркальные призматические отражатели. Второй способ имеет большую точность, так как собирает дифрагирующий на расстоянии луч лазерного дальномера в точку и отражает в ровно противоположном направлении.

При работе в роботизированном режиме прибор автоматически следит за перемещением вешки с отражателем за счет специальных инфракрасных ламп и сам наводится на центр отражателей.

Для наведения на точку прибор имеет визирную трубу с прицельными нитями и два винта горизонтальной и вертикальной наводки. Винты имеют два режима вращения: более резкая прокрутка обеспечивает сильный поворот прибора, медленная — плавную точную наводку. Также его можно поворачивать вручную без использования винтов. Облегчить наведение на цель помогают коллиматор (который, к сожалению, при больших вертикальных углах становится недоступен) и лазерный прицел.

2.3. Описание электронного тахеометра Trimble 3305 dr.

Тахеометры предназначены для тахеометрической съемки с целью получения плана с изображением ситуации и рельефа. Они позволяют определять расстояния, высоту недоступного объекта, осуществлять измерения относительно базовой линии, определять координаты, выполнять обратную засечку. Электронные тахеометры - это совершенные приборы для выполнения широкого круга геодезических работ.

Эти интеллектуальные приборы оснащены большой внутренней памятью, позволяющей надежно хранить данные съемки. Наличие экранов и буквенно-цифровых клавиатур электронных тахеометров облегчает управление прибором.

Электронный тахеометр Trimble 3305 dr является тахеометром среднего класса точности и подходит для землемерных работ. Прибор прост в обращении благодаря программному обеспечению с удобным меню, гибкой идентификацией точек и универсальным форматом записи данных.

Точность измерения тахеометра Trimble 3305 dr:

- углов – 5''
- расстояний – 3 мм +2 мм/км (без отражателя), 2 мм + 2 мм/км по призме

Внешний вид прибора.

1. Коллиматорный визир
2. Метка для определения высоты прибора
3. Фокусировочное кольцо зрительной трубы
4. Зажимной винт зрительной трубы
5. Окуляр
6. Наводящий винт зрительной трубы
7. Дисплей (128×32 пиксел)
8. Интерфейсный порт
9. Клавиатура
10. Наводящий винт алидады
11. Зажимной винт алидады
12. Подъёмный винт треггера
13. Объектив с блендой
14. Замок аккумулятора
15. Уровень на алидаде
16. Аккумулятор
17. Круглый уровень
18. Юстировочные винты оптического центра
19. Оптический центрир
20. Зажимной винт треггера



Рис. 21. Вид тахеометра со стороны панели управления

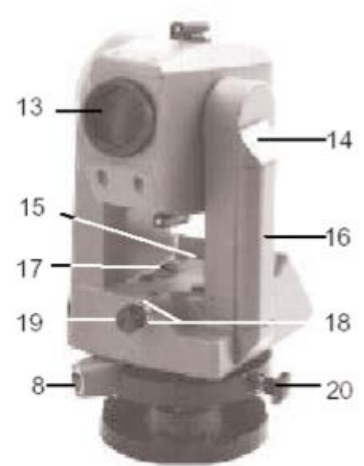


Рис. 22. Вид тахеометра со стороны объектива.

Контроллер прибора содержит семь клавиш управления: кнопочные клавиши на панели управления (клавиши прямых функций ON и MEAS; сочетание клавиши ON с клавишей SHIFT) и программные клавиши, занимающие нижнюю часть экрана.

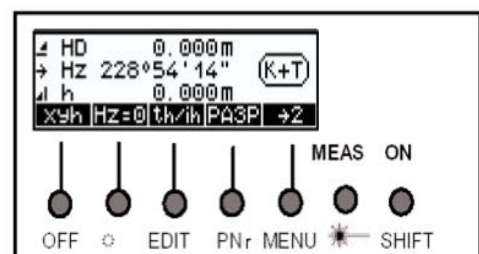


Рис. 23. Контроллер тахеометра

Кнопочные клавиши:















	Включение прибора и изменение функции кнопочной клавиши.
	Начало измерения.
 	Выключение прибора.
 	Переключение между отражательным и безотражательным режимом.
 	Запрос о состоянии памяти, доступ к сохраненным данным.
 	Вызов ввода номера точки и кода точки.
 	Вызов главного меню.
 	Включение/выключение лазерного указателя.

Рис. 24. Кнопочные клавиши

Тахеометр Trimble 3305 dr может работать в нескольких режимах: безотражательном (без использования призм), отражательном (при измерениях с призмами) и отражательном повышенной мощности (при измерениях с отражателями при плохих погодных условиях и больших расстояниях). Для работ мы использовали отражательный режим. Как было сказано выше, этот режим используют при измерениях с призмами и другими отражателями (например, отражающей пленкой). Константа призмы и высота отражателя могут быть изменены в меню ввода. Диапазон измерений для отражательного режима:

- 1,5 – 3000 м для одного отражателя
- 1,5 – 5000 м для трех отражателей
- 2,5 – 250 м для отражающей пленки 60×60 мм²

Перед съёмкой необходимо произвести центрирование и горизонтирование прибора. Для измерений в отражательном режиме необходим отражатель. Его нужно выставить на высоту прибора, тогда, при введении координат точки, не нужно будет вводить высоту прибора. Если же высота отражателя отлична от высоты прибора, то нужно будет ввести и высоту прибора, и высоту отражателя (ih/th).

При включении прибора на дисплее контроллера высвечиваются текущая температура и атмосферное давление, эти данные можно записать в память прибора. Далее, при нажатии клавиш ON и MEAS пользователь попадает в главное меню, содержащее следующие пункты:

- Ввод (здесь можно изменить температуру, давление, отражательный коэффициент призмы)
- Вид работ (здесь содержатся такие пункты меню как: определение высот, расстояний, вычисление площадей и т.д.)

- Определение координат – основной пункт меню при наших работах (содержит следующие возможности: обратная засечка, привязка инструмента на исходном пункте (известная станция), привязка инструмента по высоте, полярный способ определения координат и разбивочные работы)
- Настройка прибора
- Измерение расстояний (выбор соответствующего режима, включение лазерного указателя)
- Установка интерфейса (выбор формата и типа записи данных, установка числа знакомест для кода точки и т.д.)
- Передача данных
- Обновление программного обеспечения

Пункт определение координат – каждая программа снабжена рисунком. Программа известная станция позволяет сориентировать прибор в пространстве. При вызове этой программы на экран контроллера выводится схема выполнения упражнения, где точка А – то пункт с известными координатами, а точка S – станция, на которой установлен прибор.

Измерение "Известная станция"

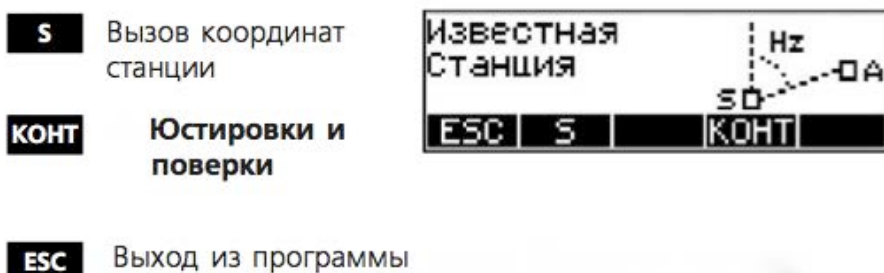


Рис. 25. Измерение "Известная станция"

Координаты станций S и А можно ввести вручную или вызвать из внутренней памяти. После этого прибор предлагает выбрать то, что будет измерено для ориентации: углы и расстояние или только углы. Затем после измерения можно будет подтвердить ориентацию и продолжить работу или отказаться от нее.

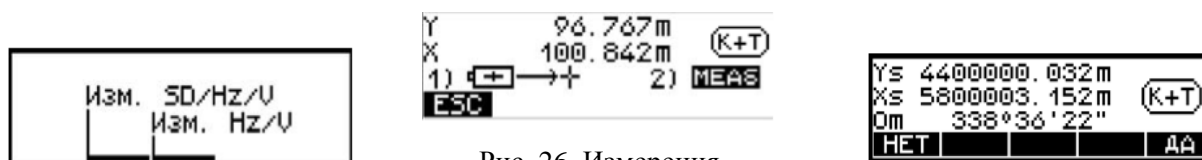


Рис. 26. Измерения

Затем можно выполнять измерения новых точек с точки S. Для это используется программа полярный способ. Для этого нужно навестись на призму отражателя и нажать кнопку MEAS.

2.4. Цифровой нивелир Leica Sprinter 100M

Для выполнения работ по геометрическому нивелированию использовался высокоточный электронный нивелир Leica Sprinter 100M. В нём применяется технология электронного считывания специальных штрих-кодов, нанесенных на рейку (см. рис. 27), с последующим автоматизированным вычислением превышений и горизонтальных проложений.

Основные узлы нивелира представлены на рис. 28.

Назначение кнопок прибора:

- Кнопка Вкл/выкл – включение нивелира
- Кнопка «Превышение/расстояние» - переключение режима отображения снимаемых величин – превышение, расстояние или обе величины
- Кнопка «ΔН» - измерение превышений
- Кнопка «MENU» - вход в меню для настройки прибора
- Кнопка «Подсветка» - включение/выключение подсветки
- Кнопка «Измерить» (на правой стороне корпуса) – запуск измерения.

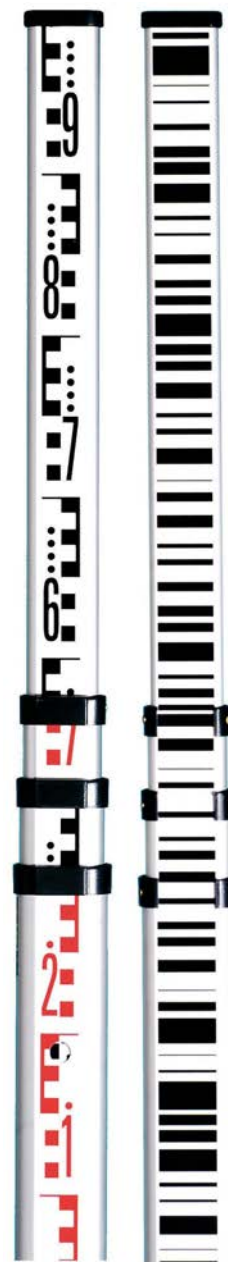


Рис. 27. Рейка со специальным штрих-кодом

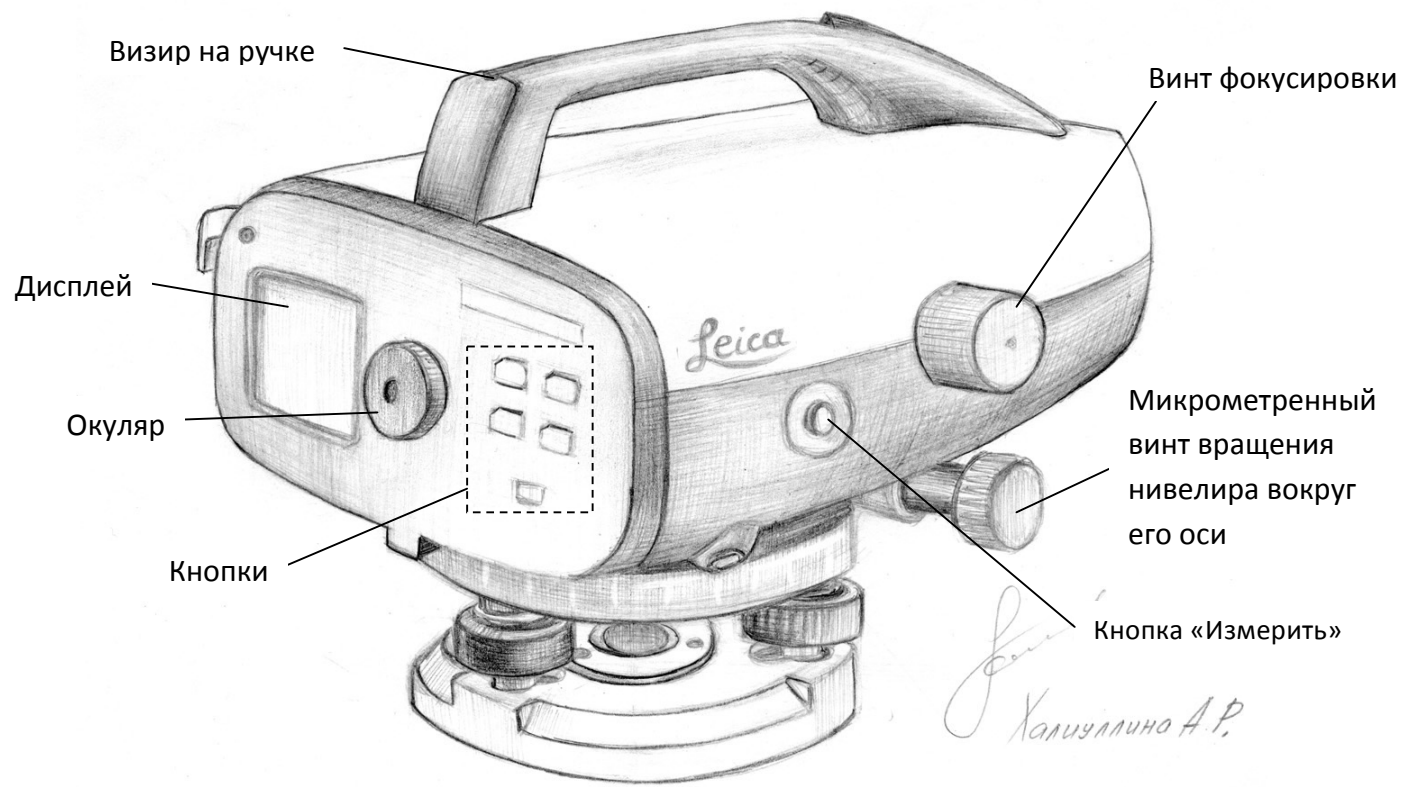
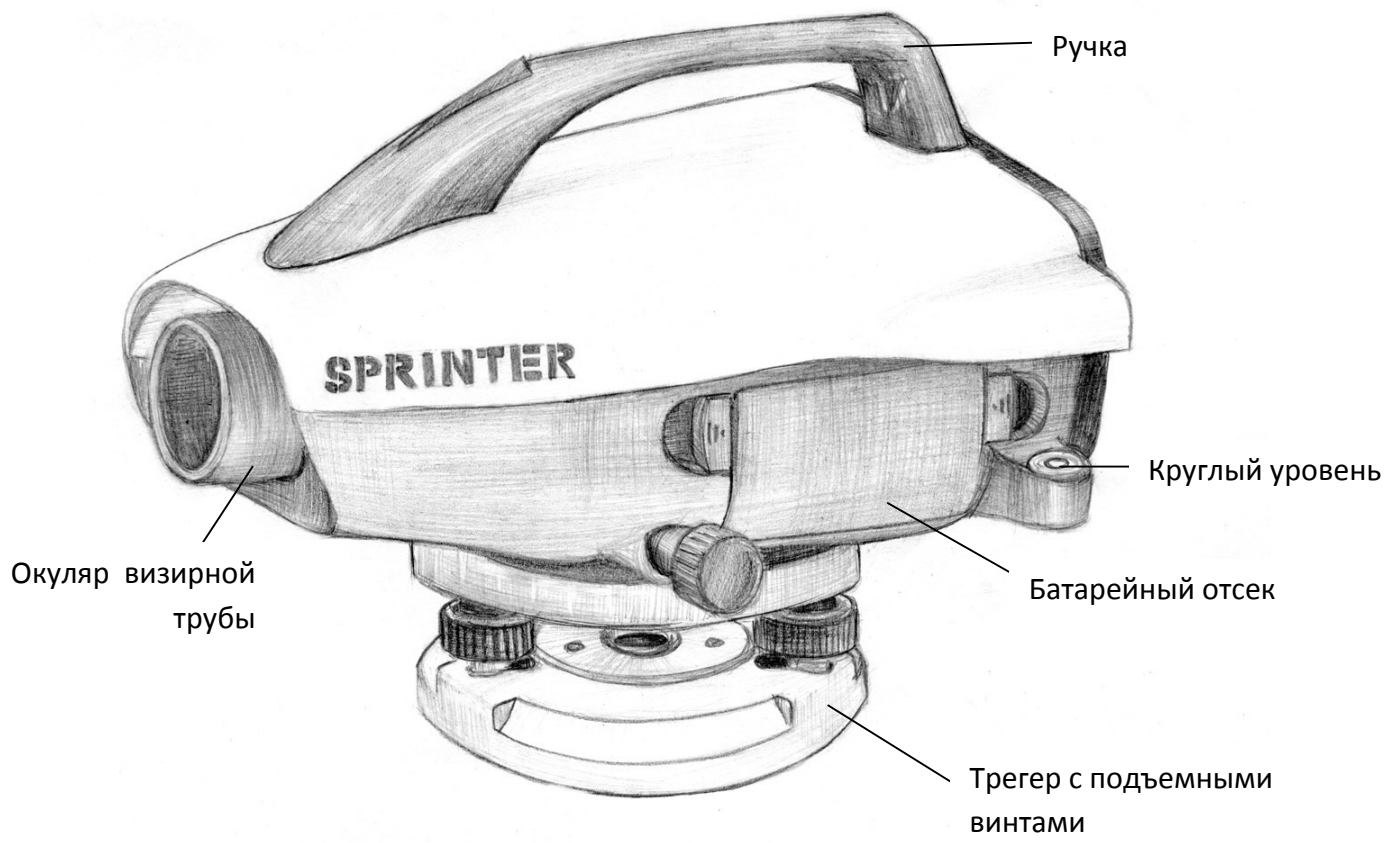


Рис. 28. Основные части нивелира Leica Sprinter 100M

Снятие отсчётов по рейкам при помощи данного нивелира производится относительно проще, чем при использовании оптического нивелира. Для этого достаточно включить прибор и навести его на рейку, а затем нажать кнопку «Измерить» для автоматического снятия отсчёта. Отсчёт (высота визирования и горизонтальное проложение) отображается на цифровом дисплее (см. рис. 30)



Рис. 29. Дисплей нивелира



Рис. 30. Дисплей нивелира со снятым отсчётом

Технические характеристики нивелира:

- Ошибка на километр двойного нивелирного хода - 2 мм.
- Точность измерения расстояний – 10 мм на расстояниях менее 10 м, на больших расстояниях $0,001 \times L$ (L – расстояние в метрах)
- Дальность измерений на рейку со штрих-кодом – 2-80 м
- Время на электронное измерение – 3 секунды при нормальных условиях освещённости.
- Чувствительность уровня – 10'
- Диапазон компенсации встроенного компенсатора – 10'
- Точность компенсации – 0,8"

Питание прибора – от батареек, размещаемых в корпусе, или от внешнего источника (в ходе работ использовались батарейки).

2.5. Полевой планшет с GPS-приёмником

Для полевых картографических работ, не требующих особой точности, использовалась связка из GPS-приёмника, планшета и программного обеспечения, объединённых в единый программно-аппаратный комплекс. В наших работах в целях обучения работе с комплексом использовался планшет Panasonic TOUGHBOOK CF-U1 с характеристиками: процессор Intel Atom Z520

с частотой 1330 МГц, 1Гб оперативной памяти, сенсорный экран размером 5,6 дюймов с разрешением 1024X600, операционная система Windows 7 Professional, высокий уровень защиты от влаги, пыли и ударов. С помощью беспроводной технологии Bluetooth он связывается с GPS-приёмником Globalsat BT-821, который обеспечивает определение координат с точностью 10 м. Специальное программное обеспечение ArcPad выполняет функцию полевой ГИС, которая даёт возможность добавления привязанных данных прямо в поле.



Рис. 31. Полевой планшет с GPS-приёмником

2.6. Рации

Для целей коммуникации во время работы использовались портативные радиостанции. Данные устройства работают на частотах 136-174 МГц, имеют 16 каналов, из которых для использования был доступен только первый.

2.7. Компьютеры

Обработка полевых данных происходила на ЭВМ: персональных компьютерах типа ноутбук или нетбук. Использовалось несколько компьютеров, в зависимости от установленного программного обеспечения и наличия определённых коммутационных портов.

Основная часть работ была выполнена на нетбуке eMachines eM355 с техническими характеристиками: процессор Intel Atom N455 с тактовой частотой 1,67 ГГц, 1 Гб ОЗУ, дисплей с разрешением 1024x600, операционная система Windows 7 Starter.

2.8. Программное обеспечение

В ходе практики бригада использовала следующее программное обеспечение:

- Trimble Business Center – для обработки данных GPS-наблюдений;
- Trimble Geomatics Office – для автоматизированной обработки и уравнивания теодолитного хода; для работы с данными, полученными в ходе тригонометрического нивелирования;
- ArcGIS Desktop 10 – для составления карты местности, а также для создания схем планово-высотного обоснования;
- Golden Software Surfer – не использовали;
- Corel Draw – для создания условных знаков для карты;
- Microsoft Office Excel – для обработки результатов различных видов работ;
- Microsoft Office Word – для оформления отчёта;
- OpenOffice.org Draw – для создания иллюстраций.

ГЛАВА 3. ПЛАНОВО-ВЫСОТНОЕ ОБОСНОВАНИЕ

3.1. Цель, задачи, методика планово-высотного обоснования

Планово-высотное обоснование (ПВО) создаётся как временная геодезическая сеть для определения плановых координат точек и их высот, подробной съёмки рельефа и ситуации. ПВО обычно создаются на небольшие участки, например, при строительстве инженерных сооружений и при крупномасштабном картографировании.

Наиболее простой способ для определения координат ПВО: GPS-наблюдения. Этот способ не столь точен, но технически более прост. При дифференциальном способе наблюдений (одна станция на точке с определяемыми координатами, другая – на твёрдой точке) точность измерения плановых координат может достигать $10 \text{ мм} + 2D$, где D - длина базиса в километрах. Однако точность и возможность GPS-наблюдений накладываются ограничения, связанные с наличием преград на пути радиосигнала, количеством и высотой спутников над горизонтом, состоянием атмосферы.

Другой способ определения плановых координат ПВО – прокладка теодолитного хода с измерением горизонтальных углов и расстояний с привязкой хода к пунктам Государственной геодезической сети. Высоты при этом могут определяться из тригонометрического или геометрического нивелирования с привязкой к пунктам Государственной нивелирной сети. Этот способ построения ПВО проводится с помощью теодолита в паре светодальномером или электронного тахеометра. Этот метод достаточно точный, так использовавшийся в работе электронный тахеометр даёт ошибку в измерении углов $1''$, расстояний в безотражательном режиме при 5-200 м - 3 мм, более 200 м - 5 мм, расстояний в отражательном режиме 3 мм (5-5500 м).

3.2. Рекогносцировка

Рекогносцировка – по сути «разведка» территории, её цель - оптимизировать схему планово-высотного обоснования, то есть подобрать такое расположение пунктов сети, которое наилучшим образом будет отвечать требованиям конкретной работы (тахеометрическая съёмка и уточнение координат геодезических пунктов требуют разного расположения пунктов сети). Оптимизация невозможна без подробного ознакомления с участком проведения работ.

Участок, на который создано планово-высотное обоснование, занимает большую часть территории базы и заходит в располагающийся по соседству лес. Твёрдые пункты геодезической сети (Крестовая, Лукич) расположены на северной его границе. Участок сильно продлён на восток от Лукича (для создания опорных пунктов для тахеометрической съёмки).

Маршрут теодолитного хода был оговорён в общих чертах заранее: в качестве отправной точки выбрана Крестовая, далее необходимо было пройти по территории базы, пройти через временную точку на скальном выступе (Пупырь), далее выйти

через лес к пункту Безымянная и вернуться на пункт Лукич. В ходе рекогносцировки маршрут был разработан более подробно.

Точки выбирались таким образом, чтобы охватить все пункты, координаты которых необходимо было определять обязательно (Безымянная, Сосенки, Пупыр).

Большой проблемой на участке являлась видимость. На территории базы было возможно обеспечить прямую видимость между пунктами на расстоянии до 800 м, в лесу это расстояние сокращалось до 20-50 м. Так, пришлось установить специальную «переходную» точку из леса на Безымянную, поскольку видимость этого пункта со стороны леса затруднена молодой еловой порослью.

Пункты плано-высотного обоснования закреплялись нанесением знаков краской на скальную поверхность, достаточно устойчивые валуны или пни. Пункты Безымянная и Сосенки закреплены при помощи металлических стержней, устойчиво установленных в песчаный грунт. Для закрепления точек, находящихся в лесу, использовались валуны, принесённые с моря.

3.3. GPS-наблюдения

GPS (Global Positioning System, Глобальная Система Позиционирования) представляет собой спутниковую систему навигации, позволяющую с достаточно высокой точностью определять координаты точек на земной поверхности. Система включает 31 спутник, из которых минимальное количество, необходимое для работы – 24, а остальные – запасные, кроме того они служат для повышения точности. Спутники обращаются вокруг Земли по близким к круговым орбитам на высоте 20200 км. Наклонение орбиты составляет 55° , поэтому в экваториальных и умеренных широтах система работает лучше, чем в полярных. Контроль за спутниковой группировкой осуществляется с наземных станций слежения. Приём сигналов осуществляется специальными GPS-приёмниками, существующими как отдельные агрегаты, так и встраиваемыми во многие электронные устройства.

Принцип работы системы – определение местоположения путём измерения расстояний от точек с известными координатами – спутников до объекта с неизвестными координатами. Расстояние вычисляется по времени прохождения сигнала от спутника до GPS-приёмника. Для этого на борту спутников установлены высокоточные атомные часы. Перед началом съёмочной сессии происходит синхронизация часов GPS-приёмника с часами спутника. Процедура синхронизации может выполняться по коду (когда производится сравнение принимаемого кода с кодом, генерируемым самим прибором) или по фазе (учитывается не только код, но и фаза несущей частоты, этот метод точнее). Далее принимается непосредственно навигационный сигнал. Для определения координат объекта необходимо минимум 4 спутника. Но для повышения точности используется большее количество спутников. Важно отметить, что сам GPS приёмник не передаёт никаких сигналов, а только принимает. Они могут быть двух видов: альманах - общие данные о параметрах

орбиты навигационных спутников (устаревают в течение 30 дней) и эфемериды - данные, уточняющие эти параметры для конкретного спутника в конкретный момент времени (устаревают примерно за 30 минут). По этим данным GPS приёмник и вычисляет собственное положение. На точность определения координат влияют следующие факторы:

- количество спутников в зоне радиовидимости
- наличие препятствий на пути радиосигналов (деревья, здания, тоннели)
- высота спутника над горизонтом: если она менее заданной величины (обычно около 15°), то данные со спутника не учитываются
- состояние атмосферы
- электромагнитный шум на используемых частотах
- качество приёмного блока

Для количественной характеристики снижения точности вводят величину ρDOP (Position Dilution of Precision, снижение точности по местоположению). Считается, что хорошие результаты получаются при значении $\rho\text{DOP} < 7$.

Существуют 2 способа позиционирования

- автономный – при использовании этого способа координаты приемника определяются только относительно спутников
- дифференциальный (с дифференциальными поправками) – этот способ требует как минимум двух приёмников: один на точке с определяемыми координатами, другой на точке с известными координатами. По данным первого приёмника определяются приближённые координаты, по данным второго – поправки к координатам.

В ходе практики позиционирование производилось дифференциальным способом с количеством базовых станций от 2 до 3 в зависимости от конкретной точки.



Рис. 32. Студент, отгоняющий помехи от GPS-приёмника

Ход работы на GPS-станции был следующий:

1. Установка штатива и трегера, центрирование, горизонтирование.
2. Установка GPS-приёмника на трегер, причём так, чтобы его корпус был повернут на север.
3. Подключение к устройству аккумулятора.
4. Измерение с помощью специальной рулетки высоты прибора: от фазового центра до закреплённой точки. Эта высота записывается в специальный журнал.
5. Включение прибора и запуск сессии, выполняется путём нажатия единственной кнопки на приборе. О начале съёмочной сессии сигнализирует мигающий огонёк красного цвета. Время начала сессии заносится в журнал.
6. Примерно через 20 минут после запуска приёмник получает достаточно данных для автономного позиционирования, включается индикация (мигает жёлтый светодиод). Время окончания записывается в журнал.
7. Выключение приёмника, отсоединение его от аккумулятора, разбор всей установки.

Таблица 1. Координаты точек, полученные из спутниковых определений

Название точки	x	Y	Высота
roup	984726,959	304917,089	7,053
sosenki	984755,247	305178,214	1,378
no_named	984686,489	305297,357	1,455
krest	984977,873	304728,526	2,674
lukich	984795,413	305071,483	1,230

Отчёт уравнивания вынесен в приложение 1.

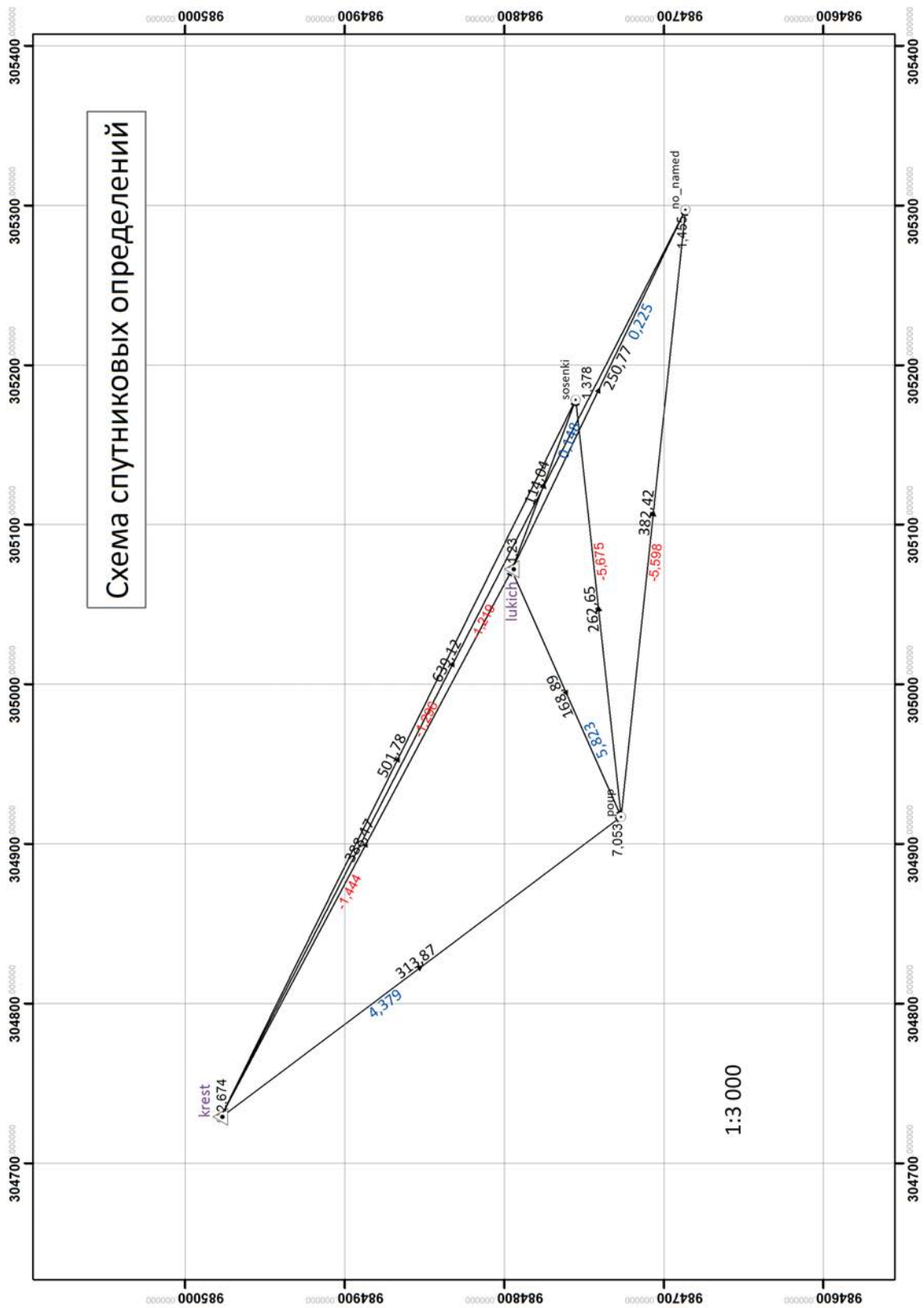


Рис. 33. Схема спутниковых определений.

3.4. Теодолитный ход

Теодолитный ход прокладывался при помощи тахеометра. Поскольку программное обеспечение тахеометра позволяет автоматически рассчитывать плановые и высотные координаты снимаемых точек по измеренному значению азимута, горизонтального проложения и вертикального угла, технологическая схема процесса выглядела следующим образом:

- Тахеометр устанавливается на n-ую точку хода, центрируется, горизонтируется, ориентируется относительно (n-1)-й точки хода, координаты которой также считаются известными. Таким образом прибор ориентируется в системе прямоугольных координат
- Снимается (n+1)-я точка хода. Поскольку система координат была задана, координаты (n+1)-й точки рассчитываются автоматически и таким образом становятся известными.
- Прибор переносится на точку (n+1), последовательность шагов повторяется.

Всего на проложение теодолитного хода потребовалось 2 выхода в поле, что соответствует одному рабочему дню.

Таблица 2. Плановые координаты и высоты точек теодолитного хода

Точка хода	Координаты		
	x	y	H
Krest	984977,873	304728,526	2,674
1	984896,133	304602,348	2,003
ogarok	984839,083	304613,879	4,287
doroga	984803,337	304698,654	7,565
pupyr	984726,752	304916,823	7,283
okolostolb	984719,952	304949,722	8,625
les1	984684,232	305028,019	8,180
les2	984664,063	305094,110	8,663
les3	984665,195	305165,664	6,176
les4	984673,132	305206,841	4,133
les5	984665,828	305237,574	3,261
les6	984666,138	305270,276	2,878
vspom	984674,618	305287,903	2,338
no_named	984685,921	305297,145	1,655
sosenki	984754,982	305178,149	1,637
lukich	984795,413	305071,483	1,230

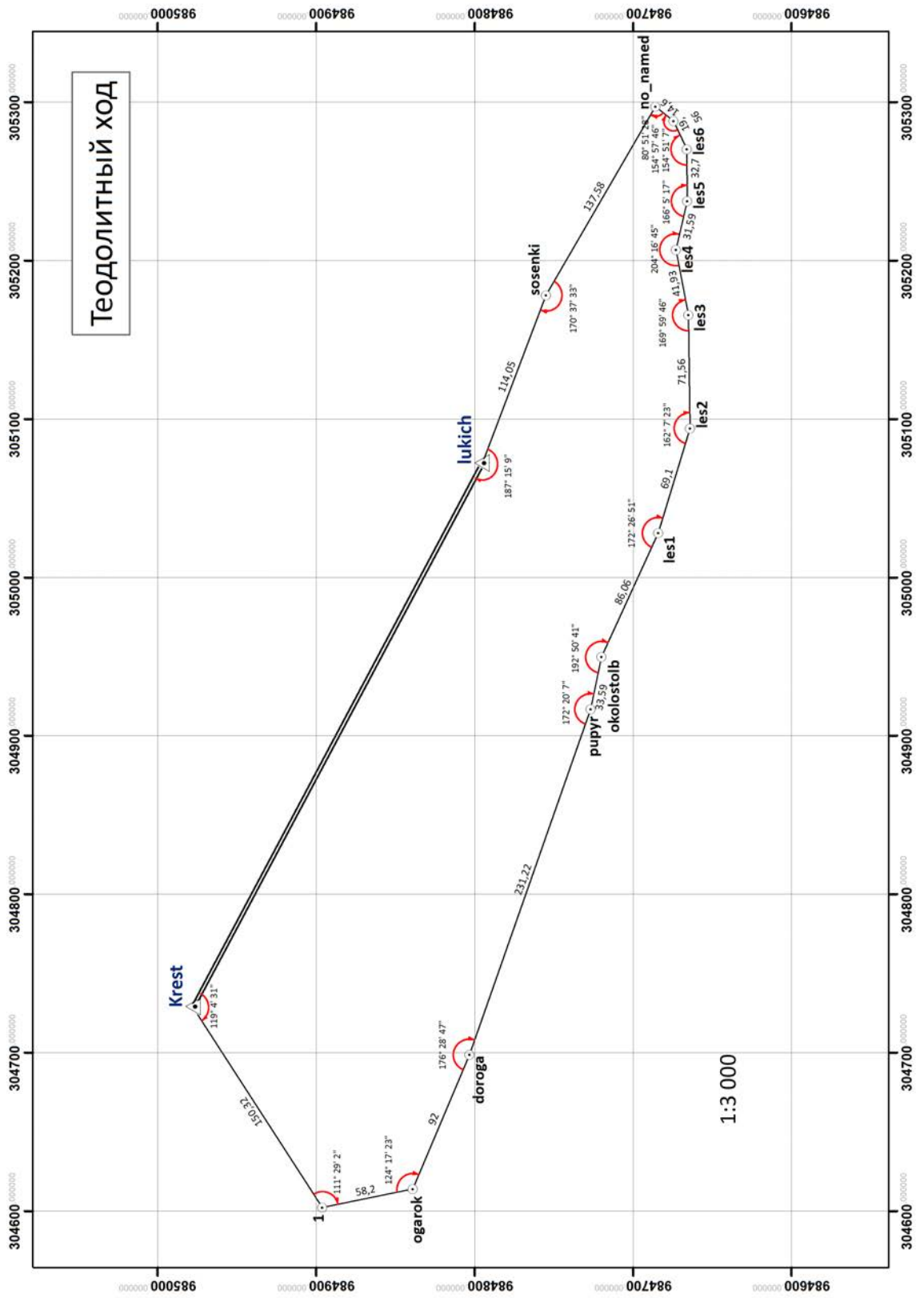


Рис. 34. Теодолитный ход

3.5. Нивелирный ход

Нивелирный ход прокладывался способом геометрического нивелирования, то есть непосредственным измерением превышений при помощи нивелира и реек. Бригада использовала нивелир Leica Sprinter 100M и специальные рейки к нему.

Для измерения превышений рейки устанавливаются вертикально на пикеты, нивелир – на станцию между ними. Для увеличения точности применялось нивелирование из середины (расстояния от прибора до каждой из реек различаются не более чем на два метра) – таким образом минимизируются погрешности, связанные с дрожанием приземного слоя атмосферы.

Снимаются отсчёты по рейкам; превышение равно простой разности отсчётов:

$$h = З - П$$

Здесь З – отсчёт по задней рейке, П – отсчёт по передней рейке, h – превышение переднего пикета относительно заднего.

На выполнение нивелирования было затрачено три дня (собственно ход занял один день, последующие два дня бригада измеряла превышения между отдельными станциями)

Измерены превышения между 29 пикетами, из которых 16 являются точками теодолитного хода, 13 – вспомогательные.

Таблица 3. Превышения между точками и высоты точек, полученные из нивелирного хода

Название точки	Превышение измеренное	Превышение вычисленное	Абсолютная высота	Абсолютная высота (исправленная)
Krest			2,674	2,674
1	-0,881	-0,881	1,793	1,793
ogarok	2,399	2,399	4,192	4,192
doroga	3,160	3,159	7,352	7,351
pupyr	-0,310	-0,310	7,042	7,041
okolostolb	1,369	1,369	8,411	8,410
les1	-0,276	-0,276	8,135	8,134
les2	0,487	0,487	8,622	8,621
les3	-2,490	-2,490	6,132	6,131
les4	-2,046	-2,046	4,086	4,085
les5	-0,861	-0,861	3,225	3,224
les6	-0,383	-0,384	2,842	2,840
vspom	-0,754	-0,754	2,088	2,086
no_named	-0,670	-0,670	1,418	1,416
sosenki	-0,026	-0,026	1,392	1,390
lukich	-0,160	-0,160	1,232	1,230
Невязка	0,002	0,000		

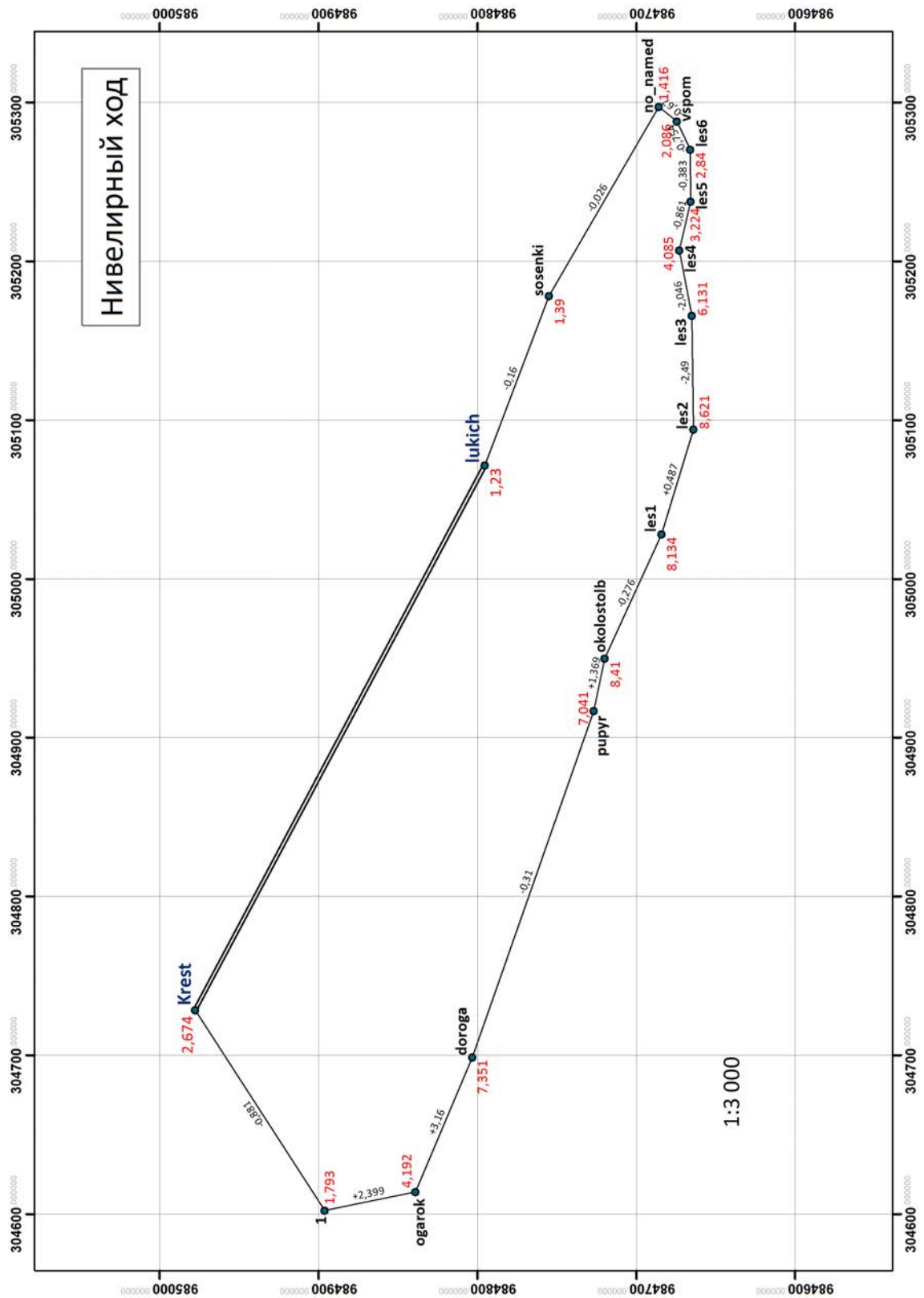


Рис. 35. Нивелирный ход

3.6. Сводная таблица координат

Таблица 4. Сводная таблица плановых и высотных координат точек, полученных с использованием ГНСС, из теодолитного и нивелирного ходов

Название точки	Плановые координаты				Высотные координаты		
	ГНСС		Теодолитный ход		ГНСС	Теодолитный ход	Нивелирный ход
	X	Y	X	Y			
Krest	984977,873	304728,526	984977,809	304728,548	2,674	2,674	2,674
1			984896,133	304602,348		2,003	1,793
ogarok			984839,083	304613,879		4,287	4,192
doroga			984803,337	304698,654		7,565	7,351
pupyr	884726,959	304917,089	984726,752	304916,823	7,053	7,283	7,041
okolostolb			984719,952	304949,722		8,625	8,410
les1			984684,232	305028,019		8,180	8,134
les2			984664,063	305094,110		8,663	8,621
les3			984665,195	305165,664		6,176	6,131
les4			984673,132	305206,841		4,133	4,085
les5			984665,828	305237,574		3,261	3,224
les6			984666,138	305270,276		2,878	2,840
vspom			984674,618	305287,903		2,338	2,086
no_named	984686,489	305297,357	984685,921	305297,145	1,455	1,655	1,416
sosenki	984755,247	305178,214	984754,982	305178,149	1,378	1,637	1,390
lukich	984795,413	305071,483	984795,397	305071,504	1,23	1,230	1,230

Из таблицы видно, что плановые координаты, полученные из данных GPS и из теодолитного хода, различаются на величины до 50 см. Следует признать, что проложенный теодолитный ход не обеспечил необходимой точности определения плановых координат, в силу неопытности исполнителей.

Высотные координаты наиболее точно получены из нивелирного хода. Точность данных, полученных с помощью ГНСС, ниже, что связано с неточным определением положения антенны относительно точки планово-высотного обоснования и некоторыми параметрами, связанными с системой отсчёта высот. Высотные координаты, полученные из теодолитного хода, были получены уже после его обработки и уравнивания.

Для проведения дальнейших работ использовались только координаты, полученные с помощью ГНСС, как наиболее достоверные.

ГЛАВА 4. ТАХЕОМЕТРИЧЕСКАЯ СЪЁМКА

4.1. Цель, задачи, методика

Топографическая съёмка в целом представляет собой совокупность мероприятий, выполняемых с целью получения информации для составления топографической карты (плана), на которых комплексно отражаются как природные, так и социально-экономические объекты. Наземная топографическая съёмка выполняется посредством измерения углов, расстояний и превышений при помощи теодолита со светодальномером (инварной проволокой) или специального прибора – тахеометра (в переводе с греческого «быстрое измерение»). Быстрота достигается тем, что положение точки в плане и по высоте определяют при одном наведении трубы на рейку (при этом расстояния рассчитываются по нитяному дальномеру) или вешку с отражателем (расстояния рассчитываются по встроенному светодальномеру). В отличие от других типов топографической съёмки, тахеометрическая съёмка может проводиться при широком спектре погодных условий, она более эффективна на сильно пересечённой, залесённой местности. Масштаб, в которой ведётся съёмка, выбирается исходя из точности и подробности отрисовки ситуации и рельефа. Для топографических планов предусмотрены следующие масштабы: 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500.

При проведении в съёмки сначала проводят рекогносцировку, выбирают места для расстановки пикетов. Затем прибор устанавливают над опорной точкой (точкой съёмочного обоснования, координаты которой известны), приводят его в рабочее положение, т. е. центрируют, горизонтируют, измеряют его высоту. Потом наводят зрительную трубу на вешку (или рейку, если съёмка выполняется теодолитом), настраивают фокусировку и производят измерения горизонтальных, вертикальных углов и расстояния до объекта. По этим величинам вычисляют плановые координаты точек пикетов и их высоты.

Положение съёмочных пикетов выбирают таким образом, чтобы по ним с минимальным числом пикетов можно было достоверно изобразить на плане ситуацию и рельеф местности. Их берут на всех характерных точках и линиях рельефа: бровках и тыловых швов холмов, водоразделах, террасах и др. Чем крупнее масштаб съёмки, тем больше число съёмочных пикетов и тем меньше расстояние между пикетами и от станции до пикетов.

4.2. Рекогносцировка

Съёмочный участок бригады компактно расположен приблизительно в 200 м к востоку от геодезического пункта Лукич, вокруг временного пункта, получившего название Безымянная. Участок имеет форму трапеции, ориентированной меньшим

основанием на юг. Приблизительная длина участка порядка 150 м, ширина около 100 м.

Ситуация на участке не слишком разнообразна: на литорали много крупных отдельных валунов, нередко скопления камней, изредка встречаются литоральные лужи. Морская терраса (сухопутная часть территории) покрыта низкотравным приморским лугом, который по мере удаления от береговой линии сменяется смешанным сосново-мелколиственным лесом. Через лес и луг на территории участка проходят тропы, других объектов социально-экономической группы нет. Ещё на сухопутной части встретилось несколько крупных валунов, один отдельно стоящий куст и один штормовой выброс (бревно).

Для группировки и отбора объектов ситуации, которые необходимо снимать, использовался топографический классификатор Военно-топографического управления. Его применение всеми бригадами позволило обеспечить сравнимость карт и лёгкость их обработки в автоматизированном режиме. В классификаторе выделены следующие основные разделы: геодезические пункты, рельеф, гидрография, грунты, растительность, границы, дороги, населённые пункты, социально-культурные учреждения. В каждом из них присутствует более дробное деление, например среди объектов гидрографии можно выделить береговую линию, водотоки, полосу осушки и т.д.

Вся литораль и большая часть луга на побережье возможно было снять с пункта Безымянная; для уточнения границы леса, а также рельефа и ситуации за ней (в лесу) потребовалось сделать две выносные точки – одну на западе участка примерно в 50 метрах от Безымянной и одну в 20 метрах на востоке. Этим трём пунктам оказалось достаточно для съёмки нужной подробности.

На западе участок перекрывается с участком съёмки бригады «Соболь», ширина полосы перекрытия составляет от 5 м в лесу до 25 м на литорали.

4.3. Съёмка

Съёмка производилась 14 и 19 июня.

На проведение съёмки потребовалось 3 выхода в поле (1,5 дня). Сначала были сняты все пикеты с пункта Безымянная, затем – с двух вспомогательных точек (рис.10).

Отснято 902 съёмочных пикета, из них 459 пикетов для отражения ситуации.

Распределение съёмочных пикетов по объектам ситуационной нагрузки:

- Граница луговой растительности – 72 пикета
- Граница лесной растительности – 31 пикет
- Граница валунного пояса на литорали – 44 пикета
- Граница между песчаным и песчано-галечным пляжем – 19 пикетов
- Граница между песчано-галечным и щебенистым пляжем – 17 пикетов

- Граница между щебенистым пляжем и «бенчем» – 43 пикета
- Урез воды (по уровню отлива) – 53 пикета
- Литоральные лужи – 15 пикетов
- Одиночные валуны за пределами валунного пояса – 72 пикета
- Скопления валунов за пределами валунного пояса – 23 пикета
- Участки, поросшие луговой растительностью, затапливаемые во время прилива – 31 пикет
- Лесные тропы – 39 пикетов
- Одиночные кусты – 1 пикет
- Штормовые забросы – 1 пикет



Рис. 36. Тахеометрическая съемка с выносной точки

4.4. Разработка структуры базы данных

В настоящее время большее число карт создаётся в геоинформационных системах. Информация в них организуется в базы данных, с разработки логической структуры которых и начинается создание карты. Проект логической структуры базы данных устанавливает состав реляционных таблиц, их структуру и логические связи между таблицами. При формировании структуры каждой таблицы определяется совокупность атрибутов полей (столбцов), для каждого из которых даются описания типа, размер данных и других свойств. Кроме того, должен быть указан уникальный ключ таблицы, который может состоять из одного или нескольких атрибутов полей.

В нашем случае разработка логической структуры базы данных производилась в программном пакете ArcGIS 10. Чтобы начать работу в приложении ArcMap в окне Catalog создается база данных (New File Geodatabase) (рис. 37).

Далее создаются тематические группы, каждая из которых объединяет несколько слоёв, определяющих вполне конкретные объекты по типу геометрии. В тематической группе это слои геодезических объектов (gdc), рельефа (rlf), гидрографии (gdr), гидротехнических сооружений (gdt), растительности (veg), грунтов (gnd), дорог (rds), населённых пунктов (pop), границ (adm), промышленных и социально-экономических объектов (eco); в группе по типу геометрии: точки (pnt), линии (lin), полигоны (pol). Таким образом, каждая группа слоёв характеризует какую-то сторону объекта, например, линейные дороги rdslin.

После этого исходным точкам присваивались значения атрибута «Type» с целью классификации точек и последующего разделения объектов (рис. 38), которыми они соответствуют, по слоям (оцифровка).

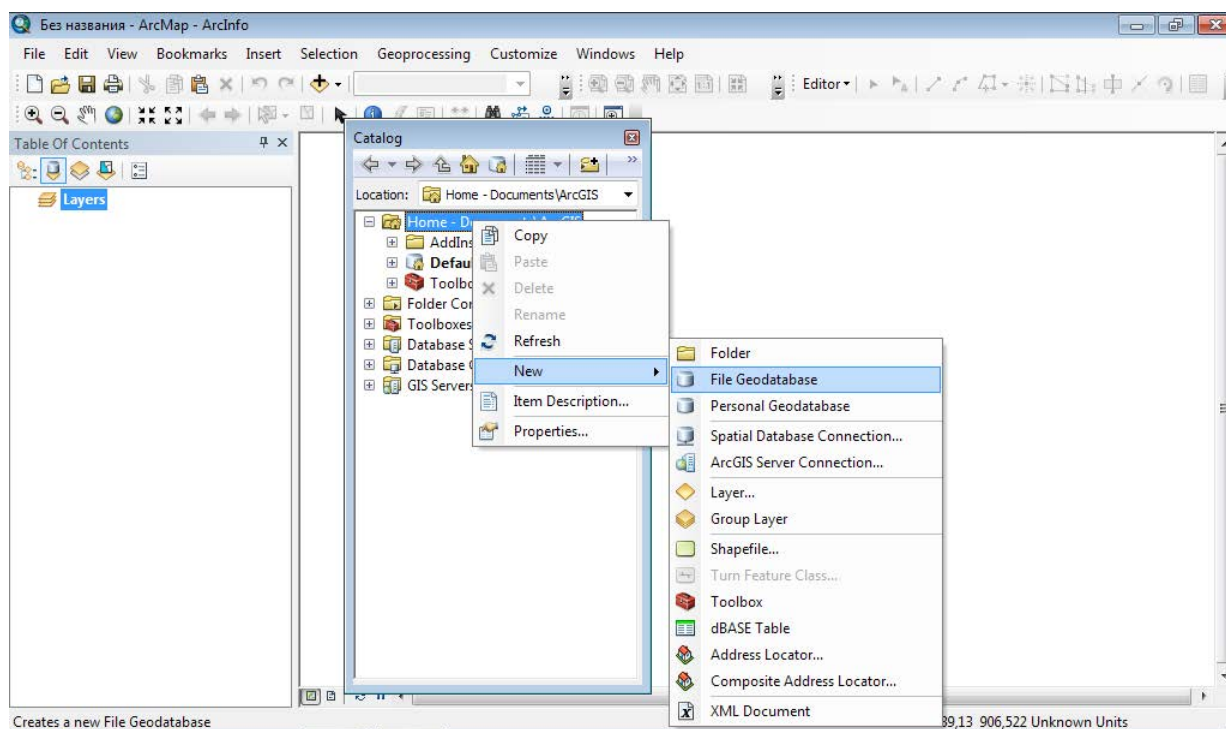


Рис. 37. Создание базы данных

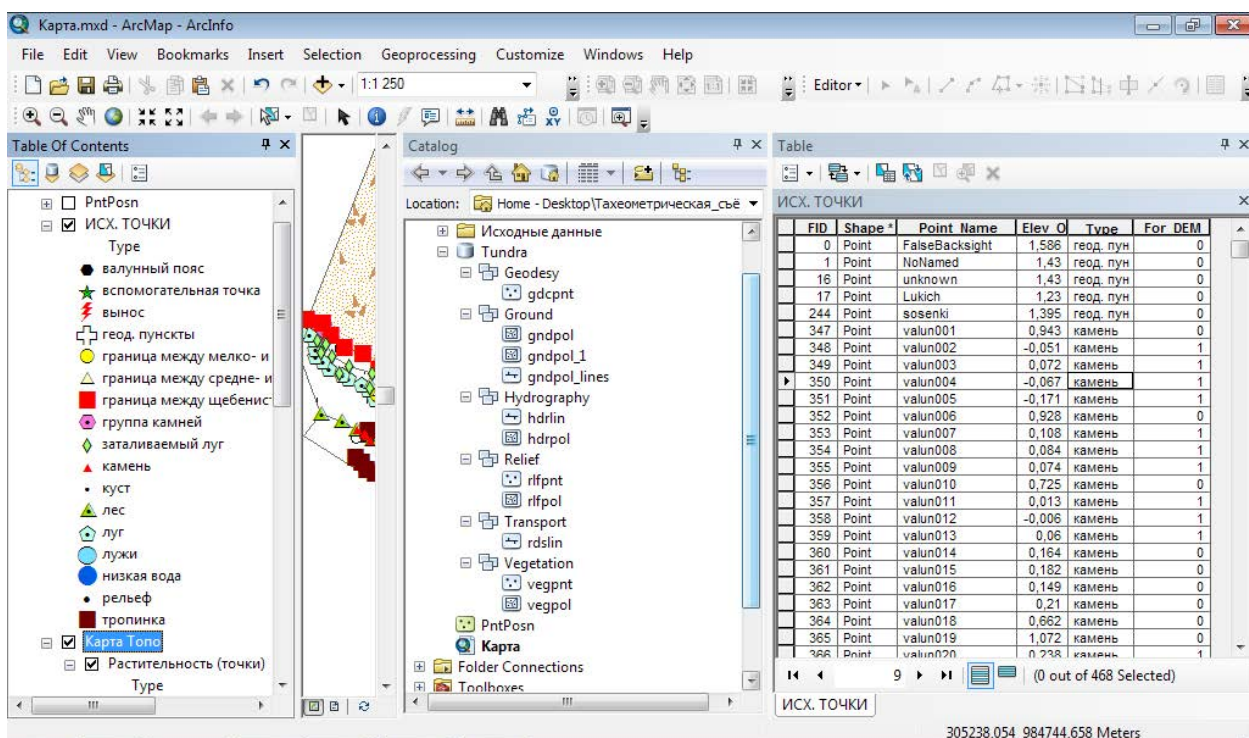


Рис. 38. Создание логической структуры базы данных и заполнение столбцов атрибутов

4.5. Построение цифровой модели рельефа

Одним из этапов построения карты являлось создание цифровой модели рельефа. ЦМР — это форма цифрового представления данных о рельефе. На ее основе далее автоматизированным методом создавались горизонталы для карты. В соответствии с масштабом создаваемой карты и пологостью рельефа осушки, масштаб сечения рельефа для модели был взят 0,2 м. Так как не все снятые точки отражали рельеф территории (например, точки на вершинах отдельно лежащих валунов), то для использования в построении они были дополнительно отсортированы. Интерполяция высот была сделана двумя способами: крикинга и автоматической триангуляции. Для триангуляции далее была проведена ручная коррекция некоторых ребер треугольников, для более правдоподобного отражения форм рельефа и проведения горизонталей. Доработка модели проводилась по мелким формам рельефа с малым количеством пикетов, неоднозначно воспринимаемым программой. Конечный результат триангуляции лучше отражает реальный рельеф территории, передавая особенности отдельных участков и суши, и осушки, чем интерполяция по методу крикинга. На его основе были построены горизонталы и сделана отмывка.

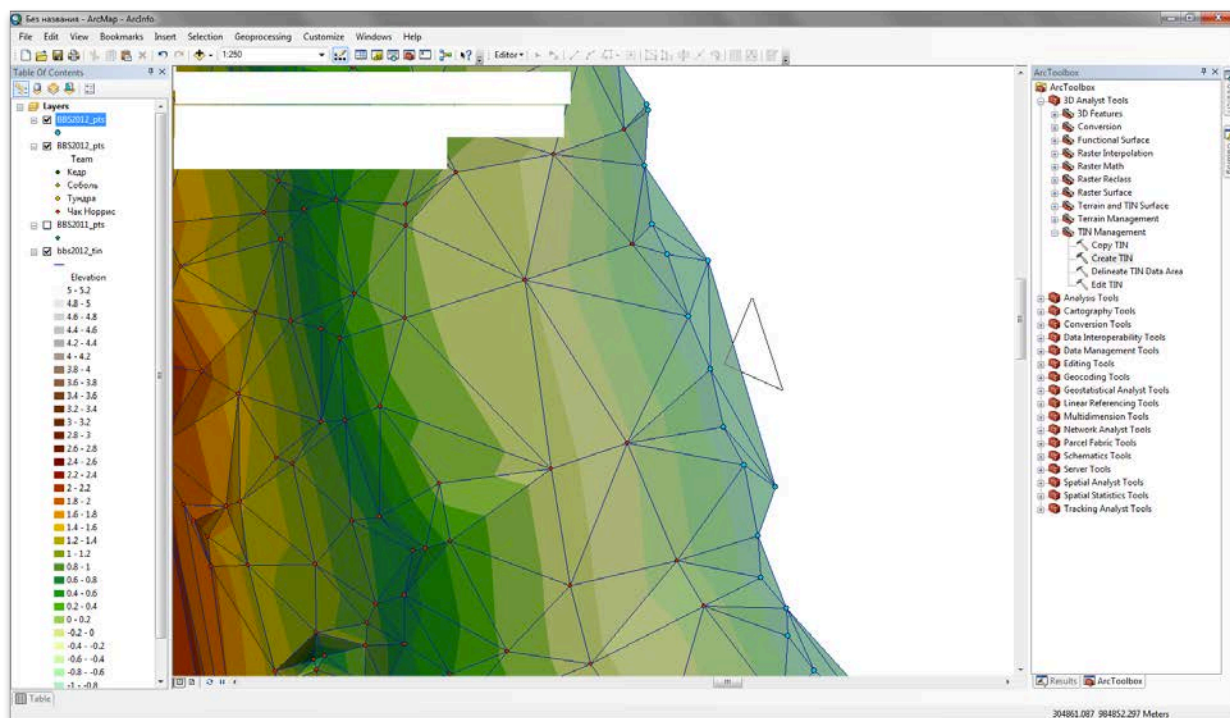


Рис. 39. Цифровая модель рельефа с сеткой триангуляции и горизонталями с послышной окраской.

4.6. Составление карты

Составление карты начинается с подгрузки исходных точек. Для этого нужно в меню File выбрать Add Data (рис. 40).

В появившемся окне нужно выбрать shp-файл, в котором хранятся исходные данные для составления карты. Для того, чтобы было удобнее отрисовывать карту, группам точек присваивается значок, характерный только для этой группы (рис.41).

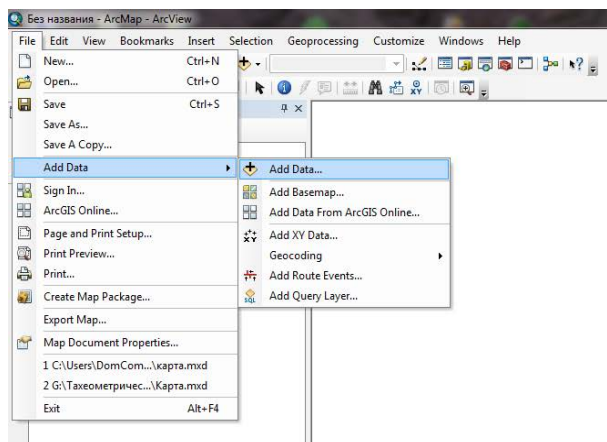


Рис. 40. Подгрузка исходных данных

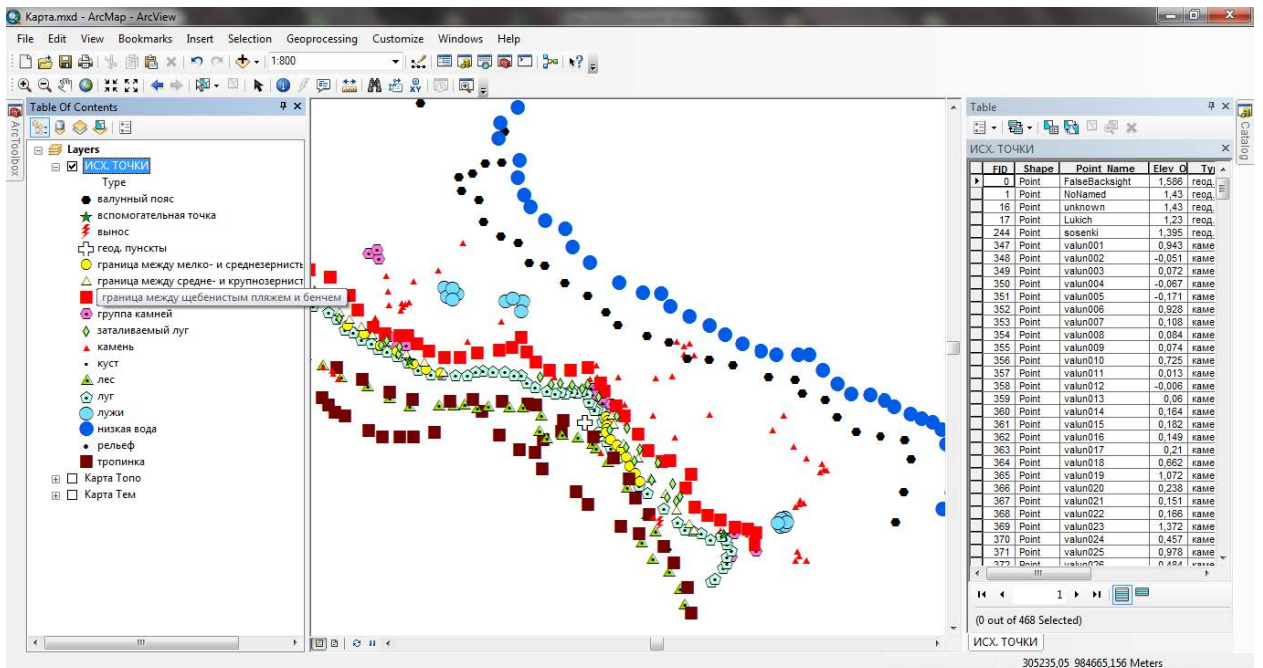


Рис. 41. Присваивание значков точкам.

Далее производится отрисовка контуров и линий в заранее подготовленных слоях. Чтобы ее начать, нужно щёлкнуть по слою правой кнопкой и в появившемся меню выбрать Edit Features – Organize Feature Templates. В появившемся окне нажать New Template. В окне New Template Wizard выбрать необходимое, справа в окне Create Features появятся выбранные шаблоны редактирования. После чего производится оцифровка контуров по точкам, при этом необходимо соблюдать смежность границ полигонов. В результате получаем тематическую карту (рис. 42).

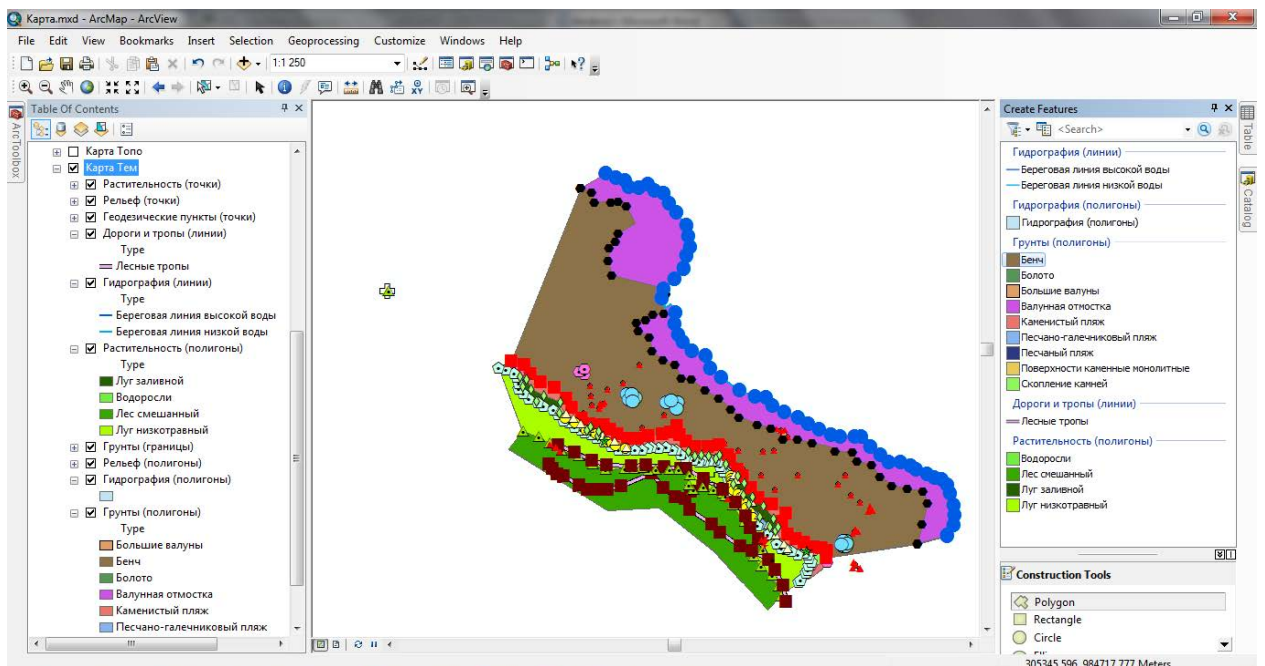


Рис. 42. Оцифровка полигонов.

В итоговом варианте нужно получить топографическую карту. Для этого в графическом редакторе (Corel Draw, Adobe Illustrator и др.) рисуются условные знаки в соответствии с ГОСТом. Нарисованные знаки импортируются в ArcGIS (рис.43)

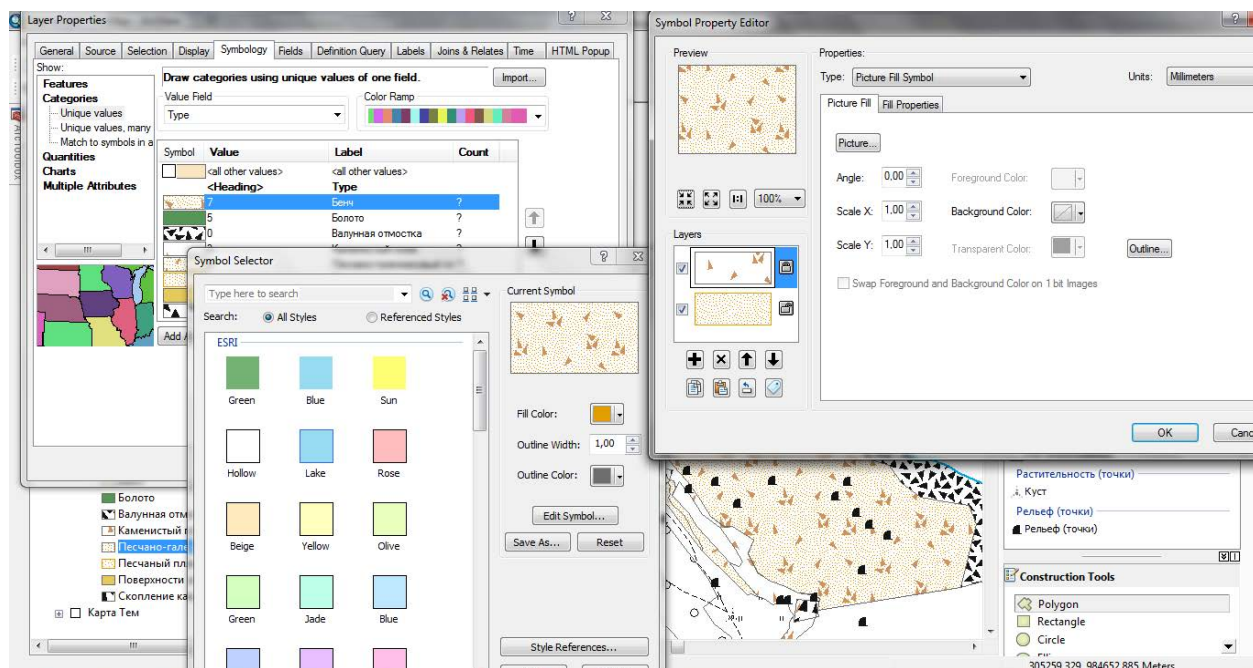


Рис. 43. Импорт значков в ArcGIS, создание штриховок.

4.7. Топографический план по результатам тахеометрической съёмки.

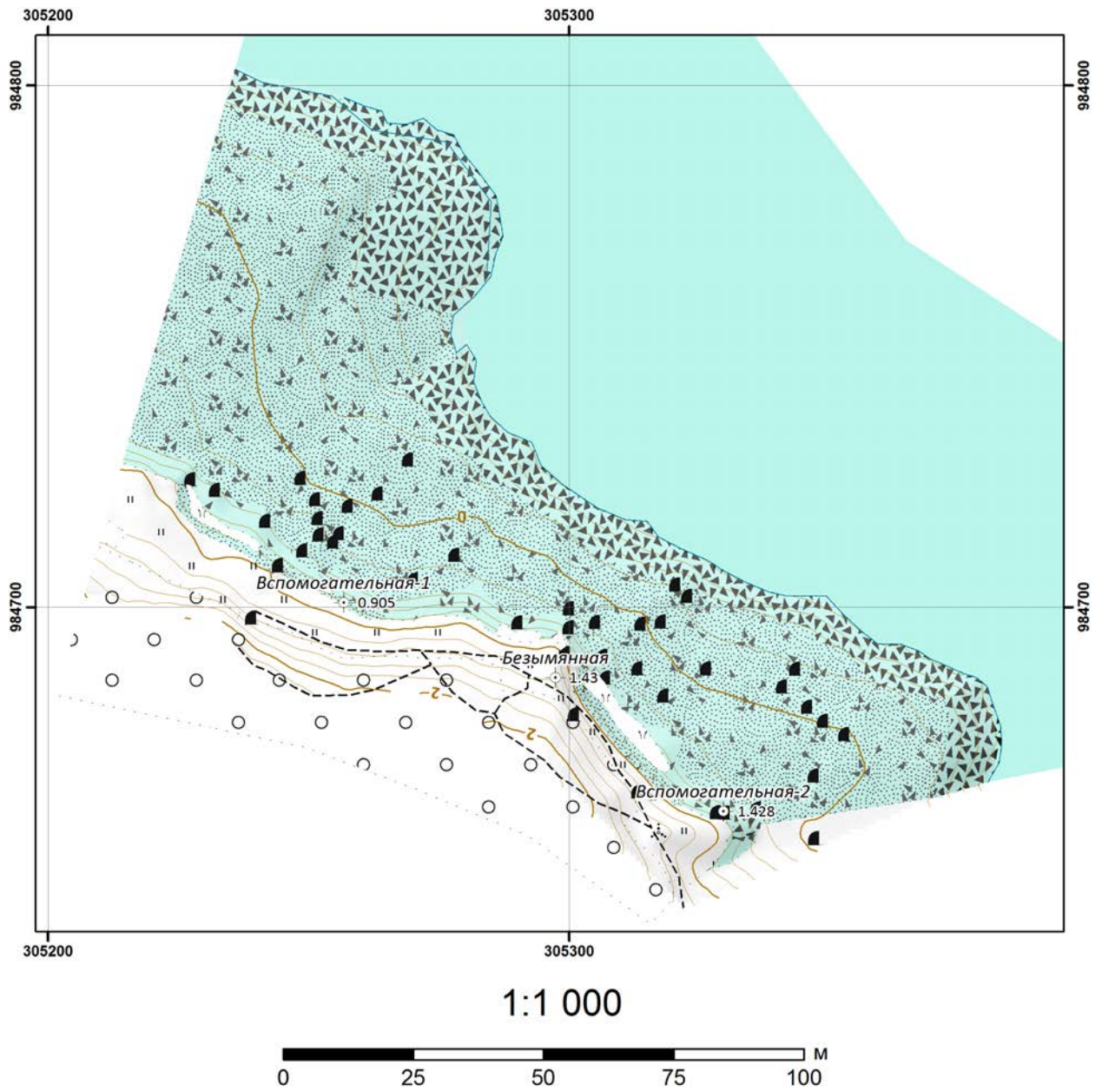


Рис. 44. Топографический план по результатам тахеометрической съёмки

ГЛАВА 5. ПРОФИЛЬ ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКОГО НИВЕЛИРОВАНИЯ

5.1. Цели, задачи, методика

Целью данной работы было построение поперечного высотного профиля через полуостров Киндо для последующей работы специалистов-геоморфологов.

Задача: построение профиля примерно по заданному маршруту способом тригонометрического нивелирования.

Для выполнения тригонометрического нивелирования использовался тахеометр Trimble 5600. Суть такого способа нивелирования состоит в том, что превышение рассчитывается из измеренного вертикального угла (см. рис. 45). Измеряется расстояние от прибора до рейки (L) и вертикальный угол (A_v), а также высота вешки и прибора. Зная эти величины, несложно рассчитать превышение (h). В программном обеспечении тахеометра этот расчёт производится автоматически.

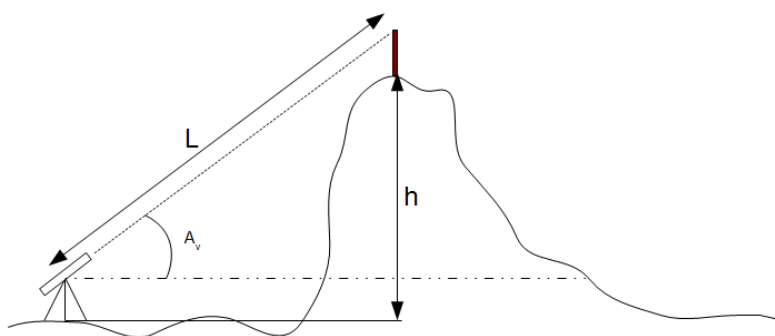


Рис. 45. Тригонометрическое нивелирование

В настоящую геологическую эпоху полуостров Киндо гляциоизостатически поднимается. Формы рельефа, бывшие ранее морскими террасами, сейчас находятся на высоте десятков метров над уровнем моря. Серия поперечных профилей, построенных разными бригадами, должна помочь уточнить количество, форму и расположение древних морских террас.

5.2. Рекогносцировка

Рекогносцировочные работы были проведены 14 июня в первой половине дня.

Линия профиля проходит через полуостров Киндо в направлении с севера на юг примерно в 350 метрах к западу от базы. Точное положение линии не было оговорено заранее, предполагалось идти по азимуту, при необходимости сворачивая в сторону приблизительно на 15-20 м.

Рельеф участка вдоль всей линии профиля можно условно разделить на два типа: ступенчатый рельеф древних морских террас (на севере и на юге) и рельеф «китовых спин» - вытянутые с запада на восток поднятия, чередующиеся

понижениями (в средней части полуострова). Уступы древних морских террас подверглись денудации и сейчас имеют сравнительно небольшую крутизну (настолько небольшую, что линии тыловых швов и бровок уступов, как правило, нечёткие). Склоны поднятий, напротив, крутые (встречались даже отвесные), что должно было несколько затруднить работы на местности.

Растительность вдоль линии профиля преимущественно лесная. Кроме того, в средней части профиля и на склонах северной экспозиции встречались также, участки заросшие ягелем. В понижениях между китовыми спинами, а также на субгоризонтальных поверхностях древних морских террас – верховые болота с мохово-сфагновым покровом.

Помимо сказанного, линия профиля ортогонально пересекает дорогу, идущую от ББС на Пояконду, и располагающуюся параллельно дороге линию электропередачи. Средняя, наиболее возвышенная часть профиля проходит рядом с культовым объектом, имеющим название «Радикулит». В непосредственной близости от этого объекта с целью промежуточной проверки результатов нивелирования был заложен временный геодезический пункт с одноимённым названием.

Заранее определить и зафиксировать точки профиля не удалось, поскольку, во-первых, время на рекогносцировку было ограничено, во-вторых, не было возможно правильно оценить условия видимости без прибора. Были только определены места, расположение точек в которых представлялось предпочтительным – просветы в лесу, окраины верховых болот (видимость в направлении профиля наибольшая). Закрепление точек производилось уже во время съёмки, обычно с помощью маркера наносились специальные метки на скальные поверхности или крупные валуны. Где ни того, ни другого не имелось, использовались деревянные колышки. В лесу точки профиля иногда устанавливались на пнях, и поскольку средний пень имеет высоту около полуметра, такие точки впоследствии планировалось не учитывать при построении профиля.

5.3. Съёмка

Измерения проводились точно так же, как и при проложении теодолитного хода: прибор устанавливался на точку, затем производилась съёмка следующей точки, после этого прибор переносился на вновь отснятую точку и ориентировался относительно предыдущей. Дополнительно, если было необходимо, снимались пикеты, соответствующие характерным формам рельефа: бровки и тыловые швы склонов, крупные повышения и понижения. На проведение съёмки затрачено 7 съёмочных дней, при общей длине профиля порядка 2 км это соответствует 300 м в день. В процессе съёмки неоднократно приходилось делать перерывы, связанные с погодными условиями (дождь) и с неисправностями приборов.

5.4. Обработка данных

Дальнейшая работа с данными проходила в соответствии со следующим планом.

- экспорт полевых данных в компьютер, организация их в виде shape-файла
- загрузка shape-файла в программный комплекс ArcGIS 10
- построение в ArcGIS линии профиля.
- интерполяция значений высот при помощи диаграммы Вороного
- обрезка полученной интерполяции: оставлены только те участки, которые находятся не далее 5 м от линии профиля
- построение высотного профиля по результатам интерполяции
- оформление результата работы

Результат тригонометрического нивелирования – профиль – представлен на рис. 18.

Всего отснято 247 пикетов (см. приложение 2)

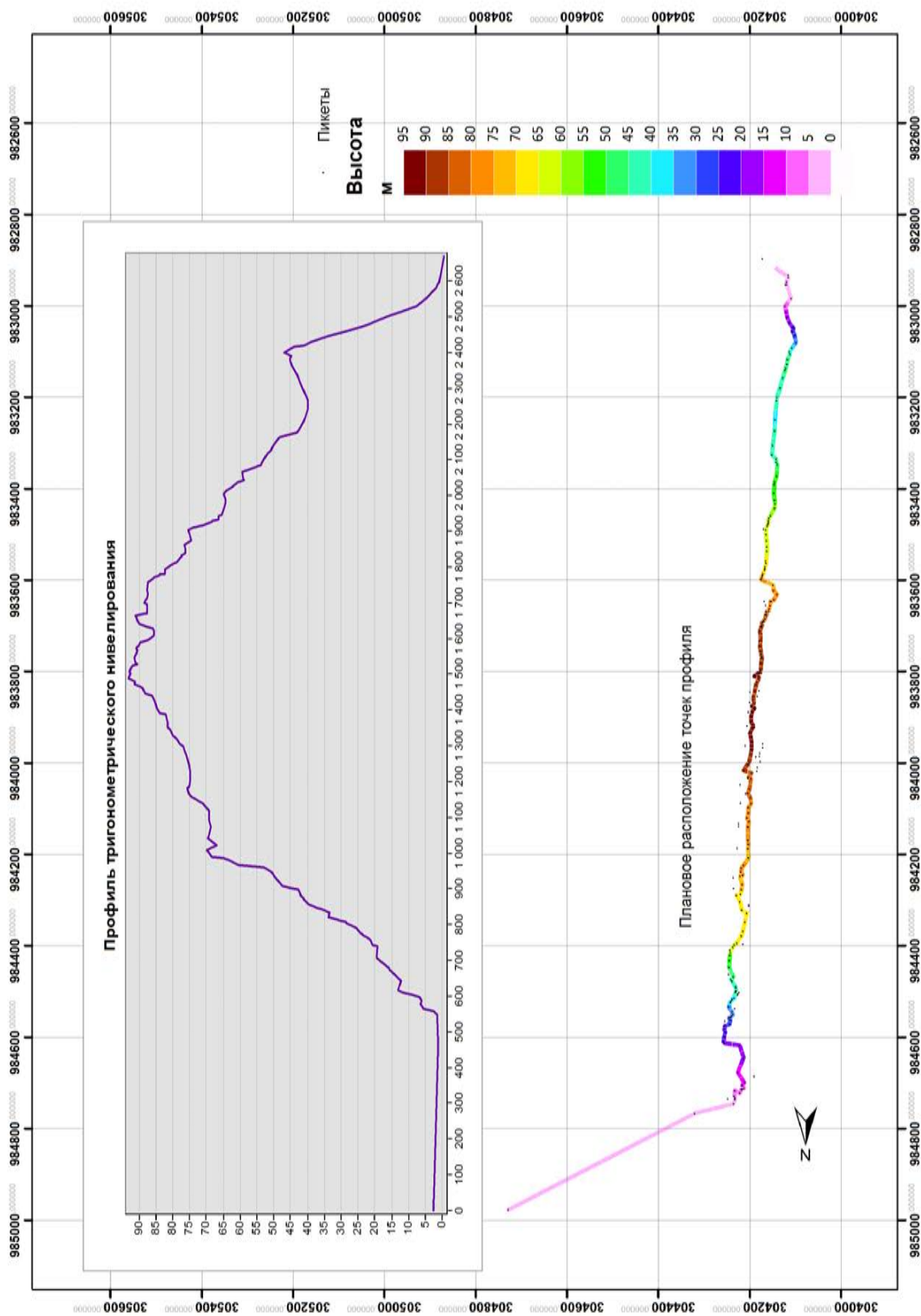


Рис. 46. Профиль тригонометрического нивелирования и примерное плановое расположение пикетов.

ГЛАВА 6. РАБОТА С ПОЛЕВЫМ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫМ КОМПЛЕКСОМ «ПЛАНШЕТ-GPS»

В настоящее время всё более широкое распространение получают различные мобильные комплексы для сбора и обработки пространственной информации. Поэтому одной из задач практики было научиться работать с полевым программно-аппаратным комплексом «планшет-GPS». Были поставлены следующие задачи: отметить на привязанном снимке в полевой ГИС ArcPad (предварительно установленной на планшет) 10 линий, 10 точек и 10 полигонов, координаты которых определяются при помощи внешнего GPS-приёмника. Для этого в ArcPad были созданы соответствующие слои, в которые сохранялись переданные по Bluetooth данные о местоположении точек, относящихся к снимаемым объектам. Приёмник всегда передаёт данные, относящиеся к точке, отрисовка линий и полигонов производится пользователем планшета.

Процесс съёмки выглядит следующим образом:

- выбирается объект, который предполагается снять. До того, как начать съёмку, необходимо указать (в планшете) геометрию объекта – точка, линия или полигон.
- расположить GPS-приёмник на точке;
- получить пространственные данные с приёмника. Поскольку приёмник в процессе съёмки соединён с планшетом при помощи технологии Bluetooth, получение данных осуществляется нажатием кнопки в окне ArcPad
- Если объект – точечный, то после получения данных открывается диалоговое окно, где предлагается сопоставить объекту некоторые атрибуты (например, имя). После выполнения нужных действий, объект сохраняется в базе нажатием кнопки ОК в диалоговом окне
- Если объект – линейный или площадной, то производится съёмка следующей точки. Когда все точки отсняты, нажатием специальной кнопки в окне ArcPad пользователь указывает, что съёмка завершена. Открывается диалоговое окно, позволяющее присвоить снятому объекту некоторые свойства. После сохранения объекта в базе (кнопка ОК) можно переходить к съёмке следующего объекта.

В итоге получен схематический план участка базы. Отснять по 10 объектов каждого типа не удалось из-за возникших технических проблем.

Навыки работы с данным полевым программно-аппаратным комплексе пригодятся для полевого дешифрирования на 2-й части практики студентов 2-го курса.

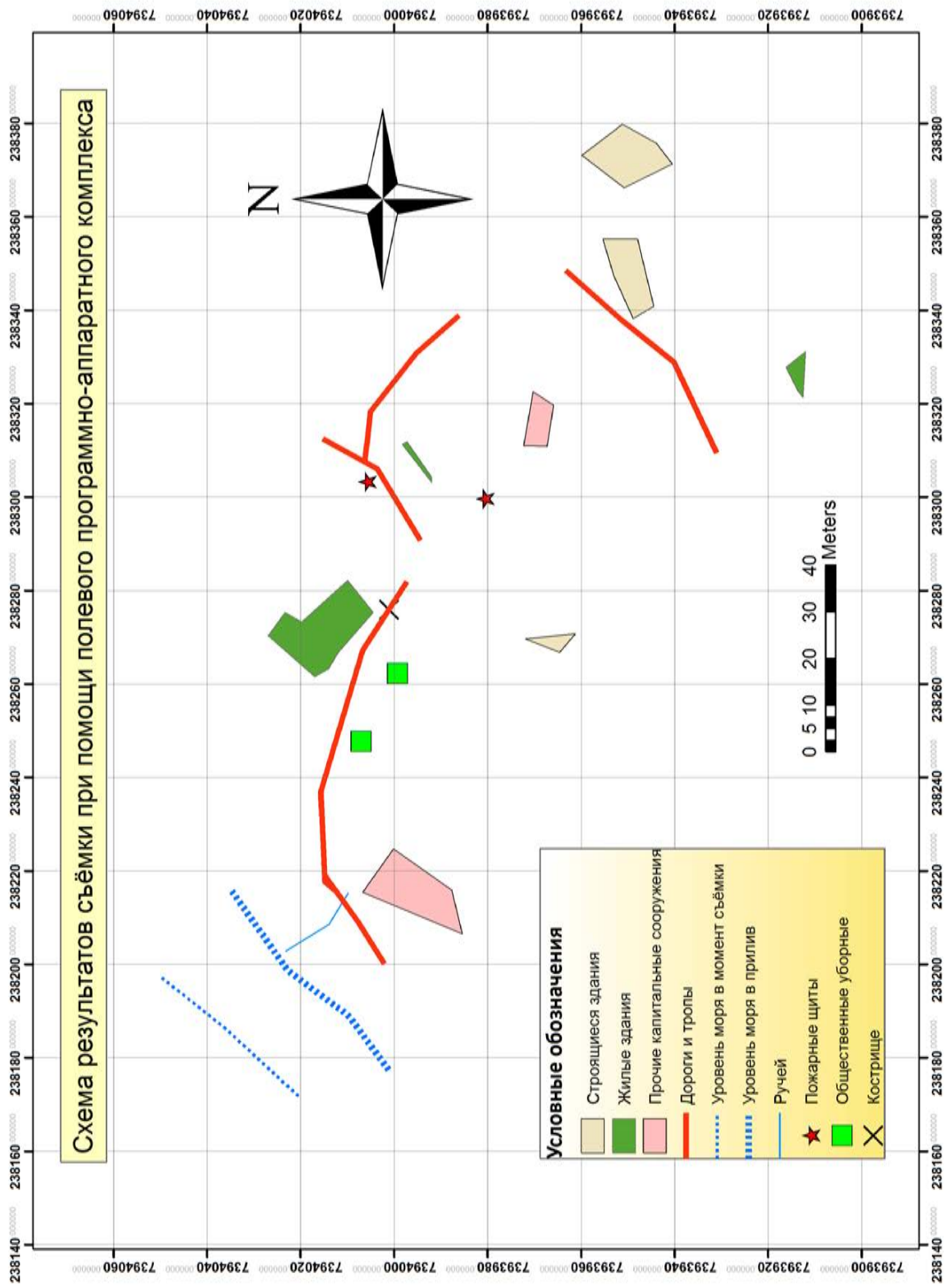


Рис. 47. Схема результатов съёмки

ГЛАВА 7. КУЛЬТУРНАЯ ПРОГРАММА

В ходе практики для студентов были прочитаны две познавательные лекции.

Первая была посвящена Беломорской биологической станции. В ней действующий директор ББС Александр Борисович Цетлин рассказывал о создании станции, энтузиазме её строителей и первых обитателей, непростой истории, её руководителях, с каждым из которых была связана целая эпоха, нынешнем состоянии станции и перспективах её развития, месте среди других биостанций.

Вторая лекция была прочитана Анатолием Николаевичем Пантюлиным и приурочена к прошлогоднему 150-летию с рождения Фритьофа Нансена - выдающегося норвежского полярного исследователя, учёного-зоолога, океанографа. Нам рассказывали о его трудном и необычном жизненном пути, вкладе в самые различные сферы: науку, политику, общественную деятельность.

Кроме того 15 июня была организована экскурсия в одну из старейших деревень СЗ России – Чёрную речку. Она расположена в устье одноимённой реки на ЮЗ полуострова Киндо. Связь с ней осуществляется только по морю, поэтому добирались мы туда на катерах через пролив Великая Салма, мыс Киндо и далее на запад по Кислой губе. Дорога заняла около 30 мин. Небольшие трудности у нас возникли при высадке на берег, но зато мы научились новому делу – переноске людей.

Наш гид Михаил Сафонов рассказал нам много интересного о здешних краях: начиная от природных особенностей (объяснения явлений приливов и отливов, мелководности эстуария) до особенностей землепользования и стоимости здешних земель в современных рыночных условиях. В целом, экскурсия носила этнографический характер. Нам рассказывали о народах, населявших эти земли в разные времена (карелах, викингах, поморах, русских), их культуре, показали церковь, сделанную лучшими архангельскими мастерами без единого гвоздя (рис. 48).



Рис. 48. Церковь в деревне Чёрная речка

В целом, было познавательно посетить место с интересной историей развития, особым укладом жизни и душевной атмосферой.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Учебная геодезическая практика пройдена в период с 4 по 23 июня на территории Беломорской биологической станции. Были выполнены следующие задачи:

- построение планово-высотного обоснования,
- съёмка литорали, составление карты участка литорали
- тригонометрическое нивелирование, построение профиля тригонометрического нивелирования

Получены навыки работы с электронным тахеометром Trimble 5600, цифровым нивелиром Leica Sprinter 100M, GPS-приёмником Trimble 4600LS Surveyor, программно-аппаратным комплексом планшет - GPS. Данные навыки помогут нам в будущем при выполнении различных картографических работ, в связи с чем хотим поблагодарить уважаемых преподавателей: Аляудинова Али Раисовича, Тарнопольского Дмитрия Владимировича, Самсонова Тимофея Евгеньевича, Кошеля Сергея Михайловича. Кроме того благодарим всех сотрудников биостанции за оказанное гостеприимство и обеспечение комфортного проживания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Чернышев А. В. Геодезия с основами космоаэросъёмки// Географический факультет МГУ, 2006.

Сератинас Б. Б. Геодезические основы карт //Московский государственный университет, 2001.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Отчёт уравнивания спутниковых определений координат

Project information

Name: D:\MSU\practice2012\GPS\Tundra\20120611_tundra.vce

Size: 174 KB

Modified: 11.06.2012 17:41:58

Reference number:

Description:

Coordinate System

Name: Default

Datum: WGS 1984

Zone: Default

Geoid: EGM96 (Global)

Vertical datum:

Network Adjustment Report

Adjustment Settings

Set-Up Errors

GNSS

Error in Height of Antenna: 0.000 m

Centering Error: 0.000 m

Covariance Display

Horizontal:

Propagated Linear Error [E]: U.S.

Constant Term [C]: 0.000 m

Scale on Linear Error [S]: 1.960

Three-Dimensional

Propagated Linear Error [E]: U.S.

Constant Term [C]: 0.000 m

Scale on Linear Error [S]: 1.960

Adjustment Statistics

Number of Iterations for Successful Adjustment: 2

Network Reference Factor: 2.36

Chi Square Test (95%): Failed

Precision Confidence Level: 95%

Degrees of Freedom: 7

Post Processed Vector Statistics

Reference Factor: 2.36

Redundancy Number: 7.00

A Priori Scalar: 1.00

Adjusted Grid Coordinates (Meter)	Point ID Easting Error	Easting
--------------------------------------	---------------------------	---------

(Meter)	Northing					
(Meter)	Northing Error					
(Meter)	Elevation					
(Meter)	Elevation Error					
(Meter)	Fixed					
Kedr	305297.357	0.009	984686.489	0.012	1.455	0.015
Krest	304728.526	?	984977.873	?	2.674	? NEE
Lukich	305071.483	?	984795.413	?	1.230	? NEE
Pupyr	304917.087	0.006	984726.959	0.008	7.053	0.013
Sosenki	305178.212	0.006	984755.244	0.009	1.378	0.015

Adjusted Geodetic Coordinates				Point ID	Latitude	Longitude	Height
(Meter)	Height Error						
(Meter)	Fixed						
Kedr	N66°33'08.24216"	E33°06'47.63483"	18.468	0.015			
Krest	N66°33'17.65066"	E33°06'01.53487"	19.682	?	NEE		
Lukich	N66°33'11.75971"	E33°06'29.33034"	18.241	?	NEE		
Pupyr	N66°33'09.55031"	E33°06'16.81673"	24.064	0.013			
Sosenki	N66°33'10.46245"	E33°06'37.97979"	18.390	0.015			

Error Ellipse Components			Point ID	Semi-major axis	
(Meter)	Semi-minor axis				
(Meter)	Azimuth				
Kedr	0.016	0.011	164°		
Pupyr	0.010	0.007	175°		
Sosenki	0.012	0.008	179°		

Adjusted GPS Observations

Transformation Parameters

Azimuth Rotation: -30.213 sec (95%) 3.890 sec

Scale Factor: 1.00000031 (95%) 0.00001823

Observation ID	Observation	A-posteriori Error	Residual	Standardized
----------------	-------------	--------------------	----------	--------------

Residual

Kedr --> Lukich (V2)	Az.	295°44'54"	6.576 sec	-3.679 sec	-1.422
	ΔHt.	-0.227 m	0.015 m	0.002 m	0.175
	Ellip Dist.	250.766 m	0.008 m	0.003 m	1.042

Kedr --> Krest (V1)	Az.	297°07'38"	2.497 sec	1.205 sec	1.304
	ΔHt.	1.214 m	0.015 m	-0.001 m	-0.106
	Ellip Dist.	639.119 m	0.007 m	-0.002 m	-0.837

Krest --> Pupyr (V7)	Az.	143°04'01"	4.025 sec	-1.719 sec	-1.251
	ΔHt.	4.382 m	0.013 m	0.008 m	1.191
	Ellip Dist.	313.868 m	0.008 m	-0.002 m	-0.632

Lukich --> Pupyr (V6)	Az.	246°05'16"	10.253 sec	-2.845 sec	-0.770
	ΔHt.	5.823 m	0.013 m	-0.008 m	-1.171
	Ellip Dist.	168.890 m	0.006 m	0.003 m	1.052

Sosenki --> Lukich (V8)	Az.	290°37'32"	14.405 sec	5.152 sec	1.026
	ΔHt.	-0.149 m	0.015 m	-0.002 m	-0.245
	Ellip Dist.	114.037 m	0.006 m	-0.002 m	-1.025

Sosenki --> Krest (V9)	Az.	296°20'24"	3.354 sec	-0.953 sec	-0.634
	ΔHt.	1.291 m	0.015 m	0.001 m	0.114
	Ellip Dist.	501.778 m	0.007 m	0.002 m	0.621

Covariance Terms	From Point	To Point	Components	A-posteriori Error	Horiz.
------------------	------------	----------	------------	--------------------	--------

Precision

(Ratio) 3D Precision

(Ratio)

Krest	Kedr	Az.	117°07'26"	3.545 sec	1 : 59632	1 : 59623
		ΔHt.	-1.214 m	0.015 m		
		ΔElev.	-1.219 m	0.015 m		
		Ellip Dist.	639.119 m	0.011 m		
Krest	Pupyr	Az.	143°04'31"	4.310 sec	1 : 42534	1 : 42840
		ΔHt.	4.382 m	0.013 m		
		ΔElev.	4.379 m	0.013 m		
		Ellip Dist.	313.868 m	0.007 m		
Krest	Sosenki	Az.	116°20'20"	3.645 sec	1 : 69693	1 : 69673
		ΔHt.	-1.291 m	0.015 m		
		ΔElev.	-1.296 m	0.015 m		
		Ellip Dist.	501.778 m	0.007 m		
Lukich	Kedr	Az.	115°45'07"	9.108 sec	1 : 23599	1 : 23601
		ΔHt.	0.227 m	0.015 m		
		ΔElev.	0.225 m	0.015 m		
		Ellip Dist.	250.766 m	0.011 m		
Lukich	Pupyr	Az.	246°05'46"	9.394 sec	1 : 27290	1 : 27677
		ΔHt.	5.823 m	0.013 m		
		ΔElev.	5.823 m	0.013 m		
		Ellip Dist.	168.891 m	0.006 m		
Lukich	Sosenki	Az.	110°37'55"	16.386 sec	1 : 16394	1 : 16395
		ΔHt.	0.149 m	0.015 m		
		ΔElev.	0.148 m	0.015 m		
		Ellip Dist.	114.037 m	0.007 m		

Date: 23.06.2012 12:25:25 Project: D:\MSU\practice2012\GPS\Tundra\20120611_tundra.vce
Trimble Business Center

Приложение 2. Съёмочные пикеты тригонометрического нивелирования

Название точки	x	y	H	Примечание
krest	984977,873	304728,526	2,674	не на профиле
lukich	984795,413	305071,483	1,230	не на профиле
pr1	984766,920	304320,303	1,188	не на профиле
pr2	984734,921	304247,734	2,647	не на профиле
p001	984745,735	304235,380	1,651	
p002	984736,751	304232,134	2,752	подножие
p003	984733,466	304232,049	4,247	склон
p004	984729,730	304233,172	5,660	
p005	984716,988	304232,277	6,525	пологая поверхность
p006	984722,306	304221,739	6,294	пологая поверхность
p007	984714,895	304218,372	6,877	
p008	984713,877	304216,578	7,406	тыловой шов
p009	984713,586	304216,263	7,985	бровка
p010	984711,739	304212,841	8,773	склон
p011	984705,490	304215,860	11,747	бровка
pr3	984699,451	304211,805	13,305	
p012	984686,189	304190,285	14,443	
pr4	984677,728	304225,827	12,206	точка стояния
p013	984644,693	304213,101	15,734	ручей
pr5	984647,082	304214,273	15,870	точка стояния
pr6	984618,120	304222,109	19,609	точка стояния
pr7stolb	984610,817	304256,883	20,603	точка стояния
p014	984599,439	304255,861	21,272	терраса
p015	984612,918	304255,113	19,308	подножие
p016	984588,461	304253,728	22,388	тыловой шов
p017	984583,849	304255,442	23,408	бровка
p018	984576,400	304254,972	24,477	склон
pr8	984564,722	304254,730	26,472	не на профиле
p019	984571,509	304243,823	25,652	склон
p020	984562,994	304242,847	27,113	склон
p021	984558,259	304244,220	28,528	склон
p022	984556,127	304241,645	28,567	склон
p023	984552,850	304239,558	30,338	склон
p024	984550,472	304236,777	31,252	склон
p025	984545,083	304238,706	33,656	склон
pr9	984537,417	304232,635	36,018	не на профиле
p026	984533,384	304245,626	33,487	
p027	984524,030	304242,735	35,750	
p028	984521,453	304241,158	37,247	
p029	984518,572	304238,283	37,971	тыловой шов
p030	984516,296	304238,001	38,781	
pr10rock	984514,946	304234,220	39,627	точка стояния
p031	984501,378	304230,888	41,152	вершина склона
p032	984507,371	304226,696	40,382	вершина склона

Название точки	x	y	H	Примечание
p033	984505,306	304225,483	42,004	
p034	984502,376	304222,974	42,146	
p035	984498,097	304230,117	41,398	
p036	984490,720	304230,714	42,038	
pr11	984491,175	304230,325	42,209	точка стояния
p037	984477,544	304238,661	42,721	тыловой шов
p038	984473,892	304241,333	44,871	терраса
p039	984468,456	304235,592	47,465	бровка
pr12	984462,563	304246,265	48,253	точка стояния
p040	984447,119	304245,077	49,794	пологая поверхность
p041	984431,886	304244,133	50,561	пологая поверхность
p042	984421,277	304243,130	52,897	
p043	984413,935	304242,987	60,440	бровка
pr13	984408,946	304243,691	60,790	точка стояния
p044	984403,443	304236,339	63,084	
p045	984397,956	304233,423	64,917	
p046	984394,454	304228,421	68,264	
pr14	984396,286	304214,292	70,045	не на профиле
pr15	984378,453	304217,794	69,696	точка стояния
p047	984368,401	304214,920	66,972	
pr16	984348,532	304210,312	69,633	точка стояния
p048	984328,427	304206,592	69,070	болото
p049	984312,753	304202,141	68,911	болото
pr17	984310,788	304201,601	69,223	точка стояния
p050	984322,350	304217,260	68,733	
pr18	984303,910	304221,090	69,235	не на профиле
p051	984289,428	304228,808	69,218	
pr19komm	984274,955	304235,184	69,922	не на профиле
p052	984287,332	304220,051	69,323	ровная поверхность
p053	984277,425	304217,992	70,143	склон
p054	984266,369	304216,530	71,072	склон
p055	984245,463	304215,388	75,109	перегиб
pr20	984250,426	304235,499	74,255	не на профиле
p056	984247,560	304221,001	74,477	
p057	984238,493	304218,706	75,401	
p058	984230,676	304218,141	75,731	
p059	984224,968	304213,703	75,083	
pr21	984186,266	304227,704	76,282	не на профиле
p060	984208,074	304202,958	74,846	
p061	984187,089	304203,515	74,883	
p062	984177,818	304202,921	75,050	
p063	984169,595	304203,793	75,084	болото
p064	984137,916	304224,325	74,975	
pr22	984132,419	304223,765	75,699	не на профиле
p065	984139,735	304203,653	75,801	

Название точки	x	y	H	Примечание
p066	984127,696	304202,259	76,488	
p067	984120,512	304205,693	76,829	
pr23	984087,643	304219,975	79,050	не на профиле
p068	984109,085	304202,527	77,807	
p069	984097,291	304202,606	78,855	
p070	984088,879	304196,970	79,962	
p071	984075,396	304198,875	80,571	
p072	984066,789	304209,056	81,096	
pr24	984047,309	304220,705	82,496	не на профиле
p073	984066,649	304204,636	81,446	
p074	984057,435	304200,175	81,496	
p075	984034,578	304197,823	83,277	
pr25	984016,356	304213,345	85,279	не на профиле
p076	984032,231	304202,470	83,863	
p077	984022,046	304195,798	84,599	
p078	984018,223	304184,146	84,865	
p079	984009,732	304183,375	85,883	
p080	984002,465	304203,688	86,052	
p081	983997,412	304201,050	88,040	
pr26	983962,113	304209,955	92,481	не на профиле
p082	983996,812	304176,626	87,499	
p083	983986,475	304186,418	88,179	
p084	983985,237	304178,376	87,696	
p085	983978,628	304177,113	88,822	
p086	983966,707	304171,286	91,041	
p087	983957,950	304171,316	91,093	
radikulit	983954,744	304196,386	93,056	
p088	983980,635	304197,561	89,106	
p089	983970,065	304196,322	91,278	
p090l	983963,254	304196,039	91,144	
p100	983943,088	304198,055	92,386	
p101	983934,374	304199,174	92,870	
tr01	983919,171	304205,113	92,440	не на профиле
p102	983921,679	304192,911	91,776	
p103	983916,691	304193,238	90,337	подножие
p104	983910,526	304197,139	91,018	
tr02	983888,967	304202,713	90,731	не на профиле
p105	983897,709	304197,171	91,202	склон
p106	983888,377	304194,747	90,788	склон
p107	983880,531	304190,052	90,441	склон
tr03	983867,774	304200,375	90,469	не на профиле
p108	983875,616	304194,940	90,666	склон
p109	983869,234	304191,239	89,943	склон
p110	983862,768	304192,029	89,617	бровка
p111	983856,355	304191,802	87,177	склон

Название точки	x	y	H	Примечание
tr04	983844,891	304199,061	85,698	не на профиле
tr05	983842,163	304179,564	85,564	не на профиле
p112	983854,220	304183,074	86,334	
p113	983842,836	304188,588	85,362	
p114	983828,216	304185,934	85,589	
p115	983824,268	304184,142	85,734	подножие
p116	983817,010	304180,358	88,252	склон
tr06	983812,798	304179,998	90,003	точка стояния
p117	983810,460	304189,774	90,509	
p118	983802,850	304180,203	90,801	
p119	983801,894	304177,109	91,040	
p120p	983801,890	304177,110	91,039	вершина
p121	983795,828	304175,839	87,622	днище
p122	983782,096	304175,018	87,421	
p123	983769,776	304172,903	87,416	тыловой шов
tr07	983766,902	304173,498	88,276	точка стояния
p124	983797,791	304176,338	88,088	склон
p125	983762,401	304174,886	88,213	
p126	983756,614	304175,916	87,580	
p127	983762,013	304174,871	88,263	
p128	983744,157	304177,721	87,388	
p129	983732,075	304176,244	87,556	
tr08	983732,741	304178,826	87,519	точка стояния
p130	983711,325	304177,693	87,120	
p131	983701,527	304174,297	85,839	болото
p132p	983711,031	304177,579	87,096	склон
p133	983698,956	304172,970	85,451	склон
p134	983693,882	304173,281	84,604	склон
p135	983691,417	304171,309	83,768	склон
tr09	983690,258	304169,694	83,665	точка стояния
tr10	983679,930	304162,194	82,165	не на профиле
p136	983688,666	304169,225	82,233	тыловой шов
p137	983684,371	304166,191	82,423	пологая поверхность
p138	983676,549	304165,287	82,264	склон
p139	983674,216	304162,867	81,159	склон
p140	983669,544	304163,120	80,846	склон
p141	983667,295	304158,518	79,791	склон
p142	983662,978	304157,472	78,906	склон
p143	983656,059	304155,750	78,207	склон
tr11	983655,221	304165,156	78,631	не на профиле
p145	983646,151	304167,807	78,029	
p146	983646,803	304154,711	77,345	
p147	983643,354	304147,406	76,252	
p148p	983646,594	304152,397	77,234	
p148q	983631,266	304140,185	76,165	

Название точки	x	y	H	Примечание
p149	983622,985	304147,689	76,424	
p150	983611,004	304148,289	74,323	
tr12	983610,966	304148,306	74,314	точка стояния
t01	983598,432	304175,055	75,338	точка стояния
t02	983563,496	304163,758	66,224	точка стояния
p151	983594,036	304173,619	73,941	
p152	983589,838	304172,353	72,479	
p153	983587,337	304171,419	71,023	
p154	983577,591	304167,495	68,465	
p155	983575,736	304166,173	68,004	
p156	983571,215	304166,158	66,328	
p157	983558,116	304164,385	65,512	
p158	983536,515	304162,254	64,470	
t03	983526,829	304161,876	64,348	точка стояния
t04	983490,284	304164,864	63,975	точка стояния
p159	983513,415	304163,194	64,395	
p160	983500,078	304164,325	64,818	
p161	983488,592	304170,262	63,966	
p162	983481,708	304161,532	62,251	
p163	983476,909	304159,538	61,737	
p164	983473,984	304159,080	60,962	
p165	983469,307	304159,212	60,720	
p166	983464,356	304157,719	58,884	
p167	983464,347	304157,722	58,878	
p168	983459,438	304154,580	58,265	не на профиле
p169	983459,452	304154,586	59,275	
p170	983442,147	304145,368	59,267	
p171	983433,074	304144,307	56,538	склон
p172	983425,728	304145,031	53,881	подножие склона
t10	983409,252	304146,693	52,846	точка стояния
tp173	983390,966	304145,949	51,889	бровка
p174	983385,698	304145,733	51,007	яма
p175	983372,285	304140,800	50,374	
t11	983346,909	304139,493	48,173	точка стояния
p176	983341,717	304141,672	45,751	склон
p177	983334,859	304142,274	43,070	подножие
p178	983325,913	304151,233	42,198	пологая поверхность
t12	983305,747	304149,753	41,177	точка стояния
t13	983305,682	304149,770	41,162	точка стояния
p179	983273,301	304144,974	40,022	болото
t14	983248,908	304144,254	39,916	точка стояния
p180	983207,275	304140,672	41,002	тыловой шов
t15	983200,060	304140,335	42,250	точка стояния
1101	983248,908	304144,672	39,916	
p181	983179,218	304133,486	43,091	пологая поверхность

Название точки	x	y	H	Примечание
p182	983157,209	304127,667	44,570	пологая поверхность
p183	983140,091	304122,253	45,112	повышение
p184	983127,568	304118,567	44,861	тыловой шов
p185p	983136,168	304121,118	45,154	
t16	983117,799	304116,967	46,865	точка стояния
p186	983105,336	304111,768	43,912	
p187	983100,533	304112,783	40,955	уступ
p188	983092,283	304107,543	38,919	
p189p	983080,102	304098,976	34,168	
p190	983063,857	304101,597	27,544	терраса
p191	983049,210	304104,380	22,213	склон
t17	983036,895	304113,207	19,106	точка стояния
p192	983055,426	304106,136	24,115	склон
p193	983024,584	304117,877	15,590	бровка
p194	983013,902	304119,709	11,448	перегиб
p195	983001,080	304122,323	7,754	тыловой шов
t18	982983,436	304109,155	4,878	точка стояния
granicalesa	982953,092	304119,205	1,694	граница леса
levelhightwater	982937,394	304115,455	0,957	высокая вода
t19	982932,489	304116,074	1,045	точка стояния
granicalesa2	982953,296	304121,368	1,666	граница леса
lemon	982947,190	304119,067	1,648	временный пункт
lowwater1300	982897,025	304172,545	-0,495	низкая вода