

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный архитектурно-строительный
университет»

Кафедра геоинформатики и кадастра

УСТРОЙСТВО ЦИФРОВОГО НИВЕЛИРА TRIMBLE DiNi 003 И РАБОТА С НИМ

(Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ по
геодезии для студентов направлений 21.03.03 – Геодезия и дистанционное
зондирование и 21.03.02 – Землеустройство и кадастры)

Нижний Новгород, 2015 г.

УДК 528

Устройство цифрового нивелира Trimble DiNi 003 и работа с ним : метод. указания по выполнению лабораторных работ по геодезии для студентов ННГАСУ направлений 21.03.03 – Геодезия и дистанционное зондирование и 21.03.02 – Землеустройство и кадастры / Нижегор. гос. архитектур.– строит. ун–т ; сост. А.В. Валенко, Е.К. Никольский. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2015. 47 – с.

Методические указания соответствуют программе дисциплины «Геодезия», входящей в учебный план ННГАСУ обучения по направлениям 21.03.03 – Геодезия и дистанционное зондирование и 21.03.02 – Землеустройство и кадастры. Методические указания содержат информацию об устройстве и характеристиках цифрового нивелира Trimble DiNi 003, а также основные рекомендации по работе с ним.

Составители: Валенко А. В., Никольский Е.К.

Содержание

Введение.....	4
Обозначения, используемые в приборе.....	5
1. Принципы работы электронного нивелира.....	6
2. Комплект цифрового нивелира Trimble DiNi 003 и его устройство.....	8
3. Краткий обзор программного обеспечения DiNi.....	10
4. Панель управления и клавиатура.....	12
5. Настройка прибора.....	15
5.1. Выполнение поверки методом Ферстнера.....	21
6. Управление данными прибора.....	25
6.1. Управление проектами.....	25
6.2. Передача данных на компьютер.....	30
7. Технология выполнения измерений.....	31
7.1. Условия выполнения измерений.....	31
7.2. Одиночные измерения.....	32
7.3. Нивелирный ход.....	34
7.4. Промежуточные измерения.....	38
7.5. Разбивка.....	39
8. Расчеты.....	40
8.1. Требования, предъявляемые к уравниванию хода.....	40
8.2. Технология выполнения уравнивания нивелирного хода.....	41
9. Сведения о точности.....	44
Библиографический.....	45
Приложение А – Журнал нивелирования II класса.....	46

Введение

В последнее время находят широкое применение электронные средства измерения: электронные тахеометры, лазерные рулетки, электронные планиметры, цифровые нивелиры. Такие средства измерения позволяют не только упростить и ускорить процессы измерений, но и предоставляют возможность их автоматизировать. Автоматизация касается считывания информации, её обработки и представления для дальнейшего использования. В основе методик измерений лежит традиционная теория геометрического нивелирования. Поэтому при освоении электронных (цифровых) средств измерения рекомендуется повторить материал, изученный ранее, например, поверки оптических нивелиров, работу на станции при геометрическом нивелировании, уравнивание одиночного нивелирного хода. Выполнение измерений при помощи цифрового нивелира и кодовых реек рекомендуется завершить оценкой точности результатов одним из известных способов.

Обозначения, используемые в приборе [5]

№ п.п.	Обозначение	Значение
1	R	Отдельный отсчет по рейке
2	Rf	Отсчет по передней рейке
3	Rb	Отсчет по задней рейке
4	Rz	Отсчет по рейке на промежуточную точку
5	sR	СКП от осредненного отсчета (при повторных измерениях)
6	Ri	Минимальная высота визирования
7	dR	Разность превышений на станции
8	Z0	Отметка опорного репера
9	Z	Отметка точки
10	Zi	Высота инструмента (горизонт инструмента)
11	Zs	Проектная отметка /замыкающего репера
12	dh	Расхождение в превышениях на станции
13	h	Определенное превышение на станции
14	Sh	Общее превышение по ходу
15	dz	Навязка по ходу или погрешность выноса точки
16	HD	Отдельное расстояние, плечо или расстояние до промежуточной точки
17	Da	Среднее плечо
18	x	Локальная координата x
19	y	Локальная координата y
22	H _z	Горизонтальное направление
23	A	Постоянная дальномера
24	D _m	Максимальная длина плеча
25	D _b	Сумма длин задних плеч
26	D _f	Сумма длин передних плеч
27	c ₋	Поправка за наклон визирной оси.
28	rk	Коэффициент рефракции
29	Of	Смещение рейки

1 Принципы работы электронного нивелира

Электронный нивелир представляет собой оптикоэлектронную систему, позволяющую производить снятие отсчета по рейке не визуально, а нажатием на кнопку. Прибор благодаря автоматизации считывания и записи данных в память нивелира, позволяет исключить ошибки наблюдателя.

Электронный нивелир имеет фотоприемное устройство в виде ПЗС – матрицы («прибора с зарядовой связью»), которая воспринимает идущие от объекта фотоны, преобразует их в электрические заряды и накапливает. Затем прибор считывает эти данные с помощью компьютера и восстанавливает изображение объекта, которое с использованием оптики проецируется на светочувствительную поверхность матрицы. Сама матрица состоит из миниатюрных кремниевых детекторов света – пикселей. [1]

ПЗС - матрица используется в цифровом нивелире в качестве приемного устройства и устанавливается в плоскости изображений, создаваемых зрительной трубой прибора. С помощью такого приемного устройства распознается кодовая маска на специальной нивелирной рейке.

Главная особенность цифровых нивелиров состоит в том, что эти приборы позволяют автоматически снимать отсчеты по специальной рейке со штрих-кодом. Кроме того, цифровой нивелир также автоматически измеряет расстояние до рейки с точностью 0,01 – 0,05 м. Прибор снабжен процессором для вычисления превышений и отметок, жидкокристаллическим дисплеем для вывода результатов на экран и внутренней памятью для записи данных.

Автоматизация считывания и записи данных в цифровом виде позволяет исключить ошибки наблюдателя.

Кроме дисплея, цифровой нивелир имеет клавиатуру для управления прибором и ввода информации о номерах реечных точек, отметках исходных реперов и т.п. Встроенное программное обеспечение предусматривает выполнение измерений по определенной методике.

Результаты измерений и вычислений хранятся в виде файла, который можно просмотреть на экране дисплея нивелира или передать в персональный компьютер [2].

При работе с электронным нивелиром Trimble Dini можно использовать 2-х, 3-х, 4-х и 5-ти метровые рейки. Рейки могут быть выполнены из разных материалов: стекловолокно, дерево, инвар. Могут применяться как штрих-кодовые рейки, так и обычные, шашечные и обычные инварные (высокоточное и точное нивелирование), что позволяет использовать прибор как обычный оптический нивелир. При этом отсчеты по рейке можно вводить с помощью соответствующего меню в память прибора [4].

2 Комплект цифрового нивелира Trimble DiNi 003 и его устройство

Комплектация современного электронного нивелира Trimble DiNi существенно отличается от комплектации оптических приборов и включает в себя следующие компоненты [5]:

- цифровой нивелир Trimble DiNi;
- аккумулятор (стандартно - один аккумулятор);
- кабель для передачи данных путем соединения DiNi и персонального компьютера;
- зарядное устройство для аккумулятора;
- CD-диск, на котором записано руководство; краткое руководство; сертификат;
- блок питания для зарядного устройства;
- ключ-шестигранник для юстировки сетки нитей;
- чехол от дождя.

Устройство Электронного нивелира Trimble DiNi приведено на рисунке 2.1 и включает следующие части [5]:

- 1) Объектив зрительной трубы со светозащитной блендой;
- 2) Винт фокусировки зрительной трубы;
- 3) Кнопка взятия отсчета;
- 4) Наводящий винт (медленное вращение, вызывающее перемещение зрительной трубы в горизонтальной плоскости);
- 5) Горизонтальный круг с делениями;
- 6) Подставка (трегер);
- 7) Разъём для подключения питания/связи;
- 8) Клавиатура;
- 9) Дисплей;

- 10) Окошко круглого уровня;
- 11) Окуляр;
- 12) Диоптрийное кольцо окуляра;
- 13) Крышка, снимающаяся при юстировке круглого уровня;
- 14) Визир наведения;

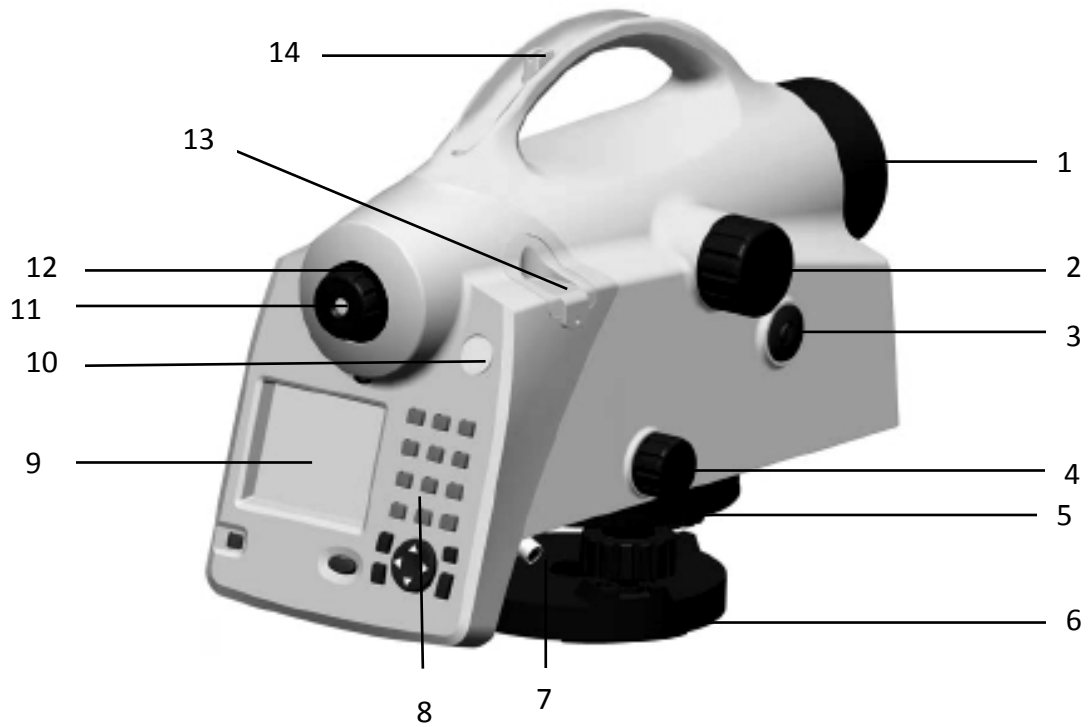


Рис. 2.1 Устройство высокоточного нивелира DiNi

3 Краткий обзор программного обеспечения DiNi

Цифровой нивелир Trimble DiNi имеет программное обеспечение, для которого меню и функции приведены в таблице 3.1. Язык системы прибора может быть изменен в меню «Настройки» [5].

Таблица 3.1 - Программное обеспечение нивелира и его функции

Главное меню	Подменю	Подменю	Описание
1	2	3	4
Файлы	Проекты	Выбрать проект	Выбор из списка сохранённых проектов
		Создать проект	Создать новый проект
		Переименовать проект	Изменить имя сохранённого проекта
		Удалить проект	Удалить сохранённый проект
		Копировать между проектами	Копировать информацию между двумя проектами
	Редактор		Редактировать сохранённые данные, ввести и просмотреть данные, ввести и изменить списки кодов
	Импорт/Экспорт	DiNi -> USB	Передача данных с DiNi на карту памяти USB Memory Stick
		USB -> DiNi	Передача данных с карты памяти USB Memory Stick на DiNi
	Память	Формат USB	Форматирование карты памяти USB Memory Stick, см. Предостережение
			Внутренняя и внешняя память. Общий / свободный объём памяти, форматирование памяти

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	
Настройки	Ввод		Ввод коэффициента рефракции, постоянной поправки R, Даты и времени	
	Допуски/контроли		Ввод различных допусков и настроек контроля.	
	Поверка	Метод Фёрстнера		Юстировка линии визирования.
		Метод Нэбауэра		Юстировка линии визирования.
		Метод Куккамьяки		Юстировка линии визирования.
		Японский метод		Юстировка линии визирования.
	Настройки инструмента		Настройка единиц измерения высоты, ввода, отсчёта, отключения, звука, языка, времени и даты.	
Настройки записи		Настройка записи, запись данных (RMC или R-M), шаг номера точки, время		
Съемка	Одиночные измерения		Одиночные измерения	
	Нивелирный ход		Нивелирный ход	
	Промежуточные измерения		Ввод отметки репера	
	Разбивка		Разбивка	
	Непрерывные измерения		Непрерывные измерения	
Расчеты	Уравнивание хода		Уравнивание хода	

4 Панель управления и клавиатура

Важнейшей частью нивелира является панель управления, которая приведена на рисунке 4.1, а описание выполнения отдельных действий с клавиатуры приведено в таблице 4.1 [5].

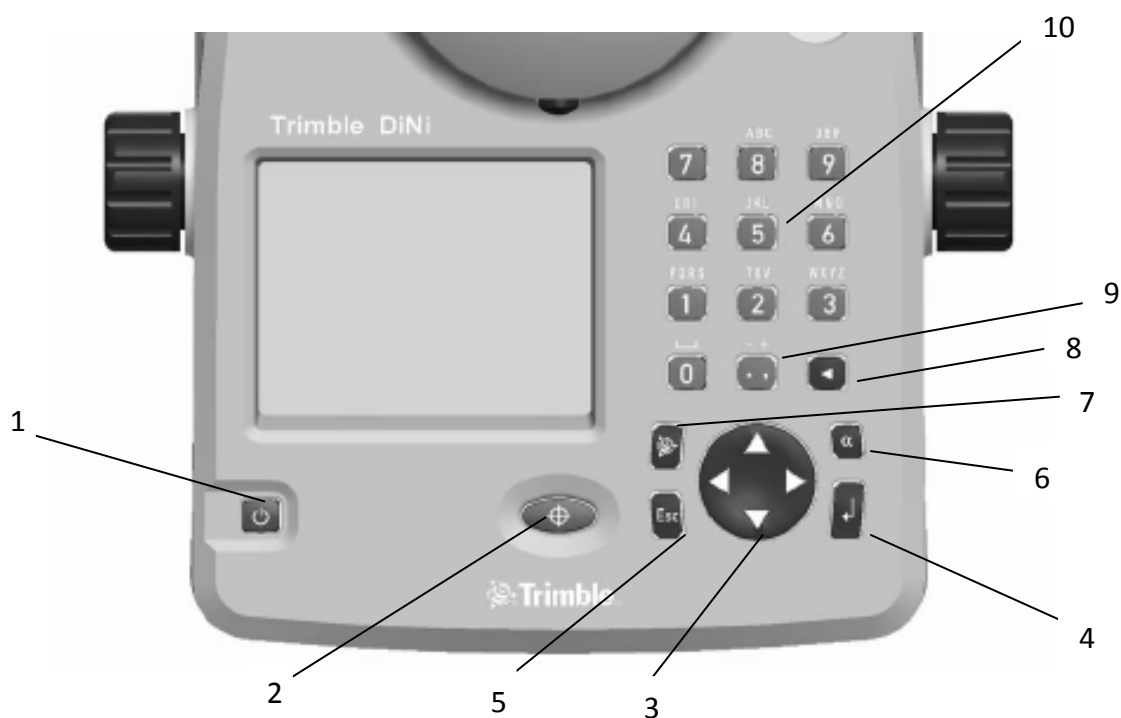


Рисунок 4.1 - Клавиатура цифрового нивелира

Таблица 4.1 - Описание клавиатуры и назначение отдельных действий

№ на рис	Клавиша	Описание	Комментарий
1		Кнопка включения/выключения	Используется для включения или выключения прибора
2		Кнопка пуска	Используется для начала измерения
3		Навигационная кнопка	Используется для перемещения по меню, списку или включения/выключения флажка

Продолжение таблицы 4.1

4		Кнопка ввода	Используется для подтверждения ввода данных
5		Кнопка выхода	Используется для возврата в предыдущий экран
6		Алфавитная кнопка	Используется для переключения первой и второй функции кнопки на клавиатуре. Состояние отображается в верхней части экрана
7		Кнопка Trimble	Используется для отображения меню функций Trimble
8		Кнопка возврат назад	Используется для удаления предыдущих введённых данных
9		Точка и запятая	Первая функция: Точка и запятая Вторая функция: Плюс и минус (Нажмите несколько раз, чтобы ввести необходимый символ)
10		клавиши ввода цифр или букв	Первая функция: ввод цифр Вторая функция: ввод букв (Нажмите несколько раз, чтобы ввести необходимый символ)

В процессе работы на дисплее появляется информация о результатах выполненных действий (рис. 4.2).

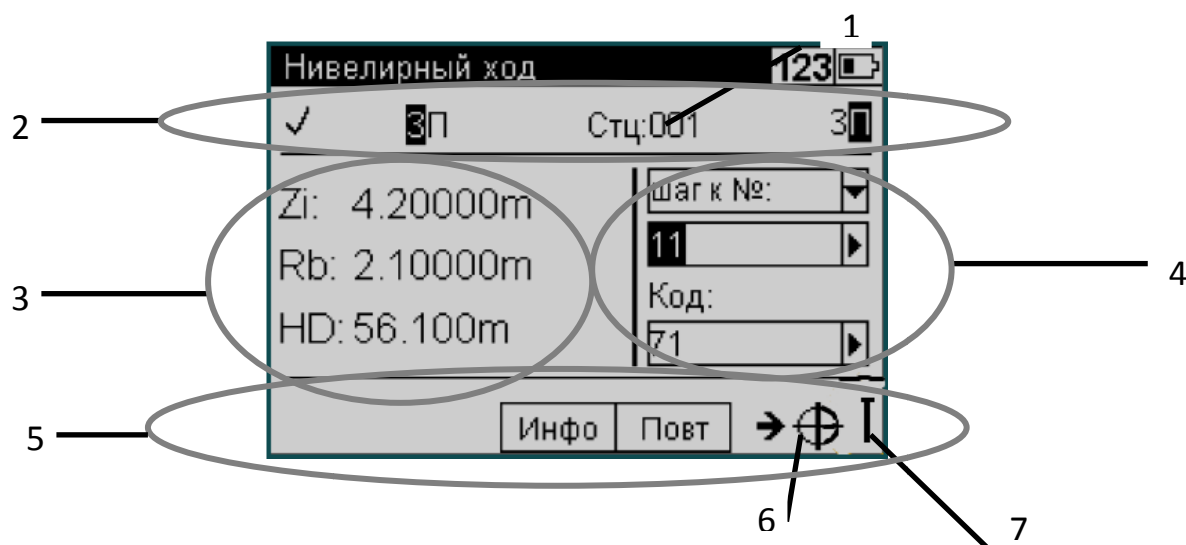


Рис. 4.2. Информация, отображаемая на дисплее при работе

Информация, отображаемая на дисплее при работе [5]:





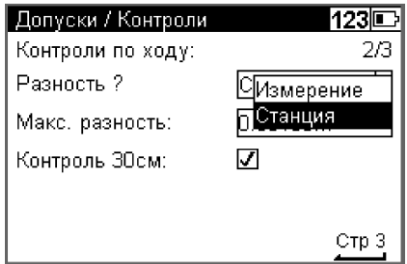

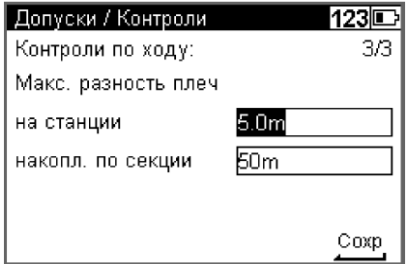

1. Информация о текущей программе, введенных данных и уровне заряда батареи.
2. Информация о потоке данных.
3. Результат последнего измерения
 Z_i – отметка точки
Rb – отсчет по рейке
ND – расстояние от нивелира до рейки
4. Ввод информации для следующего измерения
5. Поле функции и информационная область
Инфо – отображает дополнительную информацию об измерениях на станции
Повт – повтор последнего измерения
6. После того, как все данные для следующего измерения будут введены, появится этот символ, показывающий готовность прибора к выполнению измерения.
7. Символ появится как напоминание, что прибор настроен для выполнения измерения по направлению к перевернутой рейке.

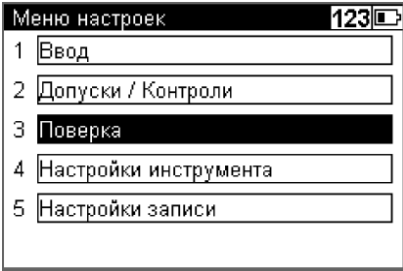





5 Настройки прибора



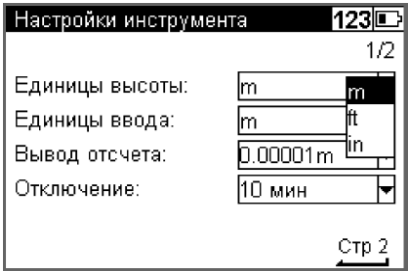


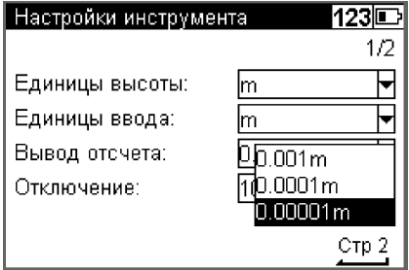

Для установки времени, даты и единиц измерения, выполнения юстировок и прочих действий используется меню «Настройки», основные из которых приведены в таблице 5.1 [5].

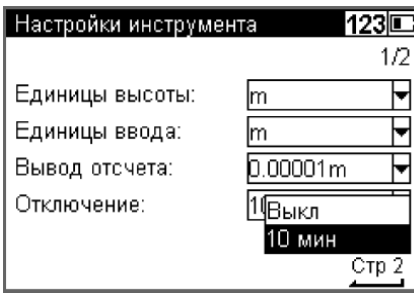

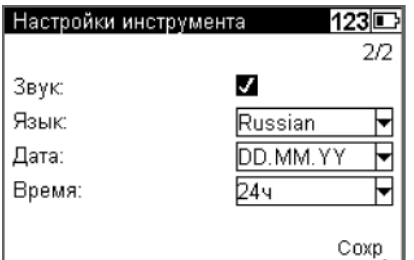
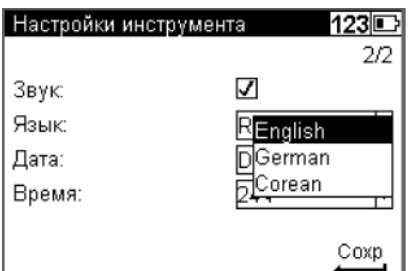

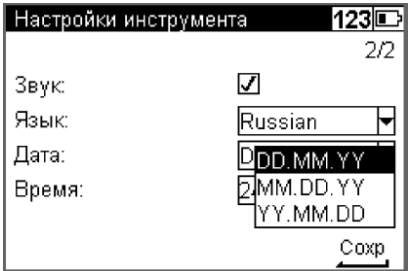

Таблица 5.1 – Настройки цифрового нивелира DiNi

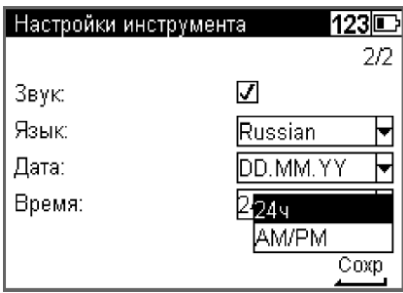



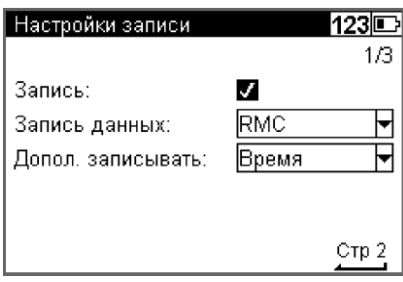
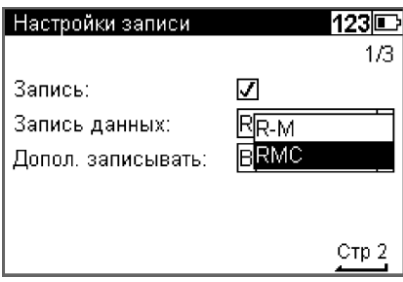

Изображение на дисплее	Действие	Результат
	<p>нажмите ВВОД</p> 	<p>Вход в меню настроек прибора</p>
	<p>нажмите ВВОД</p> 	<p>Вход в меню «Ввод» для изменения даты, времени, коэффициента рефракции и постоянной поправки</p>
	<p>при помощи навигационной кнопки и цифровой клавиатуры введите значения в соответствующие строки и нажмите</p> <p>ВВОД </p>	<p>Сохранение изменений, выход из меню «Ввод»</p> <p><i>Примечание:</i> <i>Коэффициент рефракции и пост. Поправка вводятся и учитываются автоматически после поверки</i></p>

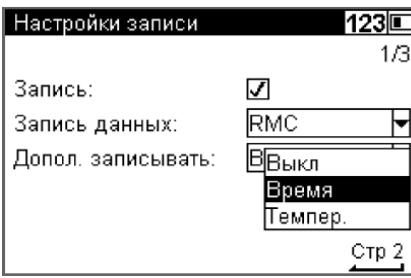

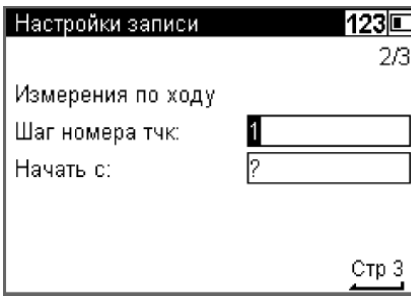

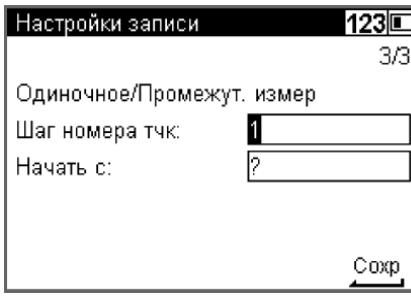

Изображение на дисплее	Действие	Результат
	<p>нажмите ВВОД</p> 	<p>Вход в меню «Допуски/контроли» <i>Примечание:</i> <i>эти настройки только для нивелирного хода кроме «Контроль 30 см»</i></p>
	<p>Введите данные в зависимости от класса нивелирования и нажмите ВВОД</p> 	<p>сохранение значений <i>Интервалы:</i> <i>Макс. Длина плеча:</i> <i>10 – 100 м</i> <i>Мин. Высота визир.</i> <i>0 -1м</i> <i>Макс. Высота визир.</i> <i>0 – 5 м</i></p>
	<p>Выберите вариант контроля и введите значения расхождения, включите/отключите «Контроль 30 см»</p> <p>нажмите ВВОД</p> 	<p>сохранение допусков <i>примечание:</i> <i>В нивелирном ходе рекомендуется устанавливать контроль по разности измерений на станции (разность между двумя измерениями одного превышения)</i></p>
	<p>Введите данные в зависимости от класса нивелирования и нажмите ВВОД</p> 	<p>Сохранение допусков, выход из меню «Допуски/контроли» <i>Интервалы:</i> <i>Макс. Разность плеч на станции 0 – 5 м</i> <i>накопление в секции 0 – 100 м</i></p>

Изображение на дисплее	Действие	Результат
	<p>нажмите ВВОД</p> 	<p>Вход в меню поверок</p>
	<p>Включите или выключите параметры «Попр. крив.» и/или «Попр. рефр» и нажмите ВВОД</p>  <p>чтобы продолжить выполнение поверки</p>	<p>Выбор параметров, изменяющихся в результате выполнения поверки: «Попр. крив.» - поправка за кривизну Земли «Попр. рефр.» - поправка за рефракцию</p>
	<p>Выберите «Ок», чтобы продолжить или «Отмена», чтобы отменить поправки</p>	<p>Переход к выбору метода юстировки или выход в предыдущее меню. <i>Примечание – После внесения поправок продолжение хода невозможно.</i></p>
	<p>Выберите необходимый метод поверки.</p>	<p>Переход в режим выполнения поверки методом Ферстнера. Примечание: выполнение поверки рассмотрено в главе 5.1</p>

Изображение на дисплее	Действие	Результат
	<p>нажмите ВВОД</p> 	<p>Переход в меню настроек инструмента</p>
	<p>при помощи навигационной кнопки и кнопки ВВОД </p> <p>выберите значения единиц измерения высоты и единиц ввода и нажмите ВВОД </p>	<p>Выбор и сохранение используемых единиц измерения, единиц ввода m - метры ft - футы in - дюймы</p> <p><i>Примечание – Вы можете ввести значение одной высоты в другой единице измерения, не изменяя настройки по умолчанию. Для этого необходимо вручную указать обозначение единицы измерения после значения.</i></p>
	<p>при помощи навигационной кнопки выберите значение точности вывода отсчета и нажмите ВВОД </p>	<p>Выбор и сохранение используемой формы вывода отсчета (количество знаков после запятой)</p> <p><i>Примечание – Инструмент будет продолжать проводить измерения и сохранит значения с полным числом десятичных разрядов.</i></p>

Изображение на дисплее	Действие	Результат
	<p>при помощи навигационной кнопки выберите период отключения прибора и нажмите ВВОД </p>	<p>В ходе работы прибор автоматически отключается, если в течение указанного времени не будет нажата ни одна кнопка. <i>Примечание</i> <i>Функция автоматического отключения не может быть активирована, если:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Инструмент выполняет непрерывное измерение.</i> • <i>Инструмент соединён с картой памяти USB или ПК.</i>
	<p>Установите или очистите флажок в строке «Звук»</p>	<p>Включение/отключение звуковых сигналов</p>
	<p>С помощью навигационной кнопки Выберите Язык программного обеспечения прибора и нажмите ВВОД </p>	<p>Язык будет изменён после подтверждения выбора.</p>
	<p>при помощи навигационной кнопки выберите формат отображения даты и нажмите ВВОД </p>	<p>Сохранение параметров отображения даты D=День M=Месяц Y=Год</p>

Изображение на дисплее	Действие	Результат
	<p>при помощи навигационной кнопки выберите формат отображения времени и нажмите ВВОД </p>	<p>сохранение всех измененных параметров и выход из меню «Настройки инструмента»</p>
	<p>нажмите ВВОД </p>	<p>Переход в меню настроек записи прибора</p>
	<p>Установите или очистите флажок в строке «Запись»,</p>	<p>Включение или выключение записи данных в память прибора</p>
	<p>При помощи навигационной кнопки выберите формат записи данных и нажмите ВВОД </p>	<p>Сохранение режима записи данных R-M= Сохраняются только измеренные значения. RMC - Сохраняются измеренные и вычисленные значения. <i>Примечание – Для уравнивания нивелирного хода после его выполнения в поле «Запись данных» должно быть установлено значение «RMC».</i></p>

Изображение на дисплее	Действие	Результат
	<p>При помощи навигационной кнопки выберите запись дополнительных данных и нажмите ВВОД </p>	<p>В память прибора кроме основных измерений записываются дополнительные данные. Переход на следующую страницу настроек</p>
	<p>При помощи навигационной кнопки и цифровой клавиатуры введите значения «Шаг номера тчк» и «Начать с», затем нажмите ВВОД </p>	<p>Сохранение параметров нумерации для измерений в нивелирном ходе: «Начать с» - номер первой точки по ходу «Шаг номера тчк» - шаг нумерации Переход на следующую страницу настроек записи</p>
	<p>При помощи навигационной кнопки и цифровой клавиатуры введите значения «Шаг номера тчк» и «Начать с», затем нажмите ВВОД </p>	<p>Сохранение параметров нумерации для измерений в одиночном и промежуточном измерении ходе: «Начать с» - номер первой точки по ходу «Шаг номера тчк» - шаг нумерации Переход на следующую страницу настроек записи</p>

5.1 Выполнение поверки методом Ферстнера

Две рейки (А и В) устанавливаются на расстоянии 45 м друг от друга (рис. 5.1). Это расстояние делится примерно на три части и определяются две нивелирные станции (1 и 2) на расстоянии примерно

15 м от реек между ними. Выполняются измерения на обе рейки с каждой из этих станций по методике [5], приведенной в таблице 5.2.

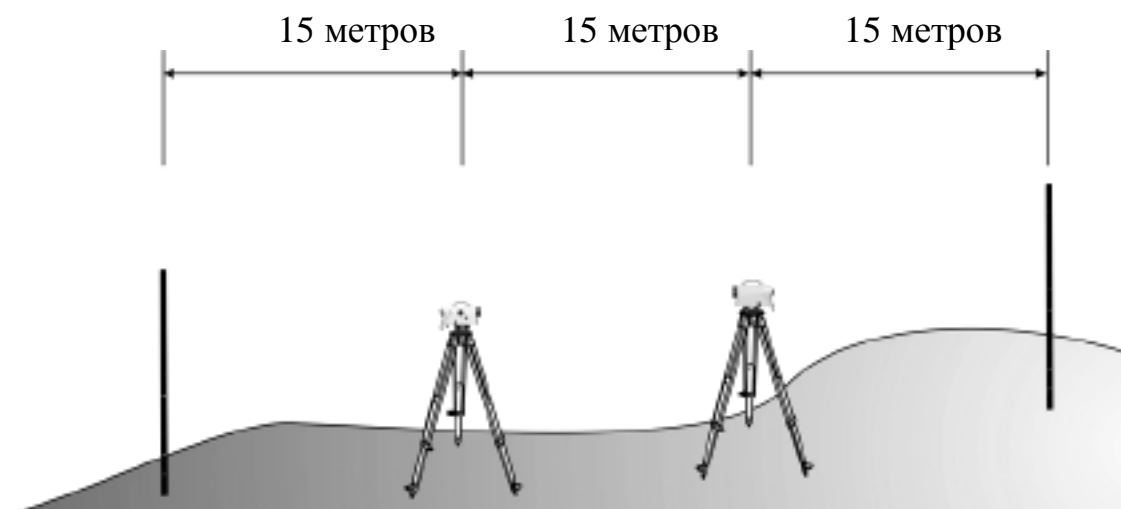
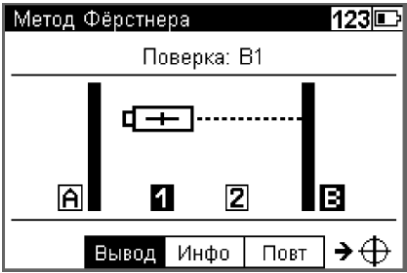





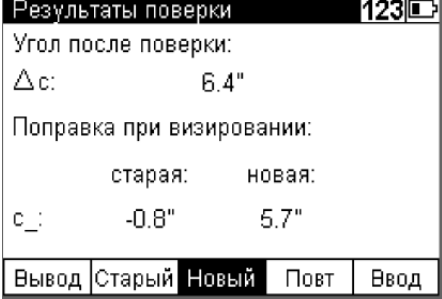



Рисунок 5.1. Схема выполнения поверки методом Ферстнера.

Все измерения записываются в память прибора, и после завершения поверки на дисплей выводится значение Δc – поправка за наклон визирной оси.

Таблица 5.2 - выполнение поверки методом Ферстнера

Изображение на дисплее	Действие	Результат
	<p>При помощи навигационной кнопки выберите метод поверки нажатием клавиши ВВОД </p>	Начало поверки методом Ферстнера
	<p>Наведите и сфокусируйте зрительную трубу на рейку А со станции 1, и нажмите на кнопку «ПУСК» для начала измерений</p>	Автоматическое взятие отсчета на рейку А со станции 1

Изображение на дисплее	Действие	Результат
	<p>Наведите и сфокусируйте зрительную трубу на рейку В со станции 1, и нажмите на кнопку «ПУСК»  .</p> <p>После выполнения измерений – переход на станцию 2.</p>	<p>Автоматическое взятие отсчета на рейку В со станции 1, автоматическое вычисление превышения между точками А и В</p>
	<p>Наведите и сфокусируйте зрительную трубу на рейку В со станции 2, и нажмите на кнопку «ПУСК»  .</p>	<p>Автоматическое взятие отсчета на рейку В со станции 2</p>
	<p>Наведите и сфокусируйте зрительную трубу на рейку А со станции 2, и нажмите на кнопку «ПУСК»  .</p>	<p>Автоматическое взятие отсчета на рейку А со станции 2, автоматическое вычисление превышения между точками А и В</p>
	<p>На дисплее появляется результат поверки. Чтобы принять это значение с помощью навигационной кнопки выберите «Новый» и нажмите «ВВОД»  .</p>	<p>Сохранение результатов поверки в память прибора</p>
<p>– Выберите «Ввод», чтобы ввести значение, полученное при выполнении повторных измерений.</p>		

- Выберите «Старый», чтобы сохранить старые значения и остановить юстировку.
- Выберите «Повтор», чтобы повторить юстировку. Выберите Вывод, чтобы просмотреть все измеренные значения.

Выполняя поверки важно обратить внимание на надежность закрепленных реечных точек, однозначность установки на них рейки. Штатив должен стоять надежно, преимущественно на монолитной твердой поверхности, без вибрации и ветра. Освещенность реек должна быть одинаковой и равномерной по всей поверхности рейки.



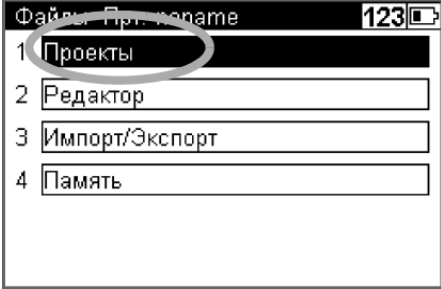

6 Управление данными прибора

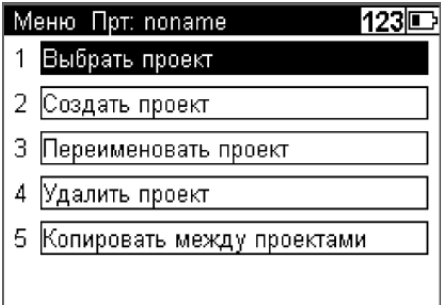

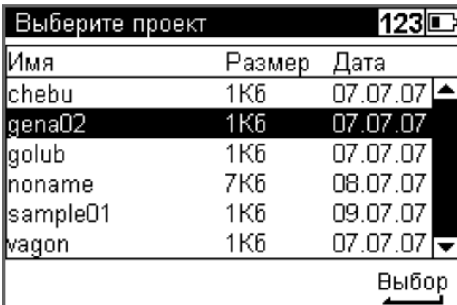

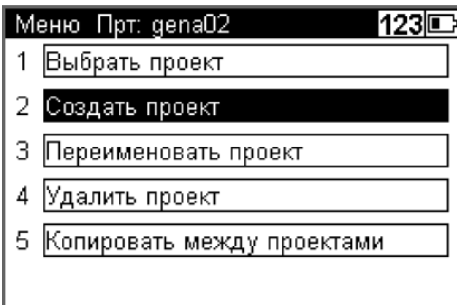

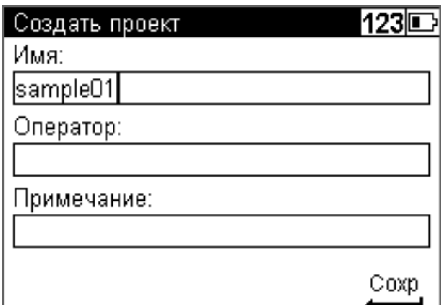
В DiNi используется проектно-ориентированное (файлы) хранение данных. Физически данные сохраняются во внутренней памяти в собственном формате. Данные могут быть переданы с помощью кабеля непосредственно на ПК или на карту памяти USB. В проекте будут содержаться текущие установленные единицы измерения (они могут быть заданы через меню Настройки, Настройки инструмента, Единицы измерения). Это позволяет передавать файл с различными единицами измерения, заданными пользователем [5].

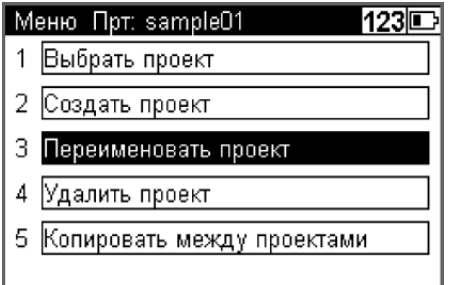

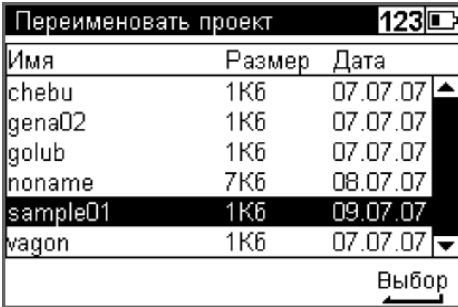

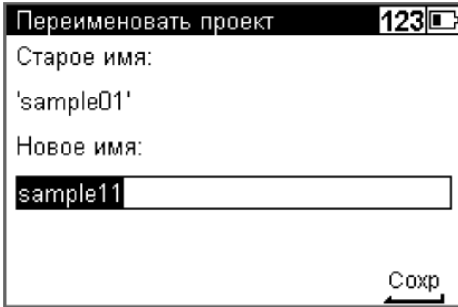



6.1 Управление проектами

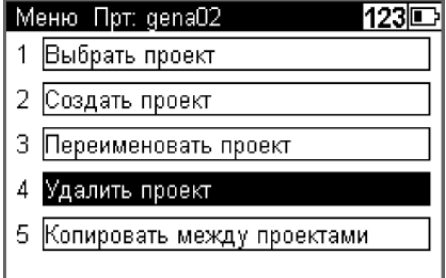

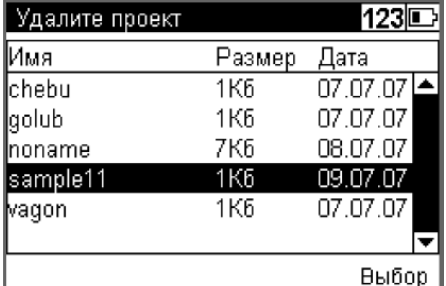

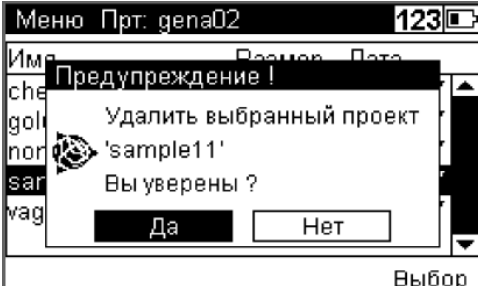

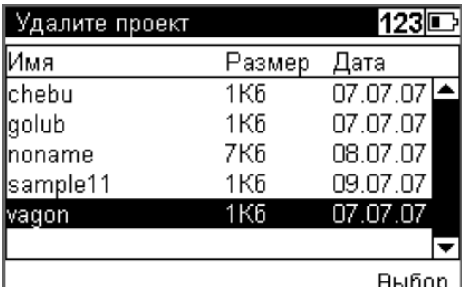

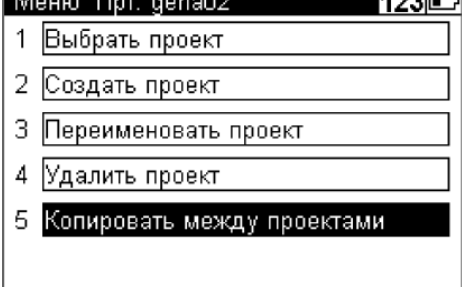

Меню управления проектами позволяет выбрать, создать, удалить или переименовать проекты, а также, чтобы скопировать содержимое всего проекта в другой проект [5]. Работа с проектами электронного нивелира описана в таблице 6.1.



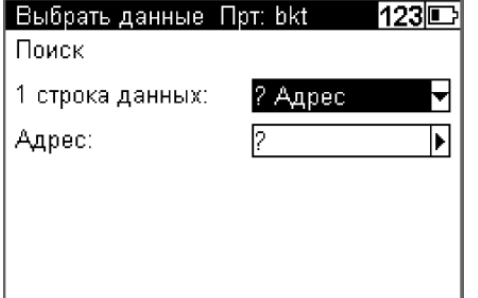




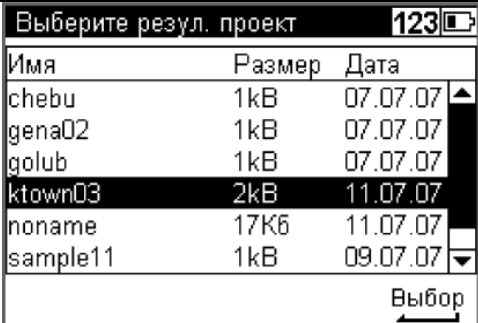

Таблица 6.1 - Работа с проектами электронного нивелира

Изображение на дисплее	Действие	Результат
 <p>Главное меню Прт. попате 123</p> <p>1 Файлы</p> <p>2 Настройки</p> <p>3 Измерения</p> <p>4 Расчеты</p>	<p>С помощью навигационной кнопки выберите меню «Файлы» и нажмите «ВВОД»</p> 	<p>Переход из главного меню в меню «Файлы»</p>
 <p>Файлы Прт. попате 123</p> <p>1 Проекты</p> <p>2 Редактор</p> <p>3 Импорт/Экспорт</p> <p>4 Память</p>	<p>С помощью навигационной кнопки выберите меню «Файлы» и нажмите «ВВОД».</p> 	<p>Переход в меню работы с проектами. Это меню позволяет выбрать, создать, удалить, совершить обмен данными между ними</p>

Изображение на дисплее	Действие	Результат
	<p>С помощью навигационной кнопки выберите пункт «Выбрать проект» и нажмите «ВВОД». </p>	<p>Переход к списку существующих проектов для выбора. Проекты в списке упорядочены по дате создания, отображен их размер</p>
	<p>С помощью навигационной кнопки выберите проект и нажмите «ВВОД». </p>	<p>Выбор файла работы, имя которого отображается в Главном меню и в большинстве меню Измерений, переход в меню работы с проектами</p>
	<p>С помощью навигационной кнопки выберите меню «Создать проект» и нажмите «ВВОД». </p>	<p>Переход в меню создания проекта</p>
	<p>С помощью цифровой клавиатуры задайте имя проекта (не более 8 символов), имя оператора и примечания, Нажмите «ВВОД»</p>	<p>Создание проекта, возможность выбора проекта в предыдущем меню</p>


Изображение на дисплее	Действие	Результат
	<p>С помощью навигационной кнопки выберите меню «Переименовать проект» и нажмите «ВВОД».</p> 	<p>Переход в меню переименования проекта</p>
	<p>С помощью навигационной кнопки выберите проект для переименования и нажмите «ВВОД»</p> 	<p>Выбор проекта для переименования</p>
	<p>С помощью цифровой клавиатуры введите новое имя и нажмите «ВВОД»</p> 	<p>Сохранение нового имени, возврат в предыдущее меню</p>
	<p>Нажмите «ВЫХОД»</p> 	<p>Возврат в меню «Проекты»</p>

Изображение на дисплее	Действие	Результат
	<p>С помощью навигационной кнопки выберите меню «Удалить проект» и нажмите «ВВОД». </p>	<p>Переход к списку проектов</p>
	<p>С помощью навигационной кнопки выберите проект для удаления и нажмите «ВВОД». </p>	<p>Выбор проекта для удаления</p>
	<p>Выберите «Да» и нажмите «ВВОД». </p>	<p>Подтверждение удаления существующего проекта, переход к списку проектов</p>
	<p>Выберите следующий проект для удаления и нажмите «ВВОД». </p> <p>Для выхода в меню «Проекты» нажмите «Выход»</p>	<p>Возврат в меню «Проекты»</p>
	<p>С помощью навигационной кнопки выберите меню «Копировать между проектами» и нажмите «ВВОД». </p>	<p>Переход в меню Копирования данных между проектами</p>

Изображение на дисплее	Действие	Результат
	<p>Выберите исходный проект и нажмите «ВВОД»</p> 	<p>Выбор исходного проекта для копирования между проектами</p>
	<p>Выберите строки данных и нажмите «ВВОД»</p> 	<p>Все данные будут переданы между строкой данных 1 и строкой данных 2</p>
	<p>Выберите «Принять» и нажмите «ВВОД»</p> 	<p>Строка данных будет показана в экране Редактора, и вы сможете внести изменения. Аналогичная процедура для строки данных 2.</p>
	<p>Выберите «Да», чтобы подтвердить или «Нет» чтобы выйти из меню. Подтверждайте сделанный выбор построчно.</p>	
	<p>Выделите Целевой проект и нажмите кнопку «ВВОД» чтобы выбрать его</p> 	

6.2 Передача данных на компьютер

Для передачи данных на ПК необходима установка программы Data Transfer, прилагаемой на CD-диске в комплекте с прибором. У ПК должен быть свободный USB-привод для соединения с нивелиром.

Запустите программу. В падающем меню «Устройство» выберите Trimble DiNi и нажмите кнопку «Соединить» . Интерфейс программы представлен на рисунке 6.1.

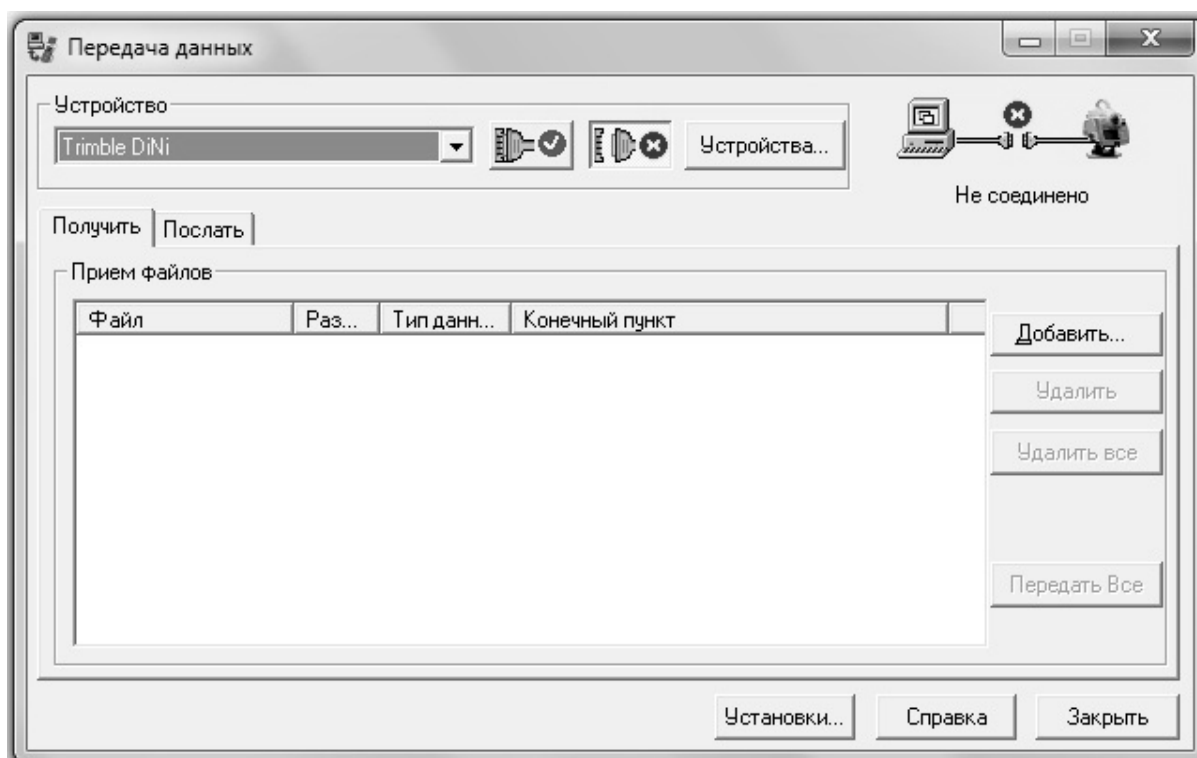


Рисунок 6.1 – Интерфейс программы «Передача данных»

Для приема файлов используйте вкладку «Получить». В отрывшемся окне «Открыть» выберите файлы, которые надо передать на ПК, в нижней строке «Назначение (Путь)» укажите/создайте папку назначения и нажмите кнопку «Открыть».

7 Технология выполнения измерений

7.1 Условия выполнения измерений

При выполнении измерений высокоточным нивелиром Trimble DiNi необходимо соблюдать определенные условия. На точность измерений могут влиять следующие внешние:

- 1) видимость участка рейки;
- 2) условия освещения;
- 3) вибрация;
- 4) односторонний нагрев.

Видимость участка рейки

Чтобы определить значения высот и расстояния, прибору необходим только 30-ти сантиметровой участок рейки, расположенный симметрично визирной оси. Для получения высокоточных результатов измерений, этот участок рейки не должен быть закрыт никаким препятствием [5].

Условия освещения

На точность взятия отсчета влияет большое изменение яркости, когда, например, нивелир стоит в тени, а рейка на солнце. Не рекомендуется устанавливать рейку «против света» а также ставить рейки на точки с разным освещением. Если помехи повторяются неоднократно, измерение останавливается, появляется сообщение об ошибке 321 "Большое изменение яркости". Позже вы снова можете начать выполнение измерения [5].

Вибрация

Работа в районе железнодорожных или трамвайных путей, а также вблизи строительных площадок влечет за собой погрешности, связанные с работой компенсатора. Важно чтобы в момент отсчета по рейке не

происходило вибрации прибора, изображение в зрительной трубе не дрожало. Выводимый на экран отсчет - это осредненное значение, полученное из нескольких измерений. В случае возникновения больших расхождений между отдельными измерениями, измерение не принимается, отображается сообщение об ошибке "СКО вне допуска". Тем самым устраняются только грубые ошибки; оценка качества измеренных данных не выполняется. При наличии вибрации или турбулентности воздуха, высокоточные измерения, во время которых отображаются минимальные стандартные отклонения, не могут быть выполнены [5].

Односторонний нагрев

Односторонний нагрев прибора влияет на точность взятия отсчета по рейке, что обусловлено деформацией частей прибора. Не рекомендуется вести работы на ярком солнце без специальных приспособлений (топографического зонта).

При ведении высокоточных измерений необходимо строго следовать Инструкции по нивелированию I, II, III, IV классов [6]. В ней прописана методика ведения измерений, а также допуски на:

- длину визирного луча;
- максимальную и минимальную высоту визирного луча;
- разность превышений на станции;
- неравенство плеч;
- накопление неравенства плеч в секции.

7.2 Одиночные измерения

При выполнении одиночных измерений значения отсчетов по рейке могут отображаться независимо друг от друга. Если включены запись и

автоматическая нумерация точек, измерения сохраняются соответственно.






В результате одиночных измерений получается[5]:

R – Отсчёт по рейке;

HD – Горизонтальное проложение.

Выполнение одиночных измерений представлено в таблице 7.1

Таблица 7.1 – Выполнение одиночного измерения

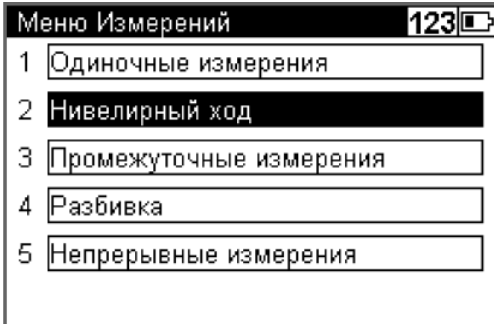
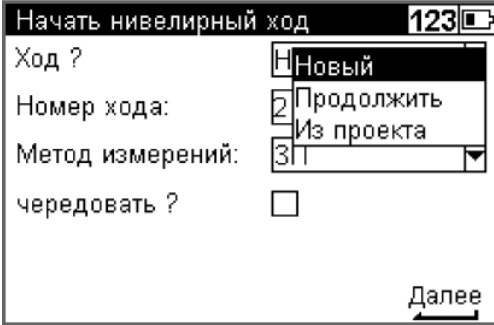
Изображение на дисплее	Действие	Результат
	<p>В меню «Измерения» выберите «Одиночные измерения» и нажмите кнопку ввода </p>	<p>Переход в окно работы с одиночными измерениями</p>
	<p>Введите номер точки, ее код и нажмите на кнопку измерения  (значок  показывает что прибор готов к измерению)</p>	<p>Происходит измерение (и запись) отсчета по рейке и расстояния до нее</p>
	<p>Для проведения повторного измерения нажмите «Повт» «Инфо» - получение подробной информации об измерении</p>	<p>R – Отсчёт по рейке; HD – Горизонтальное проложение.</p>

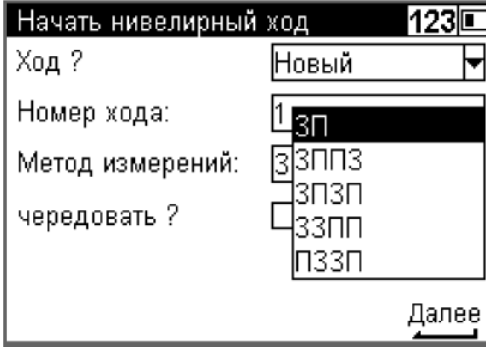
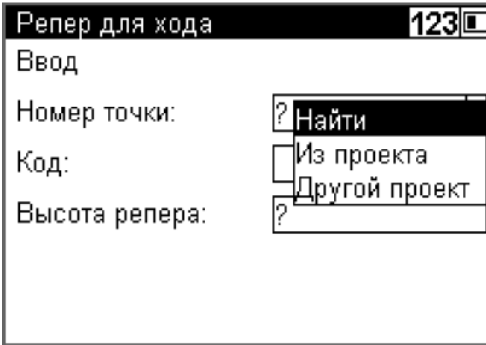
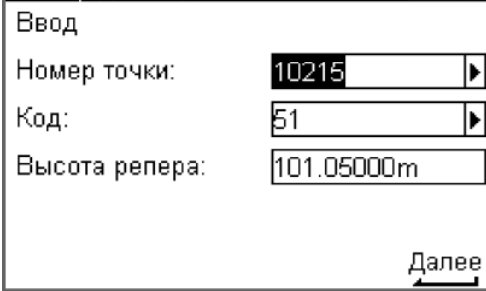

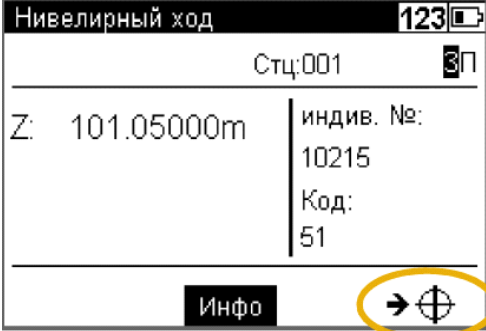


7.3 Нивелирный ход

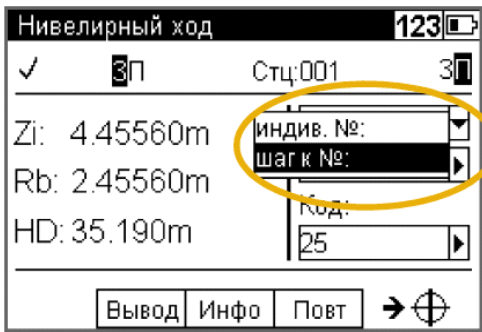


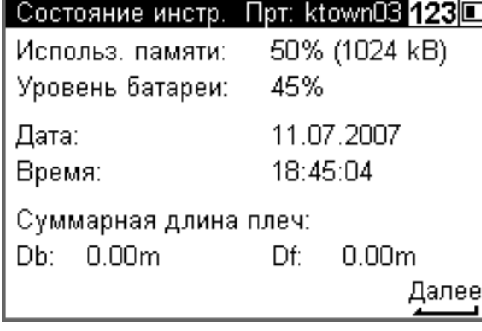
Перед началом проложения нивелирного хода определенного класса необходимо выполнить соответствующие настройки (см. раздел 5). При невыполнении введенных допусков во время измерений прибор выводит сообщение об ошибке и предлагает повторить последнее измерение или измерения на последней станции [5]. Порядок настроек представлен в таблице 5.1.

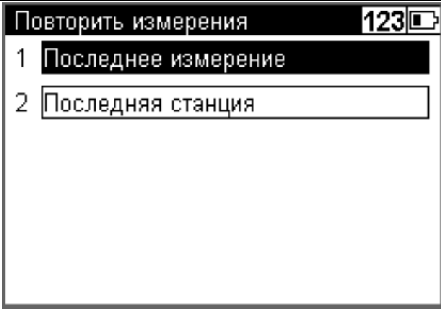


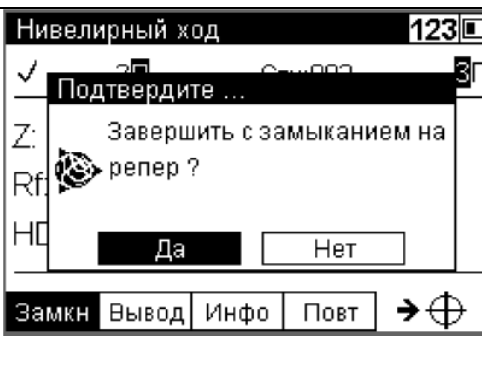
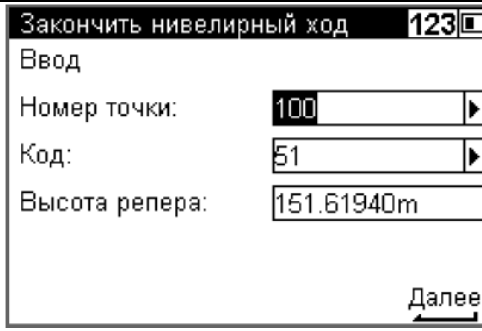
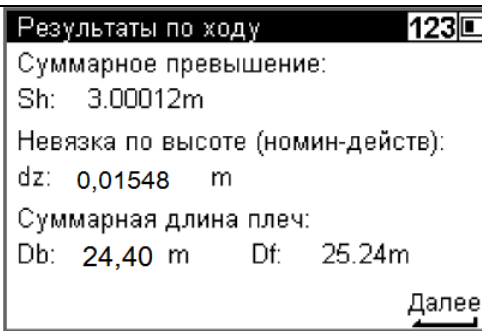
Нивелирный ход выполняется методом из середины с учетом допусков и контролей (см. п. 7.3), соответствующих классу нивелирования. В результате будут определены отметки всех точек нивелирного хода с возможностью его уравнивания. В ходе работы можно определять отметки промежуточных точек и выполнять разбивочные работы. Технология проложения нивелирного хода представлена в таблице 7.4.

Таблица 7.4 – Технология выполнения нивелирного хода [5]

Изображение на дисплее	Действие	Результат
	В меню «Измерения» выберите пункт «Нивелирный ход»	Переход в меню нивелирного хода
	В пункте «Ход ?» выберите «Новый», введите номер хода	Это меню позволяет создать новый ход, продолжить существующий или выбрать ход из проекта Сохранение значений

Изображение на дисплее	Действие	Результат
	<p>Введите метод измерений* (порядок измерений на станции, также зависит от класса нивелирования) Чередование применяется только при высокоточном нивелировании. Нажмите ввод</p>	<p><i>Примечание*</i> З – Задняя рейка П – Передняя рейка</p> <p>Сохранение выбранных значений.</p>
	<p>Выберите номер точки из выпадающего списка или введите необходимый номер точки.</p>	<p>Выберите Найти, чтобы найти номер следующей свободной точки в данном проекте. Выберите Другой чтобы выбрать номер точки из другого проекта.</p>
	<p>Выберите Код из выпадающего списка или введите необходимый код. Введите высоту исходного репера и нажмите кнопку ввода </p>	<p>Сохранение выбранных значений. Если номер точки выбран из списка, высота репера будет задана автоматически.</p>
	<p>Наведите зрительную трубу нивелира на рейку, стоящую на исходном репере (задняя рейка) и нажмите кнопку  Измерения  Z – отметка репера</p>	<p>В правом верхнем углу темным выделена рейка, на которую нужно наводиться (З или П) В правом нижнем углу – символ обозначает, что прибор готов к измерениям</p>

Изображение на дисплее	Действие	Результат
 <p>Нивелирный ход 123</p> <p>✓ 3П Стц:001 3П</p> <p>Zi: 4.45560m Rb: 2.45560m HD: 35.190m</p> <p>индив. №: шаг к №: Код: 25</p> <p>Вывод Инфо Повт → ⊕</p>	<p>Перед началом измерения на следующую точку: Выберите автоматическую (шаг к №) или ручную (индив. №) нумерацию точек. Выберите Номер точки из выпадающего списка или введите номер точки.</p>	<p>После выполнения измерения, оно будет отмечено как выполненное, а результат – показан на дисплее: Zi – Горизонт инструмента Rb – Отсчет по задней рейке HD – длина плеча</p>
 <p>Нивелирный ход 123</p> <p>✓ 3П Стц:002 3П</p> <p>Zi: 6.66633m Rb: 1.99967m HD: 48.000m</p> <p>шаг к №: 1 Код: Code list 1 Code list 2 Code list 3</p> <p>Вывод Инфо</p>	<p>Выберите Код из выпадающего списка или введите необходимый номер точки. Наведите зрительную трубу нивелира на следующую (II) рейку, и нажмите кнопку Измерения</p> <p style="text-align: center;"></p>	<p>После выполнения измерений на станции прибор указывает номер следующей станции и визирную цель. Нивелир переносится на следующую станцию, приводится в рабочее положение, и цикл измерений повторяется.</p>
 <p>Состояние INSTR. Прт: ktown03 123</p> <p>Использ. памяти: 50% (1024 kB) Уровень батареи: 45%</p> <p>Дата: 11.07.2007 Время: 18:45:04</p> <p>Суммарная длина плеч: Db: 0.00m Df: 0.00m</p> <p style="text-align: right;">Далее</p>	<p>Для просмотра дополнительной информации при помощи навигационной клавиши выберите «Инфо» и нажмите кнопку ввода</p>	<p>Db – сумма длин плеч до задней рейки Df – до передней рейки (разность не должна превышать допустимого значения)</p>

Изображение на дисплее	Действие	Результат
	<p>Для повтора последнего измерения (или измерений на последней станции) выберите «Повт.» и нажмите кнопку ввода </p>	<p>Выбор повторения последнего измерения. Строки данных повторных измерений будут отмечены как 5 #.</p>
	<p>После измерения на последнюю точку хода (конечный репер) при помощи навигационной кнопки выберите «Замкн» и нажмите кнопку ввода</p>	<p>Переход в окно завершения хода</p>
	<p>Выберите Да для точки с известной высотой. Выберите Нет для точки с неизвестной высотой.</p>	<p>Если высота конечного репера неизвестна, ее можно будет ввести в режиме постобработки. При этом нельзя выполнить уравнивание</p>
	<p>Введите необходимый номер точки, код и высоту или выберите из памяти известную точку. Нажмите кнопку ввода чтобы продолжить</p>	<p>Обычно, на данном этапе, программа предлагает номер начальной точки, код и высоту</p>
	<p>Нажмите «Далее» для завершения измерений»</p>	<p>Прибор автоматически вычисляет невязку в ходе, отображает накопление неравенства плеч и суммарное превышение</p>

В результате измерений в нивелирном ходе получаются следующие значения:

Sh: общее превышение по ходу

Db, Df сумма длин плеч до задних и передних реек



dz: невязка по ходу (только если были введены отметки начального и замыкающего репера) [5].




Все важные настройки (автоматическая нумерация точек, точность измеряемых данных) необходимо сделать до начала выполнения хода. Особенно это касается сохранения, как важной опции уравнивания хода.

7.4 Промежуточные измерения

После выполнения привязки к реперу, можно определять высоты произвольных точек. Это может производиться как нивелирном ходе, так и отдельно от него. В нивелирном ходе промежуточные точки будут сохранены в памяти прибора и уточнены после уравнивания [5]. Процесс определения отметок промежуточных точек в представлен в таблице 7.5.

Таблица 7.5 – Промежуточные измерения в нивелирном ходе

Изображение на дисплее	Действие	Результат
	<p>Когда выполнена привязка к исходному реперу и все измерения на станции (или все измерения назад) выполнены для начала промежуточных измерений нажмите кнопку «Trimble»  и выберите пункт «Изм.тчк.»</p>	<p>Переход в меню промежуточных измерений</p>

Изображение на дисплее	Действие	Результат
	<p>Нажмите кнопку</p>  <p>чтобы начать измерение. Нажмите «Escape»,</p>  <p>чтобы вернуться к нивелирному ходу. Z - Высота промежуточной точки h - Превышение между новой и задней точкой</p>	<p>Начальный номер точки и шаг нумерации соответствуют выполненным настройкам, отличным от параметров для нивелирного хода.</p>

Аналогично при проложении нивелирного хода можно выполнить разбивку, но ее результат будет «висячим». Поэтому требования к точности разбивочных работ рассчитываются заранее.

7.5 Разбивка

После выполнения привязки к реперу можно выполнить высотную разбивку и определить разность высот между проектными и текущими значениями. Для этого нужно перемещать рейку до тех пор, пока измеренная разница между проектными и текущими значениями не будет в пределах допуска.

Точность разбивочных работ устанавливается в зависимости от конкретных производственных задач и регламентируется нормативными документами. Точность выноса высотных отметок зависит от точности исходных данных и соблюдения методики измерений. Методика выбирается исходя из заданной точности и требований минимизации полевых работ [4]. Разбивочные работы выполняются в меню «Измерения – разбивка».

8 Расчеты

В результате проложения нивелирного хода между двумя реперами, можно получить теоретическое и вычисленное превышения и сравнить их, получив невязку. Программа "уравнивание хода" позволяет распределить получившиеся расхождения пропорционально длинам плеч на каждой станции, в результате чего получают уравненные отметки. Измеренные значения (непосредственные отсчеты по рейке, длины плеч) не изменяются. Отметки промежуточных точек уточняются в соответствии с отметкой станции.

Уравнивание хода может быть выполнено только если нивелирный ход был завершен и сохранен в памяти вместе со значениями отметок промежуточных точек.

Часто при проложении хода, отметки задних точек визирования еще неизвестны. В этом случае отметки можно ввести при выполнении уравнивания. Возможно также уравнивание замкнутых ходов, начатых и законченных на одном и том же репере [5].

8.1 Требования, предъявляемые к уравниванию хода

1. Весь нивелирный ход должен быть записан в одном проекте на РС карте памяти.
2. Должен быть установлен **режим записи RMC**. В противном случае, уравнивание хода не может быть выполнено, так как в проекте не будет строк, зарезервированных для записи полученных значений отметок.
3. Нивелирный ход нельзя прерывать до завершения измерения на станции.

4. Общее уравнивание последовательных ходов возможно, только если они соединены. (Использовалась функция "продолжить ход Каждая часть хода начатая с помощью функции "новый ход" может быть уравнена только отдельно.

5. Уравнивание хода не включает осреднение значений отсчетов расстояния на заднюю и переднюю рейки.

6. Уравнивание хода нельзя повторить.



7. Прежде чем приступить к уравниванию хода, убедитесь, что батарея имеет достаточный уровень заряда.

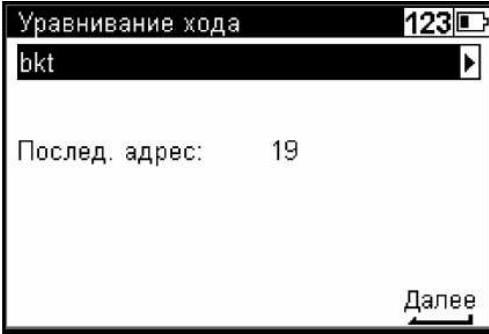

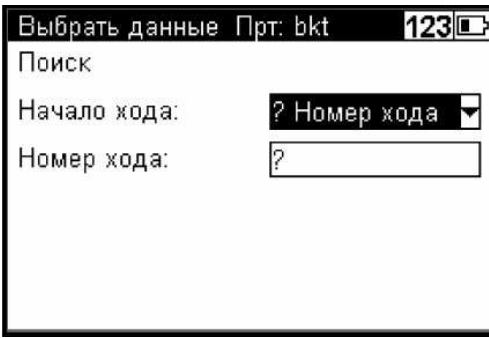




8. Данные, сохраненные в памяти, не должны изменяться в промежутке между измерениями и уравниванием [5].




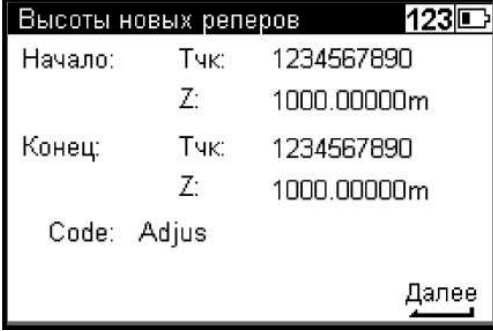



8.2 Технология выполнения уравнивания нивелирного хода

Технология уравнивания нивелирного хода приведена в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Технология уравнивания нивелирного хода [5]

Изображение на дисплее	Действие	Результат
	<p>В меню «Расчеты» выберите пункт «Уравнивание хода» и нажмите кнопку ввода, </p>	<p>Переход в меню уравнивания хода</p>

Изображение на дисплее	Действие	Результат
	<p>Выберите необходимый проект и нажмите кнопку ввода, </p>	<p>По умолчанию предлагается текущий проект. Переход в меню выбора хода</p>
	<p>Определите критерий поиска и введите необходимое значение. Нажмите кнопку ввода , чтобы продолжить.</p>	<p>Поиск может осуществляться по номеру точки, коду, и номеру хода.</p>
	<p>При помощи навигационной клавиши листайте вверх или вниз для поиска хода по определенному критерию. Нажмите кнопку ввода, чтобы продолжить. В появившемся окне нажмите «Да»</p>	<p>Программа автоматически найдёт окончание хода и все продолжения. Программа сообщит о строках с данными для выбранного хода.</p>
	<p>Введите или подтвердите предложенные отметки реперов. Нажмите кнопку ввода , чтобы продолжить.</p>	<p>Переход в следующее меню</p>

Изображение на дисплее	Действие	Результат
	<p>Введите или подтвердите предложенный код для выбранных высот репера. Нажмите кнопку ввода , чтобы продолжить. В появившемся окне проверьте данные и нажмите кнопку ввода </p>	<p>Изменённый код точки поможет обнаружить изменённые значения высоты.</p> <p>Меню «Differenz of line» покажет прежне и измененное значение невязки</p>
	<p>Проверьте значения отметок реперов и нажмите кнопку ввода , чтобы начать уравнивание</p>	<p>Программа проверит строки с данными на наличие изменений. Если данные в строках были изменены (значения высот), уравнивание хода не может быть выполнено.</p>
	<p>Нажмите кнопку ввода , чтобы завершить операцию</p>	<p>Уравненные отметки точек нивелирного хода и промежуточных точек будут записаны в специально отведенные ячейки в строках данных прибора</p>

9 Сведения о точности

Для установления и проверки некоторых точностных характеристик электронного нивелира Trimble DiNi Были выполнены исследования.

Точность взятия отсчета по рейке при длине визирного луча 24 метра была определена по истинным погрешностям. Средняя квадратическая погрешность составила 0,11 мм.

Была исследована точность определения превышения в зависимости от длины визирного луча. Максимальное расстояние соответствовало предельному расстоянию II классу нивелирования (65 м), минимальное расстояние – 5,6 м. Результаты данного исследования представлены на рисунке 9.1.

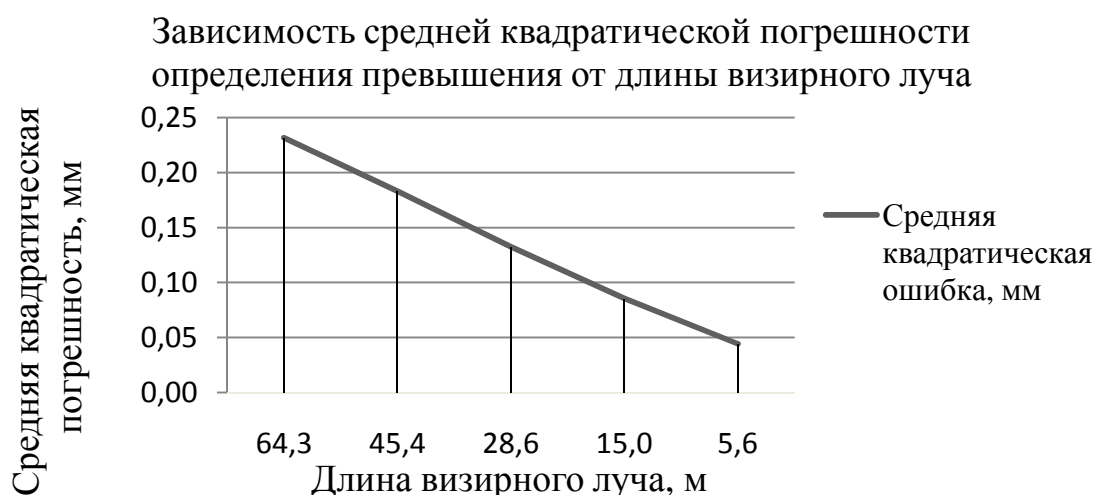


Рисунок 9.1 – Зависимость СКП определения превышения от длины визирного луча

Результаты показали, что при малых плечах (до 10 м) средняя квадратическая погрешность определения превышения порядка 0,04 мм, а при длинах плеч, близких к максимальным для нивелирования II класса средняя квадратическая погрешность увеличивается в зависимости, близкой к линейной до 0,23 мм. Руководство к использованию прибора подтверждает данную погрешность и для высокоточного нивелирования рекомендует использовать длины плеч до 30 м.

Библиографический список

1. Гурьянов С. Е. - Знакомьтесь: ПЗС - май 1996 [Электронный ресурс] / С. Е. Гурьянов.- Режим доступа: <http://edu.zelenogorsk.ru/astron/articles/ccdart.htm>.
2. Учебная инструментальная практика [Текст]: методические указания к заданиям по инструментальной практике для студентов строительных специальностей / Алт. гос. техн. ун-т им И.И. Ползунова ; сост. Б. Ф. Азаров, Л. И. Хлебородова – Барнаул : АлтГТУ, 2010 - 73с.
3. Дементьев В. Е. Современная геодезическая техника и ее применение [Текст]: Учебное пособие для вузов : Изд. 2-е / В. Е. Дементьев ; Москва: Академический проект, 2008. – 591 с.
4. Авакян В. В. Прикладная геодезия [Текст]: технологии инженерно-геодезических работ / В. В. Авакян. – Москва. : Амалданик, 2012. – 330 с. : ил.
5. Цифровой нивелир Trimble DiNi : Руководство пользователя : Версия 01.00.
6. ГКИНП (ГНТА)-03-010-03 Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов [Текст]: утверждена Руководителем Федеральной службы геодезии и картографии России 25 декабря 2003 г. № 181-пр. : ввод в действие 1 февраля 2004 г. - Москва. : ЦНИИГАиК, 2004. – 168 с.

Журнал Нивелирования II класса [6]

Ход от _____ до _____ Дата _____ Начало _____ Окончание _____

Условия работы: Грунт _____ Изображение _____

Наблюдатель _____ Записывал _____ Направление и сила ветра _____

№№ шт., №№ реек	Зарисовка привязок	Длины плеч			Отсчеты		Контроль
		заднее	переднее		Основная шкала	Дополнит. шкала	
станция 1 Rp 350 – x ₁		(2) HD *	(4) HD	З	(1) Rb	(6) Rb	(10) = (1)-(6)
		(12) HD	(13) HD	П	(3) Rf	(5) Rf	(9) = (3) – (5)
		(12) – (13) / ∑ ((12) – (13))		З - П	(7) Rb - Rf	(8) Rb - Rf	(11) = (9) – (10)
				h _{среднее}	((7)+(8))/2	(7) – (8)	(11) / ∑(11)
Станция 2 x ₁ – x ₂		23,444	23,164	З	0,2554	0,2562	-0,0008
		23,444	23,164	П	1,9019	1,9024	-0,0005
		+0,28/+0,28		З - П	-1,6465	-1,6462	-0,0003
				h _{среднее}	-1,6464	+0,0003	+0,0003/+0,0003
Станция 3 x ₂ – Эл-2		21,755	21,325	З	1,0471	1,0470	+0,0001
		45,199	44,489	П	1,8478	1,8480	-0,0002
		+0,44/+0,72		З - П	-0,8007	-0,8010	-0,0003
				h _{среднее}	-0,8008	-0,0003	-0,0003/0,0000

* В скобках указан порядок записи в журнале

Валенко Александр Владимирович
Никольский Евгений Константинович

УСТРОЙСТВО ЦИФРОВОГО НИВЕЛИРА TRIMBLE DiNi 003 И РАБОТА С НИМ

(Методические указания по выполнению лабораторных работ по геодезии
для студентов направлений 21.03.03 – Геодезия и дистанционное
зондирование и 21.03.02 – Землеустройство и кадастры)

Подписано в печать ____ Формат 60x90 1/16. Бумага газетная. Печать трафаретная.
Уч. изд. л 1,9. усл. печ. л 2,1. Тираж 100 экз. Заказ №

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования «Нижегородский государственный архитектурно-
строительный университет» 603950, Н. Новгород, Ильинская, 65.
Полиграфцентр ННГАСУ, 603950, Н. Новгород, Ильинская, 65