МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

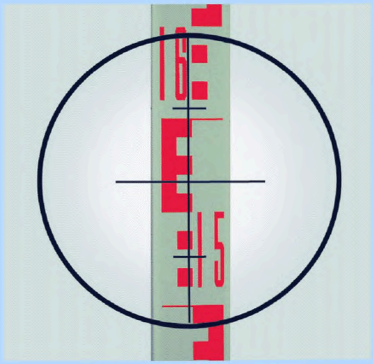
Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды
(Росгидромет)

Р У К О В О Д Я Щ И Й Д О К У М Е Н Т

РД 52.10.768–2012



НИВЕЛИРОВАНИЕ МОРСКИХ УРОВЕННЫХ ПОСТОВ



Обнинск
Издательство «Артифекс»
2012

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ
И ЭКОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**Федеральная служба по гидрометеорологии
и мониторингу окружающей среды
(Росгидромет)**

Р У К О В О Д Я Щ И Й Д О К У М Е Н Т

**РД
52.10.768–
2012**

НИВЕЛИРОВАНИЕ МОРСКИХ УРОВЕННЫХ ПОСТОВ

Обнинск
Издательство «Артифекс»
2012

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным бюджетным учреждением «Государственный океанографический институт имени Н.Н. Зубова» (ФГБУ «ГОИН») Росгидромета.

2 РАЗРАБОТЧИКИ В.З. Остроумов, заведующий лабораторией геоинформационных исследований ФГБУ «ГОИН», доцент кафедры высшей геодезии МИИГАиК, канд. техн. наук, (руководитель разработки), Л.В. Остроумов, ст. науч. сотруд., канд. техн. наук.

3 СОГЛАСОВАН Федеральным государственным бюджетным учреждением «НПО «Тайфун» Росгидромета (ФГБУ «НПО «Тайфун») письмом от 02 декабря 2011 года № 01–46/3885, УМЗА Росгидромета письмом от 11апреля 2012 года № 20–50–135.

4 ОДОБРЕН ЦМКП от 13 июня 2012 года.

5 УТВЕРЖДЕН Руководителем Росгидромета А.В. Фроловым 26 сентября 2012 г.

6 ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Росгидромета от 26 сентября 2012 г. № 571.

7 ЗАРЕГИСТРИРОВАН в ФГБУ «НПО «Тайфун» за номером РД 52.10.768–2012 25 сентября 2012 г.

8 ВЗАМЕН Методических указаний, выпуск 9 Нивелирование морских уровенных постов. – Л.: Гидрометеоиздат, 1980 и РТМ [5].

9 СРОК ПЕРВОЙ ПРОВЕРКИ 2018 год.

ПЕРИОДИЧНОСТЬ ПРОВЕРКИ 5 лет.

Содержание

1. Область применения 1
2. Нормативные ссылки 1
3. Термины, определения и сокращения 1
3.1. Термины и определения 1
3.2. Сокращения 3
4. Общие положения 4
4.1. Цель нивелирования морских уровенных станций и постов 4
4.2. Знаки нивелирования (реперы) 4
4.3. Сроки нивелирования 6
5. Инструменты и оборудование, применяемые при нивелировании 7
5.1. Типы нивелиров и их устройство 7
5.2. Поверки нивелира 11
5.3. Нивелирные рейки 13
5.4. Уход за нивелирами, штативами и рейками 14
6. Производство нивелирования 15
6.1. Общие требования 15
6.2. Порядок нивелирования 17
6.3. Заполнение журнала нивелирования 19
6.4. Нивелирование реперов уровенного поста 20
6.5. Нивелирование измерительных приспособлений уровенного поста 29
6.6. Определение нивелированием высоты нуля барометра и высот волномерного и ледового пунктов 38
6.7. Составление схемы нивелирного хода 45
6.8. Порядок работы с нивелиром с самоустанавливающейся линией визирования 46
6.9. О нивелировании устройств морского уровенного поста 47
Приложение А (обязательное) Определение и исправление угла «i» 48
Приложение Б (обязательное) Ведомость превышений и высот реперов 52
Приложение В (обязательное) Схема нивелирования 53
Приложение Г (справочное) Схема расположения реперов 54
Приложение Д (обязательное) Карточка обследования пункта 55
Библиография 56

Введение

С момента выхода в свет второго издания [1] прошло 30 лет. Первоначальный вариант [1] составлен в Государственном океанографическом институте ст. науч. сотруд., канд. тех. наук Л. С. Боришанским и мл. науч. сотруд. Е.П. Лиакумович под общим руководством начальника методического отдела, канд. тех. наук Г.С. Иванова. Методические указания [1] были рассмотрены профессором кафедры геодезии Московского государственного университета геодезии и картографии (МИИГАиК) Н.И. Модринским, сделавшим ряд ценных замечаний. Большую работу проделал Н.И. Козицкий, просмотревший рукопись в целом. Во второе издание ст. науч. сотрудниками канд. географ. наук А.Н. Овсянниковым, канд. географ. наук С.В. Победоносцевым и мл. науч. сотруд. Ю.А. Хвацкой были внесены изменения, которые в 1980 году отвечали техническому уровню применяемых на сети морских уровенных станциях и постах инструментов для производства нивелирования.

В настоящем руководящем документе, сохраняя преемственность второго издания, заведующим лабораторией геоинформационных исследований ФГБУ «ГОИН», доцентом кафедры высшей геодезии МИИГАиК, канд. тех. наук В.З. Остроумовым и ст. науч. сотруд., канд. тех. наук Л.В. Остроумовым внесены изменения происшедшие с момента выхода в свет второго издания [1] в технологии работ и применяемых современных технических средств.

Надежность наблюдений за уровнем моря требует систематического определения неизменности высотного положения нуля поста. Настоящий руководящий документ содержит описание инструментов, оборудования и методов производства работ по нивелированию морских уровенных станций и постов. Особенности нивелирных работ на морских станциях и постах состоят в том, что они производятся по одним и тем же трассам, предусматривают нивелирование объектов, находящихся под водой, и предназначены обеспечивать надежность измерения уровня моря. Эти особенности и отличают настоящий руководящий документ от других геодезических руководств.

В настоящем руководящем документе не отражены применяемые в современных условиях спутниковые методы определения координат. Внедрение в геодезическую практику спутниковых технологий позволяет осуществить принципиально новый подход к установлению единой системы нормальных высот. В соответствии с Федеральной целевой программой (ФЦП) "Глобальная навигационная система" на 2002–2011 г.г. и ФЦП "Глобальная навигационная система" на 2012–2020 г.г. на территории России создается единая по точности геодезическая спутниковая сеть, которая фактически реализует единую государственную систему координат. Наряду с решением фундаментальных и прикладных задач геодезии, обеспечивающих построение на территории Российской Федерации высокоточной единой государственной системы геодезических координат и поддержание ее на уровне современных и перспективных требований, ФЦП "Глобальная навигационная система" (подпрограмма IV) предусматривает «создание системы постоянных наблюдений за динамикой уровня моря на уровенных постах и прогноза его состояния» на основе применения глобальных навигационных спутниковых систем позиционирования GPS/ГЛОНАСС.

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

НИВЕЛИРОВАНИЕ МОРСКИХ УРОВЕННЫХ ПОСТОВ

Дата введения – 2013-07-01

1 Область применения

1.1 Настоящий руководящий документ определяет технологию выполнения работ по привязке (нивелированию) реперов и нулей морских уровенных станций и постов к государственной нивелирной сети – главной высотной основе (ГВО) и предназначен обеспечить надежность определения (измерения) уровня моря.

1.2 Настоящий руководящий документ обязателен к применению учреждениями и организациями, выполняющими привязку реперов и нулей морских уровенных станций и постов государственной наблюдательной сети Росгидромета, а также реперов гидрографической наблюдательной сети системы предупреждения цунами (СПЦ) к ГВО на территории Российской Федерации независимо от их ведомственной принадлежности и форм собственности.

2 Нормативные ссылки

В настоящем руководящем документе использованы ссылки на следующие стандарты и нормативные документы:

ГОСТ 19179 – 73. Гидрология суши. Термины и определения.
ГОСТ 18458 – 84. Приборы, оборудование и плавсредства наблюдений в морях и океанах. Термины и определения.

3 Термины, определения и сокращения

3.1 Термины и определения

В настоящем руководящем документе применены термины по ГОСТ 19179 и ГОСТ 18458, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **временный репер:** Металлический или деревянный кол, дюбель, гвоздь, вбитые в грунт, в стены долговременных зданий и сооружений, в бетонные покрытия или в железобетонный монолит, в пни свежеспиленных деревьев, предназначенный для временного закрепления высотного положения точек земной поверхности.

3.1.2 **гидрологическая наблюдательная сеть:** Система расположенных на берегу моря или на дне моря, озера, водохранилища, реки гидрологических постов, оборудованных для наблюдения за уровнем воды и ее волнением.

3.1.3 **гидрографическая наблюдательная сеть:** Сеть пунктов на берегу или на дне моря предназначенная для наблюдения за уровнем воды и ее волнением.

3.1.4 **гидрологический (уровнемерный) пост:** Место на берегу реки, озера, моря, водохранилища, оборудованное футштоком, мареографом или свайным постом, предназначенное для наблюдения за уровнем воды и ее волнением и тремя реперами (основным, рабочим и контрольным), предназначенными для определения (контроля) высотного положения реперов и нуля поста.

3.1.5 **государственная нивелирная сеть (главная высотная основа; ГВО):** Система закрепленных на местности точек (реперов), высоты которых определены из нивелирования от исходного пункта государственной нивелирной сети – нуля Кронштадтского футштока.

3.1.6 **грунтовый репер:** Знак нивелирования, состоящий из нивелирной марки, прикрепленной к железобетонному монолиту, заложенному в грунт.

3.1.7 **исходный пункт государственной нивелирной сети:** Нуль Кронштадтского футштока – горизонтальная черта, проведенная на металлической пластине, укрепленной на устое моста через Обводный канал в г. Кронштадте.

Примечание – Отметки (высоты) реперов над нулем Кронштадтского футштока принято называть абсолютными отметками, или отметками (высотами) в Балтийской 1977 года системе нормальных высот. Если отметки реперов не определены относительно нуля Кронштадтского футштока (реперы уровенного поста не связаны нивелировкой с реперами государственной нивелирной сети), то отметки их, а, следовательно, и отметки нулей постов, принято называть условными.

3.1.8 **исходный репер:** Репер государственной нивелирной сети, с которым связан нивелировкой основной репер уровенного поста.

Примечание – Высотные отметки исходных реперов помещены в каталогах высот, марок и реперов, изданных Главным управлением геодезии и картографии при Совете Министров СССР (правопреемники: Роскартография, Росреестр).

3.1.9 **кроки:** Глазомерный набросок плана местности, чертеж участка местности, отображающий ее важнейшие элементы, выполненный при глазомерной съемке.

3.1.10 **мареограф:** Установка для измерения и непрерывной автоматической регистрации (записи) колебаний уровня моря.

Примечание – Наиболее распространены поплавковые мареографы, у которых колебания поплавка передаются пишущему устройству.

3.1.11 **нивелирование:** Определение высотного положения закрепленных на местности точек земной поверхности, относительно некоторой выбранной точки или относительно некоторого репера выбранного за исходный.

3.1.12 **нуль поста:** Отсчет уровня на морском уровенном посту, который определяется от одного и того же исходного, принятого для данного поста (станции), горизонта.

3.1.13 **основной репер:** Репер, служащий для определения (контроля) высотного положения рабочих реперов и нуля поста.

3.1.14 **промежуточная точка:** Точка, подлежащая нивелированию, но не являющаяся связующей.

3.1.15 **рабочий (контрольный) репер:** Репер, служащий для систематических определений нивелированием высотных отметок измерительных приспособлений уровенного поста и определения (контроля) высотного положения нуля поста.

Примечание – Рабочий репер закладывается по возможности ближе к измерительным приспособлениям, но вне зоны затопления высокими водами.

3.1.16 **репер:** Закрепленный на местности знак нивелирования в виде металлического диска (пластинки) с выступом (или отверстием) – нивелирная марка, закрепляемая в стенах долговременных зданий и сооружений, в скалах, бетонных покрытиях или в железобетонном монолите, заложенном в грунт и предназначенный для долговременного закрепления высотного положения точек земной поверхности.

3.1.17 **свайный пост:** Водомерный пост, состоящий из ряда свай, закрепленных установленным порядком [2] на дне водной поверхности перпендикулярно береговой линии моря (озера, реки или водохранилища).

3.1.18 **связующая точка:** Точка, общая для двух соседних станций (штативов), с помощью которой передается отметка по нивелирному ходу.

3.1.19 **стенная марка:** Знак нивелирования, состоящий из головки и хвостовой части.

Примечание – В отличие от стенного репера на марке вместо полочки имеется отверстие, куда вставляется штифт для подвешивания подвесной рейки. Отметка марки относится к центру отверстия.

3.1.20 **стенной репер:** Знак нивелирования, состоящий из головки и хвостовой части.

Примечание – Головка представляет собой диск, на одной четверти которого выступает полочка, служащая для установки рейки при нивелировании. Хвостовая часть имеет четырехгранную уступчатую форму и оканчивается четырехгранным острием. Отметка стенного репера относится к верхней части полочки (место установки рейки).

3.1.21 **угол «i»:** Ошибка в отсчете по рейке, вызванная непараллельностью визирной оси зрительной трубы и оси цилиндрического уровня (главное условие нивелира)

3.1.22 **уровнемерная рейка:** Измерительное устройство в виде рейки с нанесенными делениями, предназначенное для непосредственного (дискретного) отсчета (измерения) уровня моря.

3.1.23 **футшток:** Рейка с делениями, установленная на уровнемерном посту для наблюдения за уровнем воды в реке, озере, море, водохранилище.

3.1.24 **цунами:** Длиннопериодные волны, возникающие в океанах и морях вследствие землетрясений, извержения подводных или островных вулканов, а также в результате падения метеоритов и астероидов.

3.2 Сокращения

В настоящем руководящем документе применены следующие сокращения:

Росгидромет –	Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды
Роскартография –	Федеральное агентство по геодезии и картографии
Росреестр –	Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии
ЦНИИГАиК –	Центральный научно–исследовательский институт геодезии, аэрофотосъемки и картографии
ГОИН –	Государственный океанографический институт
УГМС –	Управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды
ЦГМС –	Центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды
ГВО –	главная высотная основа
РН –	рейка нивелирная
СПЦ –	система предупреждения цунами.
СУМ –	самописец уровня моря
СКП –	средняя квадратическая погрешность
фнд. рп. –	фундаментальный репер
гр.рп. –	грунтовый репер
оп. знак –	опознавательный знак
ст. рп. –	стенной репер
ск. рп. –	скальный репер
вр. рп. –	временный репер

4 Общие положения

4.1 Цель нивелирования морских уровенных станций и постов

4.1.1 При изучении колебаний уровня моря необходимо обеспечить сравнимость результатов наблюдений, произведенных в разных местах как одновременно, так и в разное время. Для этого отсчеты уровня на каждой станции должны вестись от одного и того же исходного, принятого для данной станции горизонта, который является нулем поста. Высотное положение нуля поста задается относительно репера. Нуль поста определяется при помощи проложения нивелирного хода от рабочего (контрольного) репера до верха или оголовка уровнемерной рейки. Основное требование к рабочему (контрольному) реперу и уровнемерному устройству (футштоку, мареографу, свайному посту) – неизменность его высотного положения в течение длительного времени.

4.1.2 Для приведения наблюдений к нулю поста измерительные приспособления уровенного поста (водомерные рейки, сваи, самописцы уровня моря и т. д.) должны быть связаны нивелировкой с репером, отметка которого выражается в метрах и его долях.

4.1.3 Целью нивелирования морских уровенных постов является:

- установление высотной отметки нуля водомерной рейки, СУМ, автоматических электронных регистраторов уровня моря и головок водомерных свай относительно рабочего репера и, следовательно, относительно нуля поста и систематический контроль за неизменностью их высотного положения;
- установление постоянства высотного положения рабочего репера;
- привязка основного и рабочего репера к ГВО (получение абсолютных отметок реперов, а, следовательно, и уровня моря);
- определение уровня моря.

4.2 Знаки нивелирования (реперы)

4.2.1 Для определения высотного положения нулей водомерных реек, мареографов и головок свай и закрепления высотного положения нуля поста уровенные посты оборудуют одним основным репером и двумя рабочими (контрольными) реперами [2]. Свое высотное положение основной репер должен сохранять неизменным в течение многих лет. Основные реперы выбираются или устанавливаются вблизи уровенного поста в местах, обеспечивающих долговременную сохранность и устойчивость высотного положения реперов. В качестве основных реперов могут быть использованы реперы государственной нивелирной сети, находящиеся поблизости от уровенного поста, или закладываются специальные реперы. Последние должны быть связаны нивелировкой с реперами ГВО. Исключение допускается впредь до осуществления привязки к государственной нивелирной сети органами Росреестра (Роскартографии) для реперов, находящихся на островах, или удаленных от реперов государственной нивелирной сети на большое расстояние (порядка 100 км и более), или расположенных в труднодоступных местах.

4.2.2 По своему устройству реперы уровенного поста могут быть фундаментальными и/или рядовыми. В качестве основных реперов уровенного поста используются фундаментальные или рядовые постоянные реперы, а в качестве рабочих – рядовые. Фундаментальные реперы подразделяются на скальные и грунтовые.

Рядовые постоянные реперы могут быть в виде:

- стенных реперов или стенных марок, закладываемых в стены капитальных каменных или бетонных зданий и сооружений;
- скальных реперов, в виде реперов и марок, закладываемых в скалу или бетонное покрытие;
- грунтовых реперов, закладываемых в грунт.

Место установки грунтового репера должно удовлетворять требованиям:

- в отношении рельефа – необходимо избегать крутых склонов, особенно оползней, котловин и пониженных форм рельефа; следует выбирать места ровные и возвышенные;
- в отношении геологического строения – предпочитать выходы коренных, лучше всего скальных пород;
- в отношении почв и наносов – избегать глинистых, болотистых, торфяных и мест, подверженных пучению и провалам;
- в отношении гидрологических условий – избегать близости выхода на поверхность грунтовых вод. Глубина залегания грунтовых вод в местах расположения реперов должна быть не менее 3 м, а в районах глубокого промерзания не менее 4 м.

4.2.3 В районах глубокого промерзания грунтов следует для закладки основных реперов выбирать места, наиболее освещенные солнцем; в районах вечной мерзлоты реперы располагают в тени. Выбор реперов уровенного поста из имеющихся поблизости реперов государственной нивелирной сети и закладка новых производится лицом, открывающим уровенный пост.

4.2.4 На каждый репер уровенного поста составляются кроки, которые в дальнейшем служат для отыскания репера на местности (рисунок 1). Кроки составляются на плотной чертежной бумаге. Они должны содержать следующие сведения:

- в заголовке – название места установки репера, тип и номер репера;
- для грунтовых и скальных реперов – план местоположения репера, снимаемый глазомерно в масштабе 1 : 25000, а в малообжитой местности в масштабе 1 : 50000. Граница съемки выбирается с таким расчетом, чтобы в пределах плана поместилось два–три наиболее характерных ориентира. На плане показывается расстояние от ближайших постоянных местных предметов до репера, а также магнитные азимуты двух-трех местных предметов на репер;
- для стенных реперов (стенных марок) – план местности вокруг здания или сооружения, в которое он заложен. План снимается в масштабе 1 : 5000, если это здание (сооружение) не отличается особой фундаментальностью (деревянный дом с каменным фундаментом, расположенный в небольшом селении, мост на грунтовой дороге и т. д.). Если здание или сооружение устроено фундаментально, план этого здания (сооружения) помещается в произвольном масштабе с указанием квартала, улицы или дороги, на которых оно расположено. На плане показываются промеры (до сотых долей метра) от репера до ближайших постоянных ориентиров и контуров;

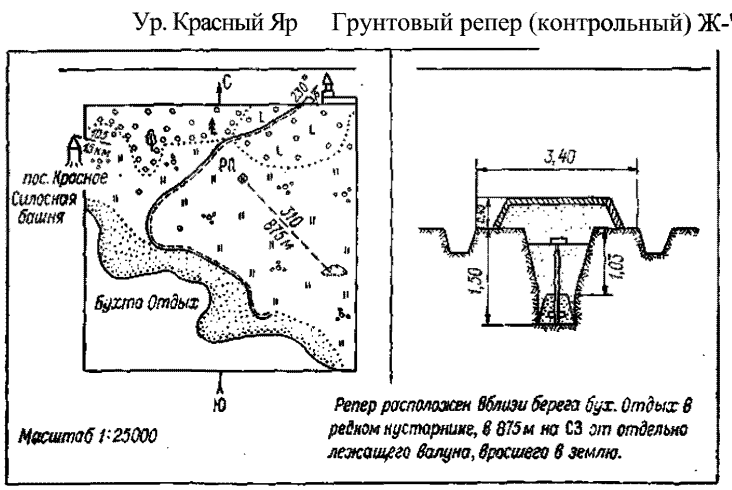


Рисунок 1 – Образец кроки грунтового репера

- зарисовку или фотоснимок сооружения, в котором заложен стенной репер (стенная марка). Зарисовка сооружения или его части осуществляется в произвольном масштабе, но с обязательным указанием расстояний по горизонтали и вертикали от заложенного знака до характерных частей сооружения. Для грунтовых реперов вычерчивается в произвольном масштабе разрез репера (рисунок 1), на котором указываются размеры, отмеченные на рисунке;
- краткое описание местоположения репера, которое составляется в произвольной форме и должно содержать: название местности, где расположен репер; ориентировку его относительно ближайшего населенного пункта и от одного-двух характерных береговых ориентиров; название населенного пункта и здания, если репер расположен в населенном пункте, и расположение репера на здании;
- на обороте бланка кроки помещаются: наименование организации (учреждения), заложившего репер; подписи лиц, составлявших и проверявших кроки; дата составления кроки.

4.3 Сроки нивелирования

4.3.1 Регламентные работы по нивелированию водомерных реек, регистрирующих устройств и головок свай выполняют два раза в год. Водомерные рейки, установленные на капитальных сооружениях, допускается нивелировать один раз в год, если прежние результаты нивелирования показали устойчивость их высотного положения. Немедленно после какого-либо повреждения водомерной рейки (свай), замены ее или после происшествия, при котором можно предполагать возможность смещения водомерной рейки, а также после обнаружения при обработке наблюдений дефектов, вызванных изменениями высотного положения нуля водомерной рейки (головок свай), дополнительно производится нивелирование ее. Сроки нивелировок устанавливаются УГМС. Как правило, нивелировка выполняется весной и осенью, после очищения района уровенного поста ото льдов и перед замерзанием его. Ледовые водомерные рейки (ледовые футштоки) нивелируются не реже чем один раз в два месяца и всякий раз при их перестановках и повреждениях.

4.3.2 Постоянство высотных отметок рабочих (контрольных) реперов определяется от основных реперов ежегодно в течение трех лет после закладки рабочих реперов. Если за это время результаты ежегодного нивелирования подтверждают постоянство высотного положения рабочего репера, в дальнейшем контрольные нивелирования выполняются с трехлетними интервалами. Если по данным ежегодного нивелирования установлен систематический характер изменения отметки рабочего репера, следует заложить новый рабочий репер в более устойчивом месте, проверить ежегодным нивелированием в течение трех лет устойчивость его отметки и в дальнейшем пользоваться этим репером.

4.3.3 Нивелирование основных реперов производится по представлениям УГМС органами Росреестра (Роскартографии). Однако допускается нивелировка основных реперов силами УГМС. Нивелирование водомерных реек, головок свай и рабочих (контрольных) реперов производится контролирующими лицами, инспектором УГМС, начальником или другими сотрудниками станции.

5 Инструменты и оборудование, применяемые при нивелировании

При производстве нивелирования применяются следующие инструменты и оборудование: нивелир со штативом; нивелирные рейки, башмаки, костыли или деревянные колья; мерная лента, стальной трос; металлическая рулетка; подвесная рейка. В зависимости от класса нивелирования к инструментам и рейкам предъявляют требования, приведенные в таблице 1, регламентированные инструкцией по нивелированию I, II, III и IV классов [3].

5.1 Типы нивелиров и их устройство

5.1.1 При нивелировании III и IV классов, а также при техническом нивелировании применяются нивелиры типа НЗ и/или НВ–1. При нивелировании III класса могут также применяться нивелиры с уровнем типа НГ.

5.1.2 Нивелир НЗ (рисунок 2) состоит из зрительной трубы, цилиндрического уровня, изображение которого передается в поле зрения трубы, элевационного винта, которым осуществляется точное совмещение концов пузырька уровня, зажимного и наводящего винтов, круглого установочного уровня, трегера с тремя подъемными винтами. Оптическая схема нивелира показана на рисунке 3. Нивелир юстируется на заводе так, что в окуляре зрительной трубы одновременно видны сетка нитей, изображение предметов и изображение концов пузырька цилиндрического уровня. Если нет одновременного изображения концов пузырька уровня и изображения предмета, на который визируют, то перемещают объектив вдоль оптической оси. Основные технические характеристики, предъявляемые к нивелирам и рейкам, приведены в таблице 1.

5.1.3 Нивелир НЗ работает в диапазоне температур от минус 40 до плюс 50 °С. При изменении температуры на 1 °С угол «i» нивелира изменяется не более чем на 0,8".

5.1.4 В комплект нивелира НЗ входят: нивелир (рисунок 2), штатив, упаковочный ящик, становой (закрепительный) винт, ЗИП, техническая документация, две шашечные трехметровые двухсторонние рейки с сантиметровыми делениями (рисунок 7) и одна подвесная рейка длиной 1,2 м (рисунок 10).

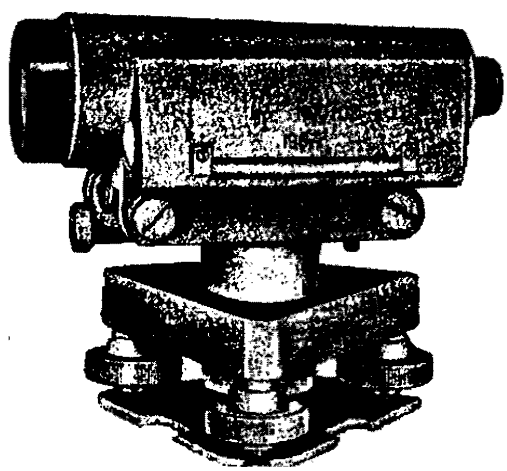


Рисунок 2 – Общий вид нивелира НЗ

Основные технические характеристики нивелира Н3

Зрительная труба
Увеличение 30*
Угол поля зрения ..... 1°20'
Диаметр свободного отверстия объектива, мм 40
Коэффициент дальномера ..... (100±1)
Наименьшее расстояние визирования, м 2,0
Температурный диапазон работы, °С ..... от -40 до +50
Цена деления уровня (на 2 мм)
цилиндрического 15
круглого 10
Масса, кг
нивелира 1,8
упаковочного ящика 2,0
штатива 3,5
Габаритные размеры, мм
нивелира 175x152x123
упаковочного ящика 230x200x153
Длина штатива, мм 1550

Таблица 1 – Требования, предъявляемые к нивелирам и рейкам. Критерии оценки точности нивелирования

Основные технические характеристики	Класс нивелирования		
	III	IV	Техническо нивелирование
Нормальная длина визирного луча, м	75	100	120
Средняя квадратическая погрешность определения превышения на станции, мм	1,5	3,0	6,0
Средняя квадратическая погрешность на 1 км. хода, мм	4,0	8,0	20
Увеличение зрительной трубы не менее, крат	30	25	20
Цена деления цилиндрического контактного уровня на 2 мм не более, с	30	30	45
Предел работы компенсатора, мин	10	15	15
Рейки	Цельные, деревянные шашечные *		Складные, шашечные
Цена наименьшего деления шкалы рейки, мм	10	10	10
Длина рейки, мм	3000	3000	4000
Допустимое отклонение от номинала любого метрового интервала, мм	0,50	1,00	1,00
Невязка хода нивелирования (длина нивелирного хода *L* в км)			
** При нивелировании III класса в горных районах следует применять деревянные рейки с инварной полосой.*			

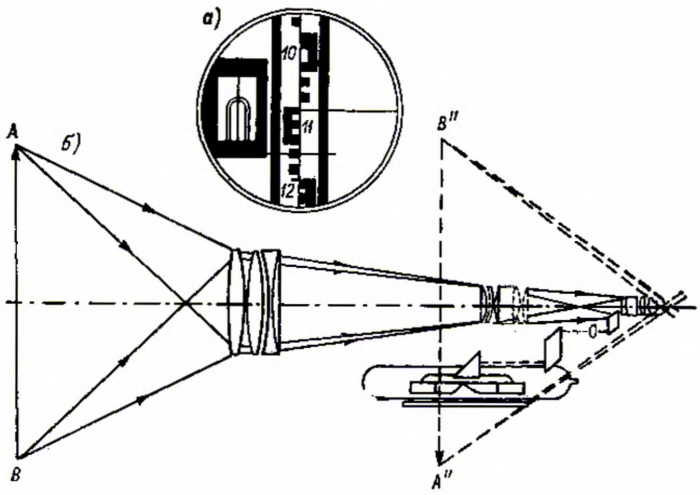


Рисунок 3 – Схема действия нивелира Н3
а) поле зрения нивелира; б) оптическая схема нивелира.

5.1.5 В настоящее время при производстве работ по нивелированию III и IV классов и при привязке реперов и нулей морских уровенных станций и постов к ГВО хорошо зарекомендовали себя и широко применяются нивелиры с самоустанавливающейся линией визирования (компенсатором) таких фирм как Sokkia, Trimble, Leica и др., которые по своим техническим характеристикам в принципе однозначны и не уступают друг другу (рисунок 4). Для приведения визирной оси нивелира в горизонтальное положение достаточно привести пузырек круглого уровня в центр и компенсатор автоматически приведет визирную ось нивелира в горизонтальное положение. Простота в обращении с нивелирами данного класса и высокая производительность позволяют в кротчайшие сроки освоить любому специалисту работу с нивелиром и производство работ по привязке реперов и нулей морских уровенных станций и постов методом геометрического нивелирования в соответствии с регламентом, установленным на производство этих работ. Порядок взятия отсчетов по нивелирной рейке показан на рисунке 5.



Рисунок 4 – Нивелир с компенсатором (с самоустанавливающейся линией визирования) и горизонтальным кругом CST/berger фирмы Trimble (увеличение 24X).

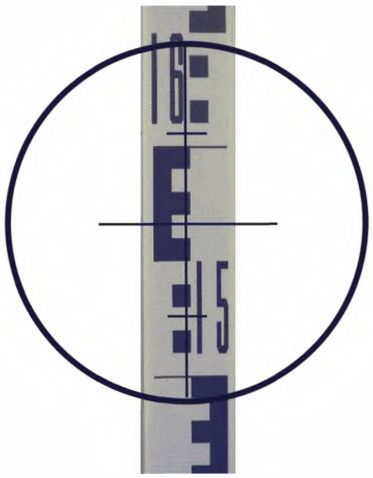


Рисунок 5 – Поле зрения нивелира CST/berger
(отсчет по рейке: верхняя нить – 1606, средняя – 1568, нижняя – 1528).

5.1.6 Порядок работы с нивелиром CST/berger, поверка главного условия нивелира, порядок записи в журналах нивелирования, обработка результатов полевых измерений, составление ведомостей превышений и высот реперов нивелирования и составление схемы нивелирного хода изложен в подразделе 6.8.

5.1.7 На сети морских уровенных станций и постов применяют также нивелиры с компенсатором углов наклона: НЗК, Н–10КЛ, Ni025 и другие. Компенсатор автоматически устанавливает линию визирования нивелира в горизонтальное положение. Колебания компенсатора гасятся демпфером. Устройство компенсатора и системы линз позволяют вычислять результаты нивелирования со следующими характеристиками. Средняя квадратическая погрешность определения превышения на станции при расстоянии между нивелиром и рейками 100 м составляет ±2 мм. Средняя квадратическая погрешность превышения на 1 км двойного хода не более ±3 мм.

5.1.8 Перед началом работы в обязательном порядке производят поверки нивелира:

– ось круглого уровня должна быть параллельна вертикальной оси вращения инструмента;
– горизонтальная нить сетки должна быть перпендикулярна вертикальной оси вращения инструмента;
– линия визирования должна быть горизонтальной.

5.2 Поверки нивелира

5.2.1 Перед нивелированием необходимо произвести внешний осмотр нивелира, плавность вращения инструмента, отсутствие заметных шатаний окулярного колена зрительной трубы, исправность уровней, исправительных и закрепительных винтов, отсутствие окислений на металлических частях нивелира, прочность штатива, а также состояние упаковки и комплектность запасных частей и принадлежностей.

5.2.2 После внешнего осмотра нивелира необходимо произвести следующие поверки:

а) ось цилиндрического уровня должна быть перпендикулярна к оси вращения инструмента.

Для поверки этого условия устанавливают уровень по направлению двух подъемных винтов и приводят при помощи обоих винтов пузырек уровня на середину. Поворачивают верхнюю часть инструмента на 180°. Если после этого пузырек уровня останется на середине или отойдет от нее не более чем на одно деление, то условие соблюдено; при большем отклонении следует исправить уровень, подняв или опустив один его конец исправительным винтом настолько, чтобы пузырек переместился к середине ампулы на половину дуги отклонения. Эти действия следует повторить несколько раз, пока пузырек при поворотах на 180° не перестанет смещаться с середины и будет стоять неподвижно;

б) сетка нитей должна быть установлена правильно, т. е. одна из нитей должна быть параллельна оси вращения инструмента, а остальные нити – к ней перпендикулярны.

Устанавливают нивелир на твердом грунте. Приводят нивелир в горизонтальное положение и наводят зрительную трубу на отвесно установленную в 40–50 м от нивелира рейку, затем медленно вращают трубу нивелира в горизонтальной плоскости в обе стороны при помощи микрометрического винта. Если отсчет по рейке при этом останется неизменным – условие выполнено. Если горизонтальная нить сходит с выбранной точки или с замеченного деления рейки, положение нитей исправляют путем поворота сетки нитей. Удовлетворение этого условия дает возможность отсчитывать деления рейки по положению горизонтальной нити, не устанавливая рейку точно в плоскости вертикальной нити сетки;

в) визирная ось трубы нивелира должна быть параллельна оси цилиндрического уровня.

На концах линии длиной 75 м берутся две точки *A и B* (рисунок 6 *а)* и в них забиваются вровень с землей колышки. В одной из точек, например в точке *A* устанавливают нивелир, а в точке *B* – рейку. Нивелир устанавливают так, чтобы окуляр трубы пришелся над колышком, забитым в точке *A*. Производят отсчет по рейке и измеряют путем визирования через объектив на рейку, приставленную к окуляру трубы, или при помощи рулетки, высоту i_1 – центра окуляра над колышком. При этом ось цилиндрического уровня должна быть горизонтальна. Отсчеты по рейке производят по трем нитям и вычисляют среднее значение b_1 из этих отсчетов. Затем нивелир и рейку меняют местами (рисунок 6 *б),* снова производят отсчеты по рейке и определяют высоту i_2 – центра окуляра над колышком в точке *B*. Отсчеты по рейке также производят по трем нитям и находят среднее значение a_1 из этих отсчетов. Ось цилиндрического уровня при отсчетах должна быть горизонтальна.

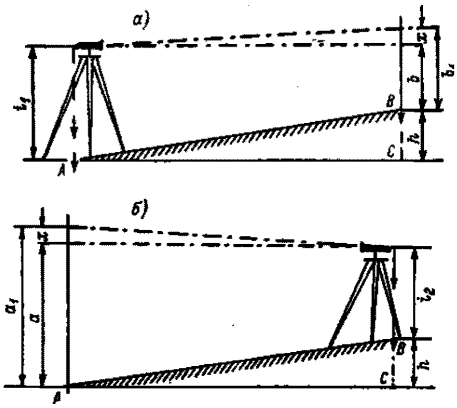


Рисунок 6 – Поверка нивелира.

Ошибка в отсчете по рейке вследствие не параллельности визирной оси трубы нивелира и оси цилиндрического уровня вычисляется по формуле*

$$x = \frac{a_1 + в_1}{2} - \frac{i_1 + i_2}{2}$$

Эта ошибка происходит из-за неправильной установки сетки нитей.

Определив значение x, перемещают исправительными винтами сетку нитей так, чтобы по рейке, установленной в точке *A*, был взят отсчет a_1 соответствующий горизонтальному положению визирной оси, то есть до тех пор, пока не будет равно x = 0;

г) ось круглого уровня должна быть параллельна вертикальной оси вращения нивелира.

Пользуясь проверенным цилиндрическим уровнем, приводят нивелир в горизонтальное положение; если при этом пузырек круглого уровня окажется не на середине, приводят его на середину исправительными винтами круглого уровня.

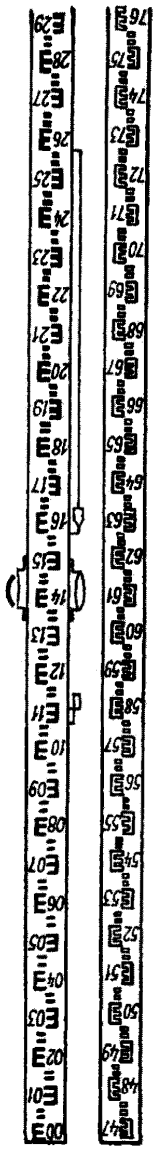
Поверки нивелиров (любой системы) необходимо производить в той последовательности, которая здесь указана. При ином порядке действие исправительными винтами будет нарушать уже выполненные условия и поверить нивелир не удастся.

5.2.3 Поверки нивелира повторяются несколько раз. Работая исправительными винтами, надлежит соблюдать осторожность, чтобы не сорвать резьбу и не испортить головку, так как исправительные винты сделаны из мягкого металла и требуют очень бережного обращения. Перед тем как ввинчивать винт следует слегка отпустить винт, ему противоположный. По окончании всех поверок нивелира исправительные винты нужно закрепить, чтобы впоследствии они не ослабли.

---

* Из рисунка 6а видно, что $i_1 = h + b = h + b_1 - x$. Откуда превышение h точки B над точкой A равно $h = i_1 - b = i_1 - b_1 + x$. Из рисунка 6б видно, что $a = a_1 - x = h + i_2$, откуда $h = a_1 - x - i_2$ или $i_1 - b_1 + x = a_1 - x - i_2$. Из этого уравнения следует, что $2x = a_1 + b_1 - i - i_2$, откуда $x = \frac{a_1 + b_1}{2} - \frac{i_1 + i_2}{2}$.

5.3 Нивелирные рейки



5.3.1 При нивелировании III класса применяются двусторонние цельные трехметровые деревянные рейки с сантиметровыми делениями РН3 (рисунок 7) и инварные рейки РН2. Инварные рейки следует применять при нивелировании в горных районах.

5.3.2 Рейки РН3 изготовляются из хорошо выдержанной, хвойных пород древесины длиною несколько более 3 м, шириной 60–70 мм и толщиной 30–40 мм. Деления на рейках обозначают сантиметровыми шашками. На одной стороне рейки шашки наносятся черной краской, на другой – красной. Фон рейки белого или светло-желтого цвета. Нижний и верхний концы бруска имеют металлические оправы. При нивелировании нижний конец рейки (пятка) ставится на выпуклую сферическую поверхность костыля или башмака. Нуль черной стороны рейки совпадает с пяткой рейки. Нуль красной стороны на одной рейке комплекта смещен на 4683, а на второй – на 4783, что позволяет контролировать правильность взятия отсчетов по рейкам. Надписи дециметровых интервалов делаются арабскими цифрами. В зависимости от типа нивелиров, с которыми будет использован данный комплект реек, оцифровка дается прямой и обратной. Прямая оцифровка применяется тогда, когда зрительная труба нивелира дает прямое изображение (NiB3-6, №007, Ni025 и Ni050 и ряд других инструментов). Обратная оцифровка применяется, как правило, при работе с нивелирами с уровнем. Рейка РН3 имеет две ручки и круглый установочный уровень с ценой деления 20' на 2 мм. При помощи уровня рейка устанавливается в отвесное положение и удерживается в этом положении во время производства отсчетов.

5.3.3 У реек, предназначенных для нивелирования III класса, погрешности сантиметровых делений не должны превышать ±0,20 мм, а метровых интервалов ±0,50 мм. В комплект реек НР2 и НРЗ входят подвесные деревянные рейки, которые имеют такие же штрихи и шашки, что и трехметровые рейки. Длина этих реек 1,2 м. Ось отверстия для штифта совпадает с нулевым штрихом основной шкалы или с нулем черной стороны рейки.

5.3.4 При нивелировании IV класса применяются те же деревянные рейки, что и при нивелировании III класса, но допускаются несколько большие отклонения метровых интервалов от номинала (до ±1,00 мм). При нивелировании IV класса могут применяться рейки длиной 4 м, а в отдельных случаях складные рейки. В этом случае при взятии вторых отсчетов по рейкам необходимо изменять высоту инструмента.

Рисунок 7 – Рейка РН3

5.3.5 Рейки, предназначенные для нивелирования IV класса, могут быть как с установочными уровнями и ручками, так и без них. При техническом нивелировании используются как трехметровые цельные рейки, так и складные одно, – двусторонние рейки длиной 3–4 м. У реек, предназначенных для технического нивелирования, отклонения метровых интервалов от номинала могут достигать ±1,0 мм. Нивелирные рейки ни в коем случае нельзя заменять водомерными, снегомерными или самодельными рейками.

5.4 Уход за нивелирами, штативами и рейками

5.4.1 Открывая в первый раз ящик нивелира, необходимо на внутренней стороне ящика сделать отметку, соответствующую положению объектива или окуляра прибора, и в дальнейшем укладывать прибор соответственно этой отметке.

5.4.2 При работе в поле следует постоянно наблюдать за инструментом и штативом, чтобы они не получили каких-либо повреждений. Необходимо следить за тем, чтобы нивелир не подвергался воздействию солнечных лучей. Даже когда нивелир находится в ящике, этот ящик необходимо предохранять от непосредственного воздействия солнечных лучей. При наведении трубы на рейку никогда не следует поворачивать нивелир за окулярное колено трубы, чтобы не сбить сетку нитей. Прибор следует поворачивать за подставку трубы обеими руками сразу, не задевая при этом руками уровень и его исправительный винт.

5.4.3 Переносить нивелир следует очень бережно, со сжатыми ножками штатива в вертикальном положении, а не наклонно – через плечо. При переноске нивелир следует закрывать чехлом из белой материи.

5.4.4 После работ в холодную погоду не следует инструмент сразу ставить в теплое помещение, а надо некоторое время выдержать его в холодном месте, чтобы не произошло отпотевания его частей: деревянные части могут потрескаться, а металлические заржаветь. После каждого рабочего дня, особенно в сырую погоду, если прибор окажется влажным, перед укладкой в ящик его следует просушить в помещении или аккуратно вытереть чистой сухой тряпкой. Рейки, штатив и ящик следует каждый раз после работы аккуратно вытирать а крепления ножек штатива постоянно подтягивать гаечными ключами.

5.4.5 Нужно следить за тем, чтобы ящик для хранения инструмента был цел, без щелей и чтобы он был покрыт лаком или покрашен; этим достигается предохранение инструмента от дождя и снега.

5.4.6 Рейки следует оберегать от грязи, дождя, резких сотрясений, ударов, царапин и стирания делений на них. Намоченные рейки должны обсыхать постепенно на ветру или в сухом помещении, но не вблизи огня и горячей печи. Для дальней перевозки каждая пара реек обшивается рогожей и заделывается в деревянный ящик. Во избежание прогиба рейки следует переносить на ребре, а не плашмя. При повреждении окраски рейку необходимо подкрасить вновь. У некоторых реек в пятке сделано углубление, в которое при наблюдениях входит шип башмака или костыля. Следует следить за тем, чтобы это углубление не было забито грязью.

5.4.7 Все трущиеся части инструментов (оси, винты) следует смазывать в разобранном виде костяным маслом в очень умеренном количестве, чтобы не накапливать большого количества пыли (грязи). Для смазки деревянных трущихся частей штатива можно применять животное сало. Стекла нивелира надо промывать чистым спиртом, после чего вытирать папиросной бумагой или чистой замшей.

5.4.8 При хранении нельзя ставить инструменты (нивелир, рейки, штатив) у наружных холодных стен, у окна и у печи, так как от сырости или от излишней теплоты и сухости деревянные части могут покоробиться и растрескаться, а ножки штатива, из–за ослабления крепежных винтов, разболтаться.

6 Производство нивелирования

6.1 Общие требования

6.1.1 Нивелирование измерительных приспособлений уровенного поста выполняется двумя отдельными ходами одним из следующих способов: 1) в прямом и обратном направлениях, то есть производят нивелировку от контрольного репера к водомерным рейкам (сваям), а затем от реек (свай) к реперу, или от основного репера к контрольному и обратно (двусторонний ход); 2) двумя ходами в одном и том же направлении, то есть дважды производят нивелировку от репера к водомерной рейке (сваям) или от основного репера к контрольному в одном и том же направлении. Первый прием требует меньшей затраты времени, в особенности при крутых берегах, так как для производства второго хода наблюдателю не нужно возвращаться с инструментом к реперу. Если нивелирование измерительных приспособлений уровенного поста производится одновременно с нивелировкой контрольного репера, все расстояние от основного репера до измерительных приспособлений следует разделить на две секции, каждая из которых нивелируется самостоятельно: первая секция – от основного репера до рабочего (контрольного), вторая – от рабочего (контрольного) репера до измерительных приспособлений.

6.1.2 Нивелирование производят способом «из середины» по средней нити. Нивелир при этом устанавливается между обеими рейками на равном расстоянии от них. Нивелир может находиться как в створе обеих реек, так и в стороне от прямой, проходящей через обе рейки. Расстояние между нивелиром и каждой из реек берут таким, чтобы при визировании в трубу можно было уверенно отсчитывать десятые доли деления рейки. Расстояние это зависит от нивелира и реек, при помощи которых производится нивелирование (увеличение трубы, цены деления уровня, толщины нитей сетки, четкости делений рейки), и метеорологических условий (яркость освещения, прозрачность и спокойствие воздуха). При благоприятных метеорологических условиях расстояние от нивелира до рейки допускается до 100 м. (если позволяет рельеф местности). При неблагоприятных метеорологических условиях длину луча уменьшают. Расстояние от нивелира до реек измеряется шагами (парами шагов), при помощи мерной ленты, стального тросика, просмоленной бечевы или дальномерных нитей сетки нивелира. В последнем случае для определения расстояния между нивелиром и рейкой наводят трубу нивелира на рейку и затем отсчитывают в трубу, сколько делений рейки помещается между верхней и нижней нитями сетки (дальномерными нитями). Полученное число делений равно расстоянию в метрах между нивелиром и рейкой*.

6.1.3 Неравенство расстояний на станции от нивелира до реек допускается 5,0 м, а на протяжении отдельных участков хода (накопление по секции) накопления не должны превышать 10 м. Поэтому, если на одной станции передняя рейка стояла ближе к нивелиру, чем задняя, то на следующей станции следует поставить переднюю рейку на столько же дальше от нивелира. Рейки при производстве нивелирования следует устанавливать на шипы прочно забитых в землю башмаков или костылей (рисунок 8). При забивке башмаков (костылей) с грунта следует предварительно снять дерн. Если нет костылей и башмаков, рейки ставят на колышки, забитые на глубину не менее 20 см. В торцы их для установки реек забивают гвозди со сферическими шляпками. На участках хода, проходящих по рыхлой или заболоченной почве, башмаки и костыли следует заменять прочно забитыми кольями диаметром 8–10 см и длиной не менее 50 см. Для установки реек в торцы кольев также забивают гвозди со сферическими шляпками. Место для установки нивелира выбирают так, чтобы рейки были хорошо освещены и солнце не мешало наблюдениям.

---

* При коэффициенте дальномера равном 100. В описанных выше нивелирах он равен 100.

6.1.4 Перед установкой штатива следует ослаблять барашки. Нивелир прикрепляется к штативу после его установки. Для удобства нивелирования две ножки штатива располагают в направлении нивелируемой линии, а третью по направлению, перпендикулярному к ней. Ножки штатива должны образовать равносторонний треугольник. При установке прибора на косогоре две ножки штатива располагают на равной высоте, а третью ставят вверх по косогору так, чтобы концы ножек образовали равнобедренный треугольник.

6.1.5 Высоту установки штатива подбирают таким образом, чтобы хорошо был виден уровень, поэтому наблюдать в трубу приходится несколько наклонившись.

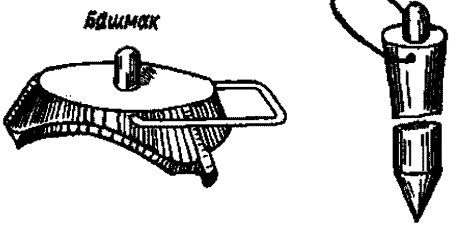


Рисунок 8. Приспособления для установки нивелирной рейки.

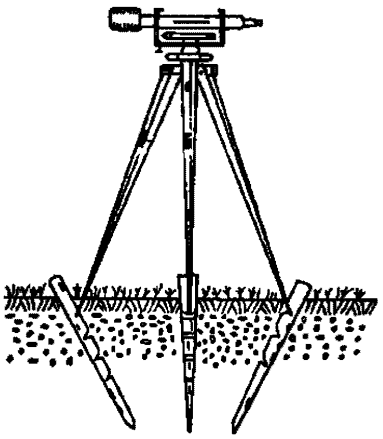


Рисунок 9. Установка нивелира на крутых косогорах и на заболоченной почве.

6.1.6 Ножки штатива следует вдавить в землю, чтобы штатив при работе не скользил. На мягком грунте для этого достаточно простого нажима ногой на имеющиеся у ножек штатива выступы, в каменистом или мерзлом грунте нужно сделать небольшие углубления в почве. Вдавливать в землю ножки надо без ударов, следя за тем, чтобы нивелир был установлен на глаз горизонтально. На очень крутых косогорах, а также на рыхлой или заболоченной почве штатив ставят на забитые в землю колышки так, как это указано на рисунке 9.

6.1.7 Следует принять меры по охране нивелира от сотрясений и неосторожных прикосновений, чтобы не сбить положение уровня. Для этого необходимо соблюдать следующие правила: не стоять слишком близко к ножкам штатива; не переступать с ноги на ногу около нивелира; не дотрагиваться до штатива руками и частями одежды; не допускать присутствия посторонних лиц около нивелира; в моменты отсчетов ничем не касаться нивелира и штатива.

6.1.8 Нивелирование следует производить в пасмурные безветренные дни без осадков. При ярком солнце нивелировать не рекомендуется, так как при сильном солнечном нагреве поверхности земли и воздуха изображения делений рейки колеблются, что понижает точность отсчета. В солнечные дни рекомендуется нивелировать в утренние и вечерние часы, когда изображение делений рейки спокойное. При работах в солнечную погоду нивелир должен быть защищен от солнца зонтом. Запрещается нивелировать при очень низких температурах и при порывистом сильном ветре.

6.2 Порядок нивелирования

6.2.1 Полевые работы по нивелированию начинаются с выбора наиболее выгодного маршрута. Следует выбирать места с наименьшими уклонами, обходя по возможности широкие овраги и болотистые участки, не считаясь с удлинением хода. На выбранном ходе следует наметить связующие точки* и промежуточные, а также определить глазомерно или по компасу азимуты отрезков хода между связующими точками. Целесообразно наметить места стоянок нивелира. В связующих и промежуточных точках и в местах установок нивелира рекомендуется забивать колышки (сторожок) для того, чтобы при нивелировании можно было легко найти эти точки и места.

6.2.2 Расстояние между нивелиром и связующими точками измеряют шагами, мерной лентой, тросиком или просмоленной бечевой. Порядок нивелирования на всех станциях одинаков, только на первой и последней станциях работа может производиться несколько иначе (пункты 6.4, 6.5).

Ниже приводится порядок наблюдений на одной станции.

6.2.3 По окончании работ на предыдущей станции нивелировщик подает команду заднему реечнику перейти на следующую станцию. При переходе нивелировщика на новую станцию передний реечник остается на месте. Становясь задним, он должен держать рейку вертикально, чтобы облегчить нивелировщику выбор места для установки нивелира, если оно заранее не выбрано.

6.2.4 В этом случае нивелировщик, миновав переднего реечника и пройдя от него расстояние, равное длине визирного луча, устанавливает нивелир. Установив нивелир, он наводит трубу нивелира на заднюю рейку и, фокусируя ее вращением кремальеры, добивается резкого изображения делений рейки и убеждается в возможности отсчета по ней. После этого он приводит трубу нивелира в горизонтальное положение. Для этого нивелировщик ставит сначала уровень по направлению двух подъемных винтов; вращая эти винты, направляет пузырек уровня на середину, а затем, поворачивая трубу с уровнем на 90°, снова приводит пузырек к середине третьим винтом. Эти действия повторяются до тех пор, пока пузырек уровня при поворотах трубы не будет менять своего положения.

6.2.5 После приведения трубы в горизонтальное положение нивелировщик наводит трубу на заднюю рейку и определяет при помощи дальномерных нитей сетки нивелира расстояние до нее, если расстояние между задней связующей точкой и нивелиром определялось шагами, а не было измерено заранее. Это необходимо для установки на таком же расстоянии передней рейки.

6.2.6 Задний реечник, перейдя на переднюю связующую точку, дожидается указаний нивелировщика. Последний наводит трубу нивелира на эту рейку и при помощи дальномерных нитей определяет расстояние до нее; если оно не равно расстоянию до задней рейки, то реечник по его указанию приближается или удаляется на известное число шагов. После того как равенство расстояний между нивелиром и обеими рейками (в пределах допуска) будет достигнуто, реечник устанавливает рейку в этом месте.

6.2.7 Перед тем как поставить рейку на колышек, башмак или костыль, нужно убедиться, что на них нет песка, травы, мелких камешков и т. д. и что пятки рейки не загрязнены. Ставить рейку следует нулем вниз, осторожно, без удара. Рейку следует держать свободно, не нажимая ею на точку опоры и не опираясь на нее.

6.2.8 Рейки во время отсчетов должны стоять вертикально. Вертикальность установки рейки проверяют по круглому уровню, находящемуся при ней. Для того чтобы реечник не уставал, нужно принять за правило держать рейку в неподвижном состоянии только в момент отсчета по ней. Рейки, не снабженные уровнями, во время отсчета нужно плавно и равномерно качать вперед и назад на небольшой угол так, чтобы она проходила через отвесное положение (этому положению рейки соответствует наименьший отсчет по ней). При качании рейки надо следить, чтобы она не соскакивала с точки опоры.

---

* Отсчеты по рейкам, установленным в этих точках, следует делать с большой точностью, так как ошибки, сделанные при нивелировании этой точки, передаются на все последующие точки.

6.2.9 Отсчеты по рейке производят в следующей последовательности:

При нивелировании с двусторонними рейками:

1) отсчет по черной стороне задней рейки; 2) отсчет по черной стороне передней рейки; 3) отсчет по красной стороне передней рейки; 4) отсчет по красной стороне задней рейки; 5) отсчеты по рейке, устанавливаемой на промежуточных точках; отсчеты берутся только по одной обычно черной стороне рейки.

При нивелировании с односторонними рейками:

1) отсчет по задней рейке; 2) отсчет по передней рейке (горизонт инструмента меняется не менее чем на 10 см) *; 3) отсчет по передней рейке; 4) отсчет по задней рейке; 5) отсчеты по рейке, устанавливаемой на промежуточных точках.

6.2.10 Отсчеты производятся следующим образом: труба нивелира наводится на рейку, пузырек уровня подъемным винтом, находящимся в направлении рейки, приводится на середину и в тот момент, когда пузырек уровня стоит посередине, делается отсчет по рейке и опять проверяется положение пузырька уровня. Если пузырек уровня отклонился более чем на два деления, следует его снова привести на середину и повторить отсчет. Отсчеты производятся по одной средней нити с точностью до 0,1 деления нивелирной рейки, т. е. до 1 мм.

6.2.11 Визирный луч должен проходить не менее чем в 30 см над поверхностью земли. Малые отсчеты могут быть неточны из-за плохой видимости, рефракции и других явлений.

6.2.12 При отсчете сначала определяют число миллиметров, а затем дециметров и сантиметров, так как число миллиметров из-за неизбежных колебаний рейки меняется. После отсчета, как уже было указано, необходимо проверить положение пузырька уровня и записать отсчет по рейке в журнал нивелирования (форма которого приводится в таблице 2). Только после этого трубу нивелира следует направить на другую рейку или, если по одной стороне обеих реек сделаны оба отсчета, следует повернуть рейки другой стороной (изменить горизонт инструмента при работе с односторонними рейками), проверить вновь уровень и произвести следующий отсчет, который также записывается в журнал.

6.2.13 Сразу после окончания наблюдений непосредственно в журнале производится подсчет результатов. Если при работе с односторонними рейками превышения при двух положениях инструмента будут расходиться между собой более чем на ±5 мм, а при работе с двусторонними рейками расхождение между превышениями по красным и черным сторонам реек будет отличаться от 100 мм более чем на ±5 мм **, то наблюдения следует повторить. Необходимо строго следить за тем, чтобы до окончания проверки положение башмаков (костылей, колышков), особенно заднего не было нарушено.

6.2.14 Если подсчет превышений даст неудовлетворительный результат, а задний башмак (костыль, колышек) окажется потревоженным, то всю нивелировку на станции выполняют заново. При повторении наблюдений необходимо изменить высоту инструмента минимум на 3 см.

---

* Нивелирование при изменении горизонта нивелира не заменяет второй ход. Оно компенсирует лишь отсутствие двусторонних реек и гарантирует от случайного грубого просчета (на 1 дм) при чтении делений на рейке.

** Как было указано в пункте 5.3.2, деления, совпадающие с пятками красных сторон реек одного комплекта, различаются между собой на 100 мм.

6.3 Заполнение журнала нивелирования

6.3.1 Порядок записи отсчетов в журнале нивелирования обозначен в таблице 2 цифрами, заключенными в скобках*. В графу 1 записывают номера станций. В графу 2 – номера связующих точек и расстояния между ними. В эту же графу записывают промежуточные точки, например плюс 10 (10 – расстояние в метрах между промежуточной точкой и предшествующей связующей точкой, нивелируемой с этой станции). При работе с двусторонними рейками (таблица 2) в графы 3 и 4 записывают отсчеты 1 и 2 по черным сторонам реек и отсчеты 3 и 4 по красным сторонам. Ниже, для контроля, записывают разность 5 между отсчетами 4 и 1 и разность 6 между отсчетами 2 и 3. В графу 5 записывают отсчеты по рейке, устанавливаемой в промежуточных точках. В графы 6 или 7 в зависимости от знака записывают превышения 7 и 8, вычисленные по отсчетам черных и красных сторон реек. Ниже их записывают разность 9 между превышениями, вычисленными по черной и красной сторонам реек 7–8. Эта разность равна разности 6–5. Она не должна отличаться от 100 мм более чем на ±5 мм. В случае несоблюдения этого допуска работу на станции следует переделать. Знак разности чередуется; он зависит от того, какая из двух реек, входящих в комплект, была передней.

6.3.2 В графу 8 или 9 в зависимости от знака записывают среднее из превышений 7 и 8. При этом отсчет 8 следует исправить на неравенство нулей красных сторон реек; для этого, если разность 9 положительная, к превышению 8 следует прибавить 100 мм, в противном случае от него следует отнять 100 мм.

Пример – На станции 1 (продолжение таблицы 2) разность в графе 9 положительна; к значению – 412 следует прибавить 100 мм; среднее превышение равно 312,5 мм:

$$\frac{-313+(-412+100)}{2}.$$

На станции 2 разность 9 отрицательна; среднее превышение равно 207 мм:

$$\frac{-207+(-107-100)}{2}.$$

На станции 6 разность 9 отрицательна; среднее превышение равно 67 мм :

$$\frac{66+(+168-100)}{2}.$$

6.3.3 При работе с односторонними рейками графы 3–9 заполняются так же, как и при работе с двусторонними рейками, однако со следующим отличием: а) в графы 3 и 4 вместо отсчетов по красным сторонам реек записывают отсчеты, сделанные после изменения горизонта инструмента; б) разности 5, 6 и 9 не вычисляются; в) превышения не должны отличаться между собой более чем на ±5 мм; г) среднее превышение равно полусумме превышений 7 и 8. Пример заполнения журнала при нивелировании односторонними рейками приведен в таблице 3. Порядок записи обозначен цифрами, заключенными в скобках.

6.3.4 После окончания нивелирования вычисляют отметки 11 (в метрах) связующих точек, абсолютные или условные. Для этого вначале в графу 11 записывают отметку начальной точки, затем к ней прибавляют (со своим знаком) среднее превышение из граф 8 и 9 над последующей точкой и получают, таким образом, отметку этой точки. Аналогичным образом находят отметки остальных точек (таблица 3).

---

* Кроме записи отсчетов по рейкам, в журнал нивелирования на первую страницу заносятся сведения о нивелире, рейках и результаты поверки нивелира.

Таблица 2 – Образец записи в журнале нивелирования

Дата *24 августа 1948 г.* Начало *7 ч 20 мин*

Номер станции	Номер связующих и промежуточных точек / Расстояние, м	Отсчеты по рейке			Превы
		задняя	передняя	промежуточная	+
1	2	3	4	5	6
1	*РП №601—1* / *106*	*596* (1)	*909* (2)		
		5 283 (4)	*5 695* (3)		
		4 687 (5)	*4 786* (6)		
	+25			*938*	
	+40			*845*	
2	*1—2* / *140*	*265*	*472*		
		5 052	*5 159*		
		4 787	*4 687*		
3	*2—3* / *150*	*528*	*711*		
		5 215	*5 498*		
		4 687	*4 787*		
4	*3—4* / *130*	*171*	*469*		
		4 958	*5 158*		
		4 787	*4 689*		
5	*4—5* / *120*	*847*	*1 085*		
		5 534	*5 872*		
		4 687	*4 787*		
6	*5—6* / *135*	*924*	*858*		*66*
		5 711	*5 543*		*168*
		4 787	*4 685*		*—102*

$\sum_з = 35\,084$, $\sum_п = 37\,429$, $\sum h_+ = 234$, $\sum h_- = -2\,579$, $\sum h_{+,ср} = 67$,

$= 234 - 2\,579 = -2\,345$ *мм*, $\sum h_{+,ср} + \sum h_{-,ср} = 67 = 1239{,}5 = -1172{,}5$ *мм*,

(Продолжение таблицы 2)

Конец *9 ч 35 мин* Погода: *ясно, тихо (двусторонние рейки)*

шения, мм	Средние превышения, мм		Горизонт инструмента, м	Отметки, м абсолютные / условные	Примечание
–	+	–			
7	8	9	10	11	12
313 (7) *412* (8)		*312,5* (10)		*85,489* (11) *85,176*	
+99 (9) *207* *107*		 *207*	*86,085*	*85,147* *85,240* *84,969*	
–100 *183* *283*		 *183*		 *84,786*	
+100 *298* *200*		 *299*		 *84,487*	
–98 *238* *338*		 *238*		 *84,249*	
+100 	 *67*			 *84,316*	

$\sum h_{-,\,ср} = -12\,395$, $\sum_з - \sum_п = 35\,084 - 37\,429 = -2\,345$ *мм*, $\sum h_+ + \sum h_- = H_к - H_н = 84,316 - 85,489 = -1,173$ *м*

Таблица 3 – Образец записи в журнале нивелирования

Дата *5 июля 1950 г.* Начало *8 ч 30 мин* Конец *10 ч 37 мин* Погода: *пасмурно, тихо (односторонние рейки)*

Номер станции	Номер связующих и промежуточных точек / Расстояние, м	Отсчеты по рейке: задняя	передняя	промежуточная	Превышения, мм: +	−	Средние превышения, мм: +	−	Горизонт инструмента, м	Отметки, м: абсолютные / условные	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	*РП 5 — 1* / *150*	*708* (1) *953* (4)	*1 718* (2) *1 964* (3)			*1 010* (7) *1 011* (8)		*1 010,5* (10)		*10,835* (11) *9,824*	
2	*1 — 2* / *145*	*1 079* *898*	*891* *710*		*188* *188*					*10,012*	
3	*2 — 3* / *150* *+95* *+120*	*455* *337*	*1 641* *1 524*	*1 628* *1 535*		*1 186* *1 187*	*188*	*1 186,5*	*10,349*	*8,826* *8,721* *8,814*	
4	*3 — 4* / *140*	*1 205* *1 039*	*1 878* *1 712*			*673* *673*		*673*		*8,153*	
5	*4 — 5* / *155*	*1 062* *937*	*1 771* *1 645*			*709* *708*		*708,5*		*7,444*	
6	*5 — 6* / *160*	*1 541* *1 406*	*865* *731*		676 675		*675,5*			*8,120*	

$\sum_з = 11\,620$, $\sum_п = 17\,050$, $\sum h+ = -1\,727$, $\sum h- = -7\,157$, $\sum h+,ср = 863,5$, $\sum h-,ср = -3578,5$, $\sum_з - \sum_п = 11\,620 - 17\,050 = -5\,430$ *мм*, $\sum h+ + \sum h- = -1\,727 - 7\,157 = -5\,430$ *мм*, $\sum h+,ср + \sum h-,ср = 863,5 - 3578,5 = -2715$ *мм*, $H_к - H_н = 8,120 - 10,835 = -2,715$ *м*.

Пример – Отметка точки 1 (таблица 2) равна* 85,489 – 0,3125 = 85,176; отметка точки 6 равна 84,249 + 0,067 = 84,316.

6.3.5 Для получения отметок промежуточных точек необходимо предварительно вычислить отметку горизонта инструмента $H_г$, т. е. положение визирной оси трубы нивелира над исходным горизонтом. Для этого следует к отметке предшествующей точки прибавить отсчет по задней рейке. Причем если нивелирование производят при помощи двусторонних реек, прибавляют отсчет 1 по черной стороне рейки, а при нивелировании с помощью односторонних реек – отсчет 4, сделанный после изменения горизонта инструмента, так как отсчет по рейке, установленной в промежуточной точке, производят при изменении горизонта инструмента. Далее от горизонта инструмента H_m следует отнять отсчет по рейке, установленной в промежуточной точке.

Пример – Требуется определить отметки промежуточных точек плюс 25 и плюс 40 (таблица 2). Горизонт инструмента равен 85,489 + 0,596 = 86,085 мм; отметка точки плюс 25 равна 86,085 – 0,938 = 85,147 м; отметка точки плюс 40 равна 86,085 – 0,845 = 85,240 м.

6.3.6 После заполнения страницы журнала следует произвести постраничный контроль. Для этого подсчитывают суммы отсчетов по задней рейке $\sum_з$ (графа 3); суммы отсчетов по передней рейке $\sum_п$ (графа 4); положительных превышений $\sum_{h+}$ (графа 6); отрицательных превышений $\sum_{h-}$ (графа 7); средних положительных превышений $\sum_{h+,ср}$ (графа 8); средних отрицательных превышений $\sum_{h-,ср}$ (графа 9).

6.3.7 Если вычисления произведены правильно, полученные суммы с точностью до 1 мм должны удовлетворять следующим равенствам

$$\sum_з - \sum_п = \sum_{h+} + \sum_{h-};$$

$$\sum_{h+,ср} + \sum_{h-,ср} = \frac{1}{2}(\sum_{h+} + \sum_{h-}) = H_к - H_н;$$

где $H_к$ – отметка последней точки, записанной на проверяемой странице;

$H_н$ – отметка первой точки, записанной на ней.

6.3.8 Если на странице записано нечетное число станций, при работе с двусторонними рейками для составления второго равенства следует $\sum_{h+} + \sum_{h-}$ – исправить на величину неравенства нулей красных сторон реек.

6.3.9 Если указанные равенства не удовлетворяются, то проверяют полевые вычисления на каждой станции и неверные результаты исправляют чернилами.

6.4 Нивелирование реперов уровенного поста

6.4.1 Привязка рабочего (контрольного) репера к основному. Нивелирование контрольного репера, как уже было указано, производится двумя ходами в прямом и обратном направлении (двусторонний ход) или двумя ходами в одном и том же направлении (висячие ходы). При производстве нивелирования следует руководствоваться указаниями, приведенными в пункте 6.2.

6.4.1.1 При привязке к реперу нивелир устанавливают на равных расстояниях от репера и рейки. При привязке к стенным и грунтовым реперам рейку ставят на полочку репера (на марке его) и отсчеты по ней производят обычным образом.

---

* Отсчеты по рейкам и превышения записывают в миллиметрах; средние превышения, если сумма превышений – нечетное число, для удобства контроля вычисляют с точностью до 0,5 мм. Отметки точек и горизонт инструмента (графа 6) записывают в метрах с точностью до 0,001 м.

6.4.1.2 Привязку к стенной марке производят при помощи специальной подвесной двусторонней рейки, которую подвешивают на штифт, вставляемый в отверстие диска марки (рисунок 10). Нуль черной стороны подвесной рейки должен совпадать с осью отверстия для штифта. Раскраска и нумерация делений обеих сторон должны быть такими же, как и у обычных реек. Отсчетам, сделанным по подвесной рейке при ее положении выше марки (положение 1, рисунок 10), придается знак плюс (+), а отсчетам, сделанным при положении рейки ниже марки (положение 2, рисунок 10), знак минус (–). Отсчет по подвесной рейке производят по обеим сторонам ее по одной нити и при одном горизонте инструмента.

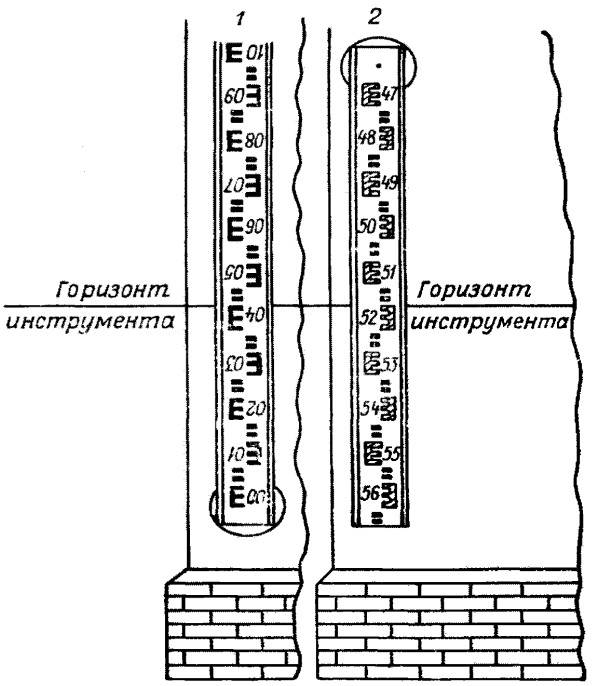


Рисунок 10. Привязка нивелирного хода к стенной марке при помощи подвесной рейки

6.4.1.3 При отсутствии подвесной рейки поступают следующим образом. К штифту, вставленному в отверстие марки, прикрепляют отвес. Проектируют и прочерчивают на стене при помощи ножа или остро отточенного карандаша положение трех горизонтальных нитей сетки. Для этого нивелировщик наводит трубу нивелира на нить отвеса так, чтобы с ней совпала вертикальная нить сетки трубы. Трубу нивелира следует предварительно привести в горизонтальное положение. Помощник наблюдателя держит остро отточенный карандаш или лезвие ножа на нити отвеса и по указанию наблюдателя опускает или поднимает руку до тех пор, пока изображение карандаша или лезвия ножа не совпадает с соответствующей горизонтальной нитью сетки – на этом месте делается метка. Расстояние (по вертикали) от центра марки до соответствующей отметки измеряют металлической рулеткой или линейкой с точностью до 1 мм. В журнале вместо отсчетов по рейке записывают с соответствующим знаком измеренные расстояния от центра марки до меток (в мм) и среднее значение их используют как отсчет по рейке. Если сетка имеет только одну горизонтальную нить, привязка делается при двух горизонтах инструмента.

6.4.1.4 Запись отсчетов по рейкам и подсчеты результатов нивелирования производятся согласно указаниям, приведенным в пункте 6.3. В журнале нивелирования следует сделать зарисовку положения рейки при привязке или положение марки и проекцию нитей (в случае привязки без рейки). На чертеже должны быть подписаны расстояния проекций нитей от центра марки.

6.4.1.5 При нивелировании всегда неизбежны погрешности, поэтому, когда нивелирование производится от основного репера к контрольному и обратно (двусторонним ходом) отметка основного репера, будет отличаться от принятой отметки этого репера (основной отметки). Это расхождение называется невязкой хода. При нивелировании двумя ходами, направленными от основного репера к контрольному (висячий ход), отметки контрольного репера, полученные в результате нивелирования обоими ходами, также будут отличаться друг от друга (невязка хода). Невязка хода не должна превышать $+/-20\sqrt{L}$, где L – число километров в ходе.

6.4.1.6 Если невязка хода больше допустимой, нивелирование повторяют до получения допустимой невязки. Если невязка хода не превосходит допустимую, отметку контрольного репера следует исправить поправкой на половину невязки хода. Исправленная отметка контрольного репера при двустороннем ходе равна

$$H = H_0 + \frac{\Delta h}{2},$$

где H – исправленная отметка контрольного репера;

H_0 – отметка контрольного репера, полученная в результате нивелирования;

Δh – невязка хода; Δh может быть как положительной, так и отрицательной.

6.4.1.7 При висячих ходах исправленная отметка контрольного репера равна полусумме отметок, полученных в результате нивелирования обоими ходами, т. е.

$$H = \frac{H_1 + H_2}{2},$$

где H_1 – отметка контрольного репера, полученная в результате первого (прямого) хода; H_2 – отметка, полученная в результате второго (обратного) хода.

6.4.1.8 В таблице 4 приведен пример нивелирования контрольного репера в прямом и обратном направлении (двусторонним ходом). Исправленную отметку H контрольного репера сравнивают с его прежней отметкой. Если H отличается от прежней отметки на величину, не превосходящую допустимую невязку Δh, то отметку рабочего (контрольного) репера для последующего нивелирования измерительных приспособлений принимают прежней. В противном случае принимают новую отметку, равную исправленной отметке репера H.

Примеры

Нивелирование произведено двусторонним ходом. Прежняя отметка контрольного репера равна 58,534 м. Длина нивелирного хода 1 км, n = 5, где n – число станций в ходе. Допустимая невязка хода, равная $5\sqrt{n} = 5\sqrt{5} = 11$ ***мм. Исправленная отметка репера, полученная в результате нивелирования, равна 58,536 м. Отметка контрольного репера остается прежней – 58,534 м.***

Нивелирование произведено висячими ходами. Прежняя отметка контрольного репера равна 55,356 м. Длина нивелирного хода равна 1 км, n = 6, допустимая невязка хода равна $5\sqrt{6} = 12$ ***мм. Исправленная отметка контрольного репера, полученная в результате нового нивелирования, равна 55,330. Принятая отметка равна 55,330.***

Таблица 4 – Привязка рабочего репера к основному реперу двухсторонним ходом

Дата *15 июля 1954 г.* Начало *8 ч 00 мин* Конец *10 ч*

Номер станции	Номер связующих и промежуточных точек / Расстояние, м	Отсчеты по рейке			Превы
		задняя	передняя	промежуточная	+
1	2	3	4	5	6
1	*РП осн. — 1* / *150*	*630* / *781*	*1 151* / *1 301*		
2	*1 — 2* / *150*	*1 446* / *1 547*	*1 144* / *1 246*		*302* / *301*
3	*2 — 3* / *150*	*1 404* / *1 524*	*1 561* / *1 682*		
4	*3 — 4* / *150*	*1 269* / *1 421*	*1 212* / *1 362*		*57* / *59*
5	*4 — РП контр.* / *130*	*1 911* / *2 013*	*1 062* / *1 167*		*849* / *846*
6	*РП контр. — 4* / *130*	*1 162* / *1 263*	*2 011* / *2 112*		
7	*4 — 3* / *150*	*1 286* / *1 408*	*1 345* / *1 467*		
8	*3 — 2* / *150*	*1 621* / *1 746*	*1 464* / *1 589*		*157* / *157*
9	*2 — 1* / *150*	*1 195* / *1 317*	*1 496* / *1 619*		
10	*1 — РП осн.* / *150*	*1 226* / *1 378*	*706* / *858*		*520* / *520*

$\sum_з = 27\,548$, $\sum_п = 27\,555$, $\sum h+ = 3\,768$, $\sum h- = -3\,775$, $\sum h+_{ср} = 1\,884$, $= 3768 - 3775 = -7$ мм, $\sum h+_{ср} + \sum h-_{ср} = -3{,}5$ *мм*, $H_к - H_н = 53{,}118 -$

Принятая отметка основного репера *53 120 м.*

Отметка основного репера, полученная в результате нивелирования, *53,118 м.*

Невязка хода $\Delta h = 53\,120 - 53\,118 = 0{,}002$ *м* $= +2$ *мм.*

Допустимая невязка хода $\Delta h = \pm 5\sqrt{n} = \pm 5\sqrt{10} = \pm 16$ *мм.*

Исправленная отметка контрольного репера $53{,}650 + 0{,}001 = 53{,}651$ *м.*

Отметка контрольного репера до нивелирования *53,650 м.*

Принятая отметка контрольного репера *53,650 м.*

(Продолжение таблицы 4)

30 мин Погода: *пасмурно, тихо (рейки односторонние)*

шения, мм	Средние превышения, мм		Горизонт инструмента, м	Отметки, м абсолютные / условные	Примечание
–	+	–			
7	8	9	10	11	12
521 *520*		*520,5*		*53,120* *52,600*	$РП_{осн.}$ № *659*
	301,5			*52,902*	
157 *158*		*157,5*		*52,744*	
	58			*52,802*	
	847,5			*53,650*	$РП_{контр.}$ № *243*
849 *849*		*849*		*52,801*	
59 *59*		*59*		*52,742*	
	157			*52,899*	
301 *302*		*301,5*		*52,598*	
	520			*53,118*	

$\sum h_{-,ср} = -1887,5$, $\sum_з - \sum_п = 27\,548 - 27\,555 = -7$ *мм*, $\sum h_+ + \sum h_- = -53,120 = -0,002$ *м*.

6.4.1.9 При изменившейся отметке рабочего (контрольного) репера следующее нивелирование уровенного поста необходимо произвести от основного репера, чтобы убедиться в неизменности высотного положения рабочего (контрольного) репера.

6.4.2 Привязка основного репера к исходному. Привязка производится согласно указаниям, приведенным в подпункте 6.4.1. Если исходный репер находится далеко от основного, то при нивелировании возможны перерывы в работе. В течение короткого перерыва нивелир оставляют на штативе, а рейки снимают с башмаков и бережно кладут на сухом месте. После перерыва рейки ставят на башмаки и нивелировщик делает все отсчеты в прежнем порядке, записывая их в журнале под тем же номером станции с соответствующей отметкой. При больших перерывах работу желательно заканчивать на репере. При отсутствии репера на последней станции высотное положение ее закрепляют тремя прочно забитыми кольями или тремя точками на местных предметах.

6.4.2.1 После перерыва работа начинается от точек, к которым была произведена привязка до перерыва. Расхождения в разностях высот между этими точками, полученных до и после перерыва, не должны превышать 5 мм. Записи результатов наблюдений на точку, изменившую свою высоту более чем на 5 мм, тут же в поле вычеркиваются.

Пример – До перерыва отсчет по рейке, установленной в первой точке, равен 658, во второй – 609, в третьей – 557; после перерыва отсчеты равны по рейке, установленной в первой точке 760, во второй – 720, в третьей – 659. Разность высот до перерыва между первой точкой и второй равна 49 мм, между второй и третьей – 52 мм, между третьей и первой – 101 мм. Превышение после перерыва первой точки над второй равно 40 мм, второй над третьей – 61 мм, первой над третьей – 101 мм. Таким образом, вторая точка изменила свою высоту на 9 мм. Запись отсчетов по рейке, установленной во второй точке, вычеркивается.

6.4.2.2 Если нивелирование ведется двумя ходами, направленными в одну сторону, желательно, чтобы и при втором ходе перерыв был на этих же точках. Если по условиям работы это невозможно, при втором ходе следует занивелировать все эти точки как промежуточные. Допустимая невязка хода определяется по формулам, приведенным в пункте 6.4.1.

6.4.2.3 Если невязка окажется недопустимой, то в первую очередь по обоим ходам сверяются результаты на реперах (точках), на которых заканчивался рабочий день (был длительный перерыв) при первом ходе, и таким путем может быть найден участок, на котором допущена ошибка. Нивелировка на этом участке должна быть повторена также в два хода.

6.4.2.4 В целях сокращения длины участка возможного повторного нивелирования желательно в течение каждого рабочего дня занивелировать две–три промежуточные точки на местных перечисленных выше предметах, которые должны быть общими для обоих ходов. Если участок, на котором допущена ошибка, не будет обнаружен путем сличения отметок, общих для обоих ходов, то нивелирование всего маршрута повторяется в два хода.

6.4.2.5 Полученную в результате нивелирования отметку основного репера исправляют поправкой за невязку хода так, как это указано в пункте 6.4.1 и получают абсолютную отметку основного репера.

6.4.6 После вычисления абсолютной отметки основного репера определяют отметку нуля поста. Для этого следует от отметки основного репера отнять превышение его над нулем поста. Эта величина задается при открытии уровенного поста.

Пример – Отметка основного репера равна 6,854 м, превышение основного репера над нулем поста равно 5,756 м. Отметка нуля поста (абсолютная) равна 1,098 м.

6.5 Нивелирование измерительных приспособлений уровенного поста

6.5.1 Нивелирование водомерной рейки производят либо от контрольного репера к водомерной рейке и обратно (двусторонний ход), либо дважды от контрольного репера к рейке.

6.5.1.1 При производстве нивелирования следует руководствоваться пунктом 6.2. При нивелировании водомерной рейки, как правило, не удается поставить нивелирную рейку на одном уровне с нулем водомерной, поэтому за нивелирную рейку принимается сама водомерная рейка (рисунок 11), по которой и берется отсчет при помощи нивелира. Отсчет берется с точностью до 0,1 деления. Если длина водомерной рейки недостаточна для взятия по ней отсчета нивелиром, отсчет b (рисунок 12) производится по нивелирной рейке, которая устанавливается на специальную полочку (оголовок), предназначенную для этих целей (при нивелировании водомерной рейки ГМ–3), или на верхний срез рейки при нивелировании водомерных реек других типов.

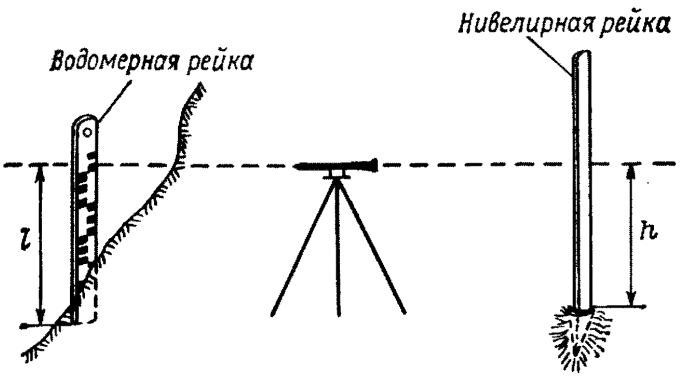


Рисунок 11 – Нивелирование водомерной рейки (за нивелирную рейку принимается водомерная рейка)

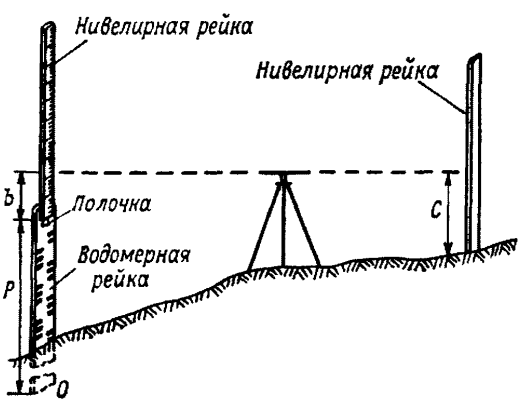


Рисунок 12 – Установка нивелирной рейки на полочку водомерной рейки ГМ-3

6.5.1.2 В журнале необходимо дать зарисовку положения водомерной рейки, если она служит вместо нивелирной, или положение нивелирной рейки на водомерной. Кроме того, в этом случае следует записать длину *P* водомерной рейки от нулевого деления до места установки нивелирной рейки* (полочки или верхнего среза), так как не зная этой величины, невозможно определить превышение репера над нулем водомерной рейки. Длина *P* определяется при установке водомерной рейки. Если эта величина неизвестна, поступают следующим образом: измеряют при помощи

стальной линейки с миллиметровыми делениями расстояние m от места установки нивелирной рейки до какого-либо целого деления l водомерной рейки. Эти измерения повторяют три раза, каждый раз до другого деления. Длина P определяется по формуле:

$$P = \frac{m_1 + l_1 + m_2 + l_2 + m_3 + l_3}{3},$$

где l_1, l_2, l_3 – значения l при первом, втором и третьем измерениях, см;

m_1, m_2, m_3 – значения m при первом, втором и третьем измерениях, в см.

Пример – $l_1 = 280$ *см*, $m_1 = 10{,}3$ *см*;
$l_2 = 276$ *см*, $m_2 = 14{,}4$ *см*;
$l_3 = 270$ *см*, $m_3 = 20{,}2$ *см*;

$$P = \frac{290{,}3 + 290{,}4 + 290{,}2}{3} = 290{,}3 \text{ см}.$$

Для получения отметки нуля водомерной рейки следует к отметке полочки (верхнего среза) водомерной рейки прибавить величину P. Если водомерная рейка укреплена в таком месте, что доступ к ней для нивелирования затруднен, то для определения отметки нуля можно поступить следующим образом. В непосредственной близости от нее выбирают точку с таким расчетом, чтобы можно было взять отсчет по нивелирной рейке, установленной в этой точке, и измерить превышение p_1 этой точки над нулем водомерной рейки. Затем определяют отметку H этой точки и измеряют величину p_1. Отметка нуля водомерной рейки H в этом случае равна $p_1 + H$.

6.5.1.3 На рисунке 13 для примера показан случай, когда водомерная рейка укреплена на устое моста, а выбранная точка находится над ней. В этом случае при помощи рулетки измеряют расстояние m между этой точкой и каким–либо целым делением l. Измерения повторяют три раза, каждый раз до другого деления. Величина p_1 вычисляется так же, как и величина P. В журнале нивелирования следует дать зарисовку положения нивелирной и водомерной реек. Запись отсчетов в журнале и вычисление отметок производится согласно указаниям, приведенным в пункте 6.3.

6.5.1.4 В некоторых случаях, когда применение этого способа определения отметки нуля водомерной рейки затруднительно, можно прибегнуть к водной нивелировке, которая производится так, как указано в подразделе 6.5.5.

6.5.1.5. Если невязка хода нивелирования превышает допустимую, то отметку водомерной рейки следует исправить поправкой на невязку хода. При нивелировании замкнутым ходом исправленная отметка водомерной рейки вычисляется по формуле:

$$H^1 = H_0^1 + \frac{\Delta h}{2}$$

где H^1 – исправленная отметка нуля водомерной рейки;

$H_0^{/}$ – отметка нуля водомерной рейки, полученная в результате нивелирования;

Δh – невязка хода, равная разности между принятой отметкой репера (исходной отметки нивелирования) и отметкой репера, полученной по окончании нивелирования;

---

* В свидетельстве ОТК рейки ГМ-3 приводится расстояние от полочки до верхнего края верхнего деления. Для определения длины P следует к этому расстоянию прибавить длину, соответствующую числу делений рейки.

Δh может быть как положительной, так и отрицательной. Если нивелирование производится висячими ходами, исправленная отметка нуля водомерной рейки равна:

$$H' = \frac{H_1' + H_2'}{2},$$

где H_1' – отметка нуля водомерной рейки, полученная в результате первого хода;

H_2' – отметка нуля водомерной рейки, полученная в результате второго хода.

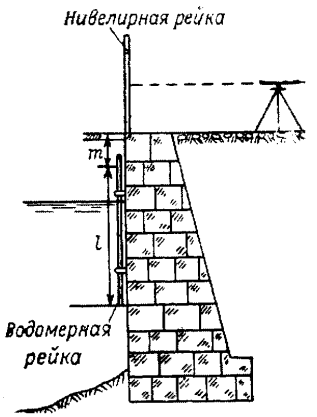


Рисунок 13 – Нивелирование водомерной рейки на устое моста.

Если невязка хода больше допустимой, нивелирование следует повторить до получения допустимой невязки. Исправленную отметку H' рейки сравнивают с ее прежней отметкой. Если H' отличается от прежней отметки на величину, не превосходящую допустимую невязку Δh^1, то отметка рейки останется прежней. В противном случае принимают новую отметку, равную исправленной отметке рейки H'.

6.5.1.6 После вычисления отметки нуля водомерной рейки следует определить поправку для приведения нуля рейки к нулю поста (приводку). Для этого нужно от отметки нуля поста отнять отметку нуля рейки или от превышения репера над нулем рейки отнять превышение репера над нулем поста. В таблице 5 приведен пример нивелирования водомерной рейки (случай, когда нивелирной рейкой служит сама водомерная рейка).

6.5.2 Нивелирование водомерных свай производится также двусторонним ходом или двумя висячими ходами. При нивелировании свай следует руководствоваться указаниями, приведенными в 6.2.

6.5.2.1 Нивелирную рейку ставят на головки (шляпки гвоздей) водомерных свай. Нивелированию подлежат все сваи, доступные для установки нивелирной рейки, однако часть свай нивелируется как промежуточные точки. Промежуточными точками служат как все сваи, расположенные в конце хода (сваи, погруженные в воду), так и сваи, расположенные между связующими точками. Последней связующей точкой при нивелировании от репера к сваям служит ближайшая к урезу воды свая, головка которой находится в момент нивелирования выше уреза воды. Связующими точками при обоих ходах должны служить одни и те же сваи. При записи в журнале следует руководствоваться 6.3.

6.5.2.2 Полученные в результате нивелирования отметки следует исправить поправками на невязку хода. Невязка хода не должна быть больше допустимой. Допустимая невязка определяется по формулам, приведенным в 6.4. Если невязка хода превосходит допустимую, нивелирование повторяют до получения допустимой невязки.

6.5.2.3 При нивелировании двусторонним ходом исправление отметки свай производят следующим образом:

- находят невязку хода Δh. Она равна разности между принятой отметкой репера и отметкой репера, полученной в результате нивелирования (6.4); Δh может быть как положительной, так и отрицательной;
- к отметкам всех свай, полученным в результате нивелирования от свай к реперу прибавляют невязку хода Δh;
- за окончательные отметки принимаются средние арифметические из отметок, полученных по ходу, направленному от репера к сваям (по ходу «вперед»), и исправленных отметок, полученных в результате нивелирования ходом «обратно» (от свай к реперу).

Таблица 5 – Привязка уровнемерной рейки к рабочему реперу замкнутым ходом

Дата *20 июня 1954 г.* Начало *7 ч 30 мин* Конец *9 ч*

Номер станции	Номер связующих и промежуточных точек / Расстояние, м	Отсчеты по рейке			Пре
		задняя	передняя	промежуточная	+
1	2	3	4	5	6
1	$\frac{РП_{контр.} — 1}{175}$	*485* *361*	*1 735* *1 613*		
2	$\frac{1 — 2}{120}$	*682* *546*	*1 535* *1 397*		
3	$\frac{2 — 3}{150}$	*475* *342*	*1 123* *988*		
4	$\frac{3 — 4}{110}$	*664* *564*	*868* *765*		
5	$\frac{4 — рейка\ водом.}{100}$	*564* *438*	*1 233* *1 104*		
6	$\frac{Рейка — 4\ водом.}{100}$	*1 376* *1 254*	*709* *585*		*667* *669*
7	$\frac{4 — 3}{110}$	*975* *865*	*768* *658*		*207* *207*
8	$\frac{3 — 2}{150}$	*1 484* *1 362*	*837* *715*		*647* *647*
9	$\frac{2 — 1}{120}$	*1 443* *1 337*	*592* *489*		*851* *848*
10	$\frac{1 — РП_{контр.}}{175}$	*1 801* *1 690*	*547* *439*		*1 254* *1 251*

$\sum_з = 18\,708$, $\sum_п = 18\,700$, $\sum h+ = 7\,248$, $\sum h- = -7\,240$, $\sum h+_{ср} = \sum h-_{ср} = 7\,248 - 7\,240 = 8$ *мм*, $\sum h+_{ср} + \sum h-_{ср} = 3\,624 - 3\,620 = 4$ *мм*,

Невязка хода $\Delta h = 9{,}483 - 9{,}486 = -0{,}003$ *м*; допустимая невязка хода $\Delta h =$

Исправленная отметка нуля водомерной рейки равна $5{,}862 + 0{,}0015 = 5{,}864$ *м*.

Отметка нуля водомерной рейки до нивелирования 5,860 *м*.

Принятая отметка нуля водомерной рейки *5,860 м*.

Высотные отметки (абсолютные)

Контрольного репера № *156 9,483 м*.

Нуля водомерной рейки *5,860 м*.

Нуля поста *5,834 м*.

Приводка $5{,}834 - 5{,}860 = -0{,}026$ *м* или *–3 см*.

(Продолжение таблицы 5)

20 мин Погода: *ясно, слабый ветер (рейки односторонние)*

вышения, мм	Средние превышения, мм		Горизонт инструмента, м	Отметки, м абсолютные / условные	Примечание
–	+	–			
7	8	9	10	11	12
1 250 *1 252*		*1 251*		*9,483* *8,232*	*РП*$_{\text{контр.}}$ *№ 156*
853 *851*		*852*		*7,380*	
648 *646*		*647*		*6,733*	
204 *201*		*202,5*		*6,530*	
669 *666*		*667,5*		*5,862*	
	668			*6,530*	
	207			*6,737*	
	647			*7,384*	
	849,5			*8,234*	
	1252,5			*9,486*	

3624, $\sum h_{-,\text{ср}} = -3620$, $\sum_{\text{з}} - \sum_{\text{п}} = 18708 - 18700 = 8$ *мм*, $\sum h_{+} +$
$H_{\text{к}} - H_{\text{н}} = 9,486 - 9,483 = 0,003$ *м*.
$\pm 5\sqrt{n} = \pm 5\sqrt{10} = \pm 16$ *мм*.

Превышения

Контрольного репера над нулем водомерной рейки *9.483 — —5,860 = 3,623 м*.

Контрольного репера над нулем поста *9,483 — 5,834 = = 3,649 м*.

Поправка для приведения нуля рейки к нулю поста (приводка) *3,623 — 3,649 = —0,026 м* или *—3 см*.

Таблица 6 – Привязка водомерных свай к рабочему реперу двухсторонним ходом

Дата *15 августа 1952 г.* Начало *9 ч 00 мин* Конец *11 ч*

Номер станции	Номер связующих и промежуточных точек / Расстояние, м	Отсчеты по рейке			Пре
		задняя	передняя	промежуточная	+
1	2	3	4	5	6
1	*РП*$_{контр.}$ — *Св*$_1$	*1 838*	*2 435*		
	150	*1 716*	*2 312*		
2	*Св*$_1$ — *Св*$_5$	*845*	*2 445*		
	155	*733*	*2 333*		
	+30 Св$_2$			*974*	
	+70 Св$_3$			*1 233*	
	+120 Св$_4$			*1 633*	
3	*Св*$_5$ — *Св*$_6$	*525*	*1 024*		
	50	*413*	*914*		
	+80 Св$_7$			*1 337*	
	+130 Св$_8$			*1 813*	
4	*Св*$_6$ – *Св*$_5$	*1 177*	*675*		*502*
	50	*1 052*	*552*		*500*
	Св$_8$			*1 955*	
	Св$_7$			*1 476*	
5	*Св*$_5$ — *Св*$_1$	*2 296*	*695*		*1 601*
	155	*2 103*	*504*		*1 599*
	Св$_4$			*1 403*	
	Св$_3$			*1 003*	
	Св$_2$			*744*	
6	*Св*$_1$ — *РП*	*2 311*	*1 715*		*596*
	150	*2 201*	*1 603*		*598*

$\sum_з = 17\,210$, $\sum_п = 17\,207$, $\sum h+ = 5\,396$, $\sum h- = -5\,393$, $\sum h+, ср =$
$\sum_з - \sum_п = 17\,210 - 17\,207 = 3$ *мм*, $\sum h+ + \sum h- = 5\,396 - 5\,393 = 3$ *мм*,
$= 26,846 - 26,848 = -0,002$ *м* $= -2$ *мм*.

Допустимая невязка $\pm 5\sqrt{n} = \pm 5\sqrt{6} = 12$ *мм*.

(Продолжение таблицы 6)

10 мин Погода: *тихо, пасмурно (рейки односторонние)*

вышения, мм	Средние превышения, мм		Горизонт инструмента, м	Отметки, м абсолютные / условные	Примечание
–	+	–			
7	8	9	10	11	12
597 *596*		*596,5*		*26,846* *26,250*	$РП_{контр.}$ № 231
1 600 *1 600*		*1 600*	*26,983*	*24,650* *26,009* *25,750* *25,350*	
499 *501*		*500*	*25,063*	*24,150* *23,726* *23,250*	
	501		*25,202*	*24,150* *23,247* *23,726*	
	1 600		*26,754*	*24,651* *25,351* *25,751* *26,010*	
	597			*26,251* *26,848*	

$= 2\,698$, $\sum h_{-,ср} = -2\,696{,}5$, $H_к - H_н = 26{,}848 - 26{,}846 = +0{,}002$ *м*, $\sum h_{+,ср} + \sum h_{-,ср} = 2\,698 - 2\,696{,}5 = 1{,}5$ *мм*. Невязка хода $H_н - H_к =$

6.5.2.4 В таблице 6 приведен образец записи результатов нивелирования водомерных свай двусторонним ходом и вычисления отметок свай, полученных в результате этого нивелирования. При нивелировании двумя ходами, направленными от репера к сваям, невязка хода равна разности между отметками последней связующей точки, полученными по первому и второму ходам. За окончательные отметки свай принимаются средние арифметические из значений отметок, полученных по обоим ходам.

6.5.2.5 В таблице 7 приведен образец записи результатов нивелирования и вычисления отметок, полученных по обоим ходам (висячими ходами).

6.5.2.6 При нивелировании водомерных свай наиболее удаленные сваи могут находиться в воде на столь далеком расстоянии от последней стоянки нивелира, что невозможно произвести нивелирование их описанными выше способами. Высотные отметки этих свай определяют водной нивелировкой. Для этого в тихую погоду при гладкой поверхности моря измеряют уровень при помощи переносной водомерной рейки, устанавливаемой поочередно на нивелируемой свае и на ближайшей к ней свае, отметка которой известна. По рейке, устанавливаемой на каждой свае, производят по шесть отсчетов (с точностью до 1 см). Отметку нивелируемой сваи вычисляют по формуле:

$$H = H_1 + h_1 - h,$$

где Н – отметка нивелируемой сваи (Н определяют с точностью до 0,01 м);

H_1 – отметка ближайшей к ней сваи (значение H_1 округляют до 0,01 м);

h_1 – среднее из шести отсчетов, произведенных по рейке, установленной на свае, отметка которой известна (значение h_1 дается в метрах);

h – среднее из шести отсчетов, произведенных по рейке, установленной на нивелируемой свае (значение h дается в метрах).

6.5.2.7 После определения отметок водомерных свай следует вычислить приводки. Приводки вычисляются так же, как и приводка нуля уровнемерной рейки.

Пример – Отметка сваи № 13 H_1 ***= 58,563 м. Отсчеты по рейке, установленной на ней, равны 17, 16, 17, 17, 17, 17 см. По рейке, установленной на свае № 14, отсчеты равны 40, 41, 41, 41, 40, 40 см. Отметка сваи № 14 ровна:***

$$h_1 = \frac{17+16+17+17+17+17}{6} = 16{,}9 \ \ см = 0{,}17 \ \ м;$$

$$h = \frac{40+41+41+41+40+40}{6} = 40{,}5 \ \ см = 0{,}40 \ \ м;$$

$$H = 58{,}56 + 0{,}17 - 0{,}40 = 58{,}33 \ м.$$

6.5.3 Нивелирование самописца уровня моря (СУМ). При нивелировании СУМ определяется отметка площадки, на которой он установлен и отметка нуля контрольной уровнемерной рейки.

6.5.4 Нивелирование ледовых водомерных реек. Нивелирование ледовых футштоков с подвесной рейкой следует производят также, как и обычных водомерных реек, согласно подпункта 6.5.1.

Отметки водомерных свай

Номер сваи и репера	Отметки, м				Примечание
	по ходу вперед	по ходу обратно	исправленные по ходу обратно	принятые	
РП № 231	*26,846*	*26,848*	*26,846*	*26,846*	*$РП_{контр.}$ № 231*
$Св_1$	*26,250*	*26,251*	*26,249*	*26,250*	
$Св_2$	*26,009*	*26,010*	*26,008*	*26,008*	
$Св_3$	*25,750*	*25,751*	*25,749*	*25,750*	
$Св_4$	*25,350*	*25,351*	*25,349*	*25,350*	
$Св_5$	*24,650*	*24,651*	*24,649*	*24,650*	
$Св_6$	*24,150*	*24,150*	*24,148*	*24,649*	
$Св_7$	*23,726*	*23,726*	*23,724*	*23,725*	
$Св_8$	*23,250*	*23,247*	*23,245*	*23,248*	

Высотные отметки (абсолютные)

Контрольного репера *№ 231 26,846 м*

Нуля поста *23,210 м*

Превышения, м		Поправки для приведения головок свай к нулю поста (приводки), м
контрольного репера над нулем поста	3,636	
Контрольного репера над головками свай		
1	*0,596*	*+3,040 = +3,04*
2	*0,838*	*+2,798 = +2,80*
3	*1,096*	*+2,540 = +2,54*
4	*1,496*	*+2,140 = +2,14*
5	*2,196*	*+1,440 = +1,44*
6	*2,697*	*+0,939 = +0,94*
7	*3,121*	*+0,515 = +0,52*
8	*3,598*	*+0,038 = +0,04*

6.5.4.1 Нивелирование ледовой водомерной рейки в сплошном ледяном покрове, не позволяет установить нивелир на льду (из-за колебания льда). В таких случаях нивелир устанавливают на берегу и отсчет по рейке производят с берега, увеличив для этого длину луча, пренебрегая в случае необходимости расположением нивелира строго по середине между ледовой рейкой и последней связующей точкой.

6.5.4.2 Если ледовая водомерная рейка удалена от берега на значительное расстояние, производится водная нивелировка. Для этого вблизи берега на достаточной глубине во льду пробивается лунка. В лунку вбивают кол на такую глубину, чтобы верхний край его был бы вровень с уровнем воды. На этот кол устанавливают нивелирную рейку и нивелируют горизонт воды. Если по условиям грунта или приглубости берега забить кол не представляется возможным, тогда в крае лунки вырубается площадка в виде порожка, находящегося на одном уровне с урезом воды. На эту площадку ставится нивелирная рейка при нивелировках горизонта воды. В обоих случаях при постановке нивелирной рейки как на кол, так и на ледяную площадку–порожек в лунке нивелирование следует производить как можно быстрее, стараясь выполнить его за такой отрезок времени, в течение которого уровень воды в лунке может быть принят практически неизменным. Одновременно производят шесть отсчетов высоты уровня моря по ледовой водомерной рейке. Отсчеты производят с точностью до 1 см. В журнал нивелирования записывают результаты нивелирования кола согласно 6.3, отсчеты по водомерной рейке и время производства их, а также отметку нуля водомерной рейки, приведенную к нулю поста.

Таблица 7 – Привязка водомерных свай к контрольному реперу висячим ходом

Дата *15 июня 1955 г.* Погода: *ясно, тихо.* Начало

Номер станции	Номер связующих и промежуточных точек / Расстояние, м	Отсчеты по рейке			Превы	
		задняя	передняя	промежуточная	+	
1	2	3	4	5	6	
			Первый			
1	$\frac{РП_{контр.} - Св_1}{120}$	*630* *530*	*1 151* *1 050*			
2	$\frac{Св_1 - Св_4}{140}$	*1 446* *1 322*	*1 962* *1 838*			
	$+50\ Св_2$			*1 344*		
	$+90\ Св_3$			*1 561*		
	$+180\ Св_5$			*2 162*		

$\sum_з = 3\,928$, $\sum_п = 6\,001$, $\sum h_- = -2\,073$, $\sum h_{-,ср} = -1\,036{,}5$, $\sum_з - \sum h_{-,ср} = -1036{,}5$ *мм*, $H_к - H_н = 52{,}084 - 53{,}120 = -1{,}036$ *м*.

Второй

1	$\frac{РП_{контр.} - Св_1}{120}$	*750* *648*	*1 270* *1 168*			
2	$\frac{Св_1 - Св_4}{140}$	*1 347* *1 221*	*1 864* *1 739*			
	$+50\ Св_2$			*1 246*		
	$+60\ Св_3$			*1 458*		
	$+180\ Св_5$			*2 064*		

$\sum_з = 3\,966$, $\sum_п = -6\,041$, $\sum h_- = -2\,075$, $\sum h_{-,ср} = -1\,037{,}5$, $\sum_з - \sum h_{-,ср} = -1\,037{,}5$ *мм*, $H_к - H_н = 52{,}082 - 53{,}120 = -1{,}038$ *м*.

Невязка хода $1{,}036 - 1{,}038 = -0{,}002$ *м*.

Допустимая невязка хода $\pm 5\sqrt{n} = \pm 5\sqrt{2} = \pm 7$ *мм*.

(Продолжение таблицы 7)

7 ч 30 мин Конец 9 ч 45 мин

шения, мм	Средние превышения, мм		Горизонт инструмента, м	Отметки, м абсолютные / условные	Примечание
–	+	–			
7	8	9	10	11	12
ход					
521		*520,5*		*53,120*	
520				*52,600*	*РП* контр. № *284*
516		*516*	*53,922*	*52,084*	
516					
				52,578	
				52,361	
				51,760	

$\sum_{п} = 3\,928 - 6\,001 = -2\,073$ *мм*, $\sum h+ + \sum h- = -2\,073$ *мм*, $\sum h+$, ср +

ход

520		*520*		*53,120*	
520				*52,600*	
517		*517,5*	*53,821*	*52,082*	
518					
				52,575	
				52,363	
				51,757	

$\sum_{п} = 3\,966 - 6\,041 = -2\,075$ *мм*, $\sum h+ + \sum h- = -2\,075$ *мм*, $\sum h+$, ср +

Отметку нуля ледовой водомерной рейки вычисляют по формуле:

$$H = H_1 - h,$$

где H – отметка нуля ледовой водомерной рейки (H определяют с точностью до 0,01 м);

H_1 – отметка кола (H_1 округляется до 0,01 м);

h – среднее арифметическое из отсчетов по водомерной рейке (округляется до 0,01 м).

Пример – Отметка кола равна 5,853 м. Отсчеты по водомерной рейке равны 16, 15, 16, 16, 16, 16 см. Определяем отметку нуля водомерной рейки:

$$H_1 = 5{,}85м \;;\quad h = \frac{16+15+16+16+16+16}{6} = 15{,}8см = 0{,}16м \;;$$

H = 5,85 – 0,16 = 5,69 м.

Отметка нуля поста равна 5,833 м (абс). Поправка для приведения нуля рейки к нулю поста (приводка) равна 5,69 – 5,83 = –0,14 м = –14 см.

6.6 Определение нивелированием высоты нуля барометра и высот волномерного и ледового пунктов

На гидрометеорологических станциях и постах необходимо знать высотное положение нуля станционного ртутного барометра относительно репера (рабочего и основного), а также высоту над уровнем моря волномерного и ледового пунктов,

6.6.1 Привязка нуля барометра к реперу. Привязка нуля барометра производится к реперу, расположенному поблизости от метеорологической станции.

6.6.1.1 Нивелирование производится двумя ходами в прямом и обратном направлении или двумя ходами в одном и том же направлении. При нивелировании следует руководствоваться 6.2 и 6.4. Применение достаточно точного нивелирования в этом случае необходимо, чтобы была уверенность в том, что передача высотной отметки от репера к нулю барометра произведена правильно. В дальнейшем при практическом использовании высотная отметка нуля барометра может быть округлена с необходимой степенью точности. Некоторые особенности возникают лишь на последней стоянке (станции) и вызываются тем, что барометр находится в помещении станции.

6.6.1.2 Измерения на этой станции производятся следующим образом. Последнюю стоянку нивелира выбирают с таким расчетом, чтобы можно было спроектировать на стену комнаты, где помещается барометр, горизонтальную нить сетки нитей нивелира (рисунок 14). Далее, из окна комнаты опускают отвес и проводят на стене горизонтальную черту, совпадающую с проекцией средней горизонтальной нити сетки нитей. При этом следует руководствоваться указаниями, приведенными в подразделе 6.4.1.2 (при привязке к стенной марке). После этого измеряют с точностью до 1 мм при помощи стальной рулетки или линейки с делениями расстояние S_1 по вертикали между верхом подоконника и проекцией горизонтальной нити сетки нитей. Проекцию горизонтальной нити на стену производят дважды: при прямом и обратном ходах. При этом каждый раз измеряется расстояние S_1. Из двух измерений вычисляется среднее значение S_1.

6.6.1.3 Затем измеряют (также с точностью до 1 мм) расстояние S_2 по вертикали между полом комнаты, где установлен барометр, и верхом подоконника и расстояние S_3 между крышкой барометра и полом.

Отметки нуля барометра *Нб*, вычисляют Эти измерения производят также дважды и находят средние значения $S_{2ср}$ и $S_{3ср}$ по формуле

$$Нб = H_{Гср} + S_{1ср} - S_{2ср} - S_{3ср}$$

где $H_{Гср}$ — среднее значение отметок горизонта инструмента на последней связующей точке при прямом и обратном ходах.

Отметки водомерных свай

Номер сваи и репера	Отметки, м			Примечание
	по первому ходу	по второму ходу	принятые	
$Св_1$	52,600	52,600	52,600	
$Св_2$	52,578	53,575	52,576	
$Св_3$	52,361	52,363	52,362	
$Св_4$	52,084	52,082	52,083	
$Св_5$	51,760	51,757	51,758	

Высотные отметки (абсолютные)

Контрольного репера № 284 53,120 м

Нуля поста 50,500 м

Превышения, м		Поправки для приведения головок свай к нулю поста (приводки), м
контрольного репера над нулем поста	2,620	
Контрольного репера над головками свай		
1	0,520	2,100 = +2,10
2	1,544	2,076 = +2,08
3	0,758	1,862 = +1,86
4	1,037	1,583 = +1,58
5	1,362	1,258 = +1,26

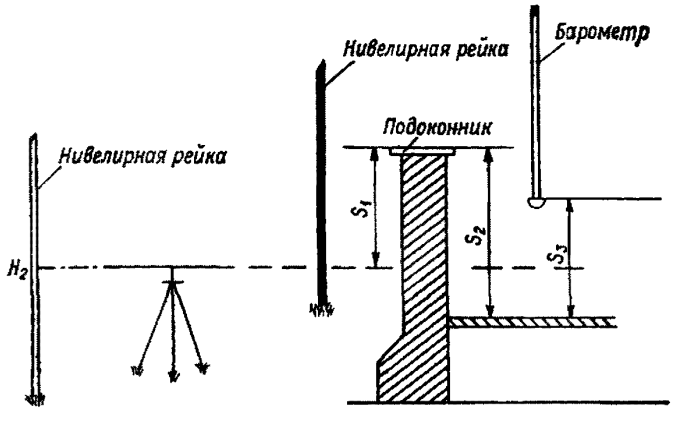


Рисунок 14 – Определение отметки нуля барометра.

Таблица 8 – Привязка нуля барометра к реперу двухсторонним ходом

Дата *15 августа 1955 г.* Начало *8 ч 10 мин* Конец

Номер станции	Номер связующих и промежуточных точек / Расстояние, м	Отсчеты по рейке			Превы
		задняя	передняя	промежуточная	+
1	2	3	4	5	6
1	*РП — 1* / 150	*1 512*	*1 062*		*450*
		1 386	*934*		*452*
2	*1 — 2* / *140*	*1 392*	*1 289*		*103*
		1 526	*1 421*		*105*
3	*2 — 3* / *150*	*1 834*	*562*		*1 272*
		1 952	*678*		*1 274*
4	*3 — 2* / *150*	*621*	*1 893*		
		506	*1 777*		
5	*2 — 1* / *140*	*1 355*	*1 459*		
		1 495	*1 599*		
6	*1 — РП* / 150	*998*	*1 449*		
		880	*1 328*		

$\sum_з = 15\,457$, $\sum_п = 15\,451$, $\sum h+ = 3\,656$, $\sum h- = -3\,650$, $\sum h+,\text{ср} = + \sum h- = 3\,656 - 3\,650 = +6$ *мм*, $\sum h+,\text{ср} + \sum h-,\text{ср} = 1\,828 - 1\,828 =$

Принятая отметка репера *72,146 м.*

Отметка репера, полученная в результате нивелирования, *72,148 м.*

Невязка хода $\Delta h = 72{,}146 - 72{,}148 = -2$ *мм.*

Допустимая невязка хода $\Delta h = \pm 5\sqrt{h} = \pm 5\sqrt{6} = \pm 12$ *мм.*

Исправленная отметка связующей точки $3 = 75{,}700 + 0{,}001 = 75{,}701$ *м.*

Средняя отметка горизонта инструмента $\frac{74{,}653 + 74{,}480}{2} = 74{,}566$ *м.*

Отметка нуля барометра $H_{\text{г. ср}} + S_{1\,\text{ср}} - S_{2\,\text{ср}} + S_{3\,\text{ср}} = 74{,}566 + 523 - 1{,}226$

(Продолжение таблицы 8)

9 ч 20 мин Погода: *пасмурно, тихо (рейки односторонние)*

шения, мм	Средние превышения, мм		Горизонт инструмента, м	Отметки, м абсолютные / условные	Примечание
–	+	–			
7	8	9	10	11	12
	451			*72,146*	$S_1^1 = 438$; $S_1^2 = 608$ } $S_{1\,ср} = 523$
	104			*72,597*	$S_2^1 = 1\,225$; $S_2^2 = 1\,227$ } $S_{2\,ср} = 1\,226$
	1 273			*72,701*	$S_3^1 = 523$; $S_3^2 = 521$ } $S_{3\,ср} = 522$
1 272		*1 271,5*	*74,653*	*73,974*	
1 271					
104		*104*	*74,480*	*72,702*	
104				*72,598*	
451		*449,5*		*72,148*	
448					

1 828, $\sum h_{-,ср} = -1\,825$, $\sum_з - \sum_п = 15\,457 - 15\,451 = +6$ *мм*, $\sum h_+ + +3$ *мм*

$+ 522 - 74{,}385$ *м* $= 74{,}38$ *м.*

6.6.1.4 В некоторых случаях можно произвести отсчет через окно или дверь по нивелирной рейке, установленной в комнате, где находится барометр. В этом случае отсчеты по рейке берут при прямом и обратном ходе.

Отметку нуля барометра *Нб* вычисляют по формуле:

$$Нб = Н_П + S_{зср}$$

где $Н_П$ – отметка пола комнаты.

В таблице 8 приведен пример привязки нуля барометра к реперу первым способом.

6.6.2 Определение высотного положения волномерного и ледового пунктов над уровнем моря.

6.6.2.1 На первом этапе устанавливается превышение оптической оси волномера или глаза наблюдателя над нулем водомерной рейки. Для этого определяют нивелированием превышение площадки, на которой находится наблюдатель во время производства наблюдений, над нулем водомерной рейки h_1 (рисунок 15). Величину h_1 вычисляют с точностью до 0,1 м. Нивелирование допускается производить одним ходом, но с обязательным контролем измерений на каждой станции.

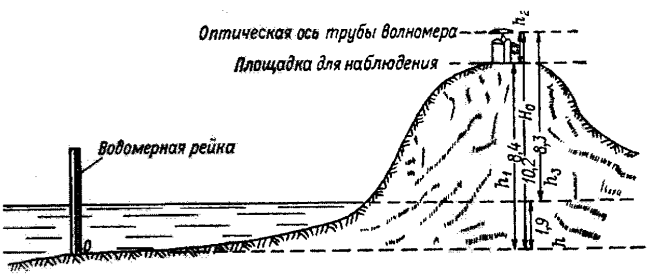


Рисунок 15 – Схема нивелирования водомерного пункта.

6.6.2.2 Далее при помощи рулетки измеряют расстояние от поверхности площадки до центра окуляра волномера, установленного на столбе или столике h_2. Величина h_2 измеряется также с точностью до 0,1 м. Если волномер установлен на вышке, высота последней измеряется при помощи отвеса и рулетки (или мерной ленты) и включается в величину h2. Сумма $H = h_1 + h_2$ является постоянной для данного пункта наблюдений. Эту величину записывают в техническое дело станции.

6.6.2.3 Для определения высоты оптической оси перспектометра (глаза наблюдателя) над уровнем моря в момент наблюдений следует от Н отнять среднюю высоту уровня моря h. При наблюдениях за волнением и льдами при помощи перспектометра для определения его коэффициента К, если колебания уровня моря в течение суток превосходят 1 м, на морях с приливами за величину h принимают высоту уровня, измеренную в момент наблюдений. Если колебания уровня в течение суток не превосходят 1 м, а также при визуальных наблюдениях за волнением и льдами, независимо от величины колебаний высот уровня, за величину h принимают среднюю высоту уровня.

Пример – Высота площадки наблюдений за волнением относительно нуля водомерной рейки h_1 = 8,4 м (определяется нивелированием).

Высота оптической оси трубы перспектометра над площадкой для наблюдений h_2 = 1,8 м (измеряется рулеткой). Положение оптической оси трубы перспектометра над нулем водомерной рейки Н = 8,4 + 1,8 = 10,2 м. Высота уровня в момент наблюдений h = 1,9 м (отсчитывается по рейке). Положение оптической оси трубы перспектометра над уровнем моря H_0 = 10,2 – 1,9 = 8,3 м.

6.7 Составление схемы нивелирного хода

6.7.1 По окончании привязки морского уровенного поста (футштока) к рабочему реперу составляют схему проложенного нивелирного хода (рисунок 16).

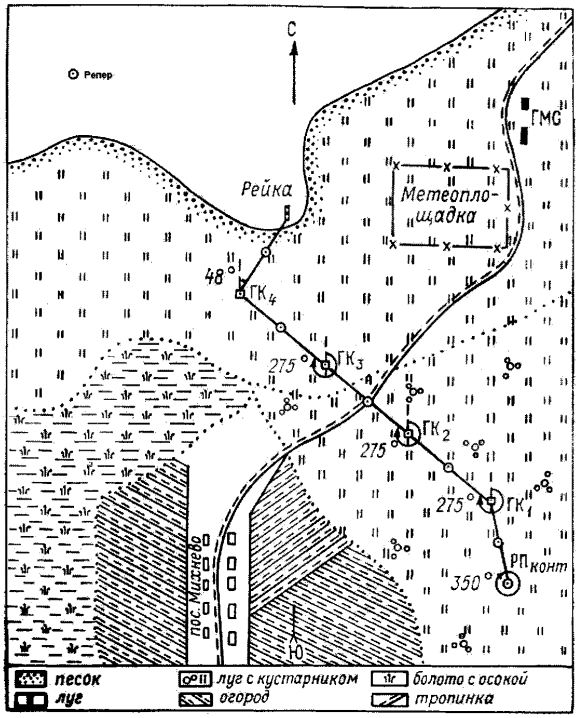


Рисунок 16 – Схема нивелирного хода от рабочего (контрольного) репера.

6.7.2 На листе бумаги наносят направление С—Ю, отмечают начальную точку нивелирного хода от основного (контрольного) репера и от нее под углом к направлению С—Ю, равному азимуту отрезка хода между начальной точкой и первой связующей точкой, в произвольном масштабе откладывают отрезок, соответствующий этой части хода. На этом отрезке указывается место установки нивелира. Аналогичным образом проводят отрезки, соответствующие остальным частям хода. На этом же чертеже наносят ситуацию окружающей местности (изображают условными обозначениями характер растительности и угодий, расположенных вокруг нивелирного хода – пашня, луг, болото и т. д.). Кроме того, наносят характерные предметы местности, отдельные строения, а также берег моря и уровенный пост (рейку).

6.7.3 Схема нивелирного хода дает наглядное представление о расположении его на местности и позволяет в дальнейшем производить нивелирование примерно по одним и тем же связующим точкам.

6.7.4 В том случае, когда осуществляется нивелирование от основного репера, кроме схемы нивелирного хода и нивелирного журнала составляется технический отчет о выполненных работах по нивелированию, форма которого приводится в «Наставлении по организации проектирования сооружений уровенных постов на морях, сдаче в эксплуатацию и контролю их высотного положения» [4].

6.8 Порядок работы с нивелиром с самоустанавливающейся линией визирования

6.8.1 Как указывалось в подразделе 5.1.5 в настоящее время при производстве работ по нивелированию III и IV классов и при привязке основных и/или рабочих реперов и нулей морских уровенных станций и постов к ГВО широко применяются нивелиры с самоустанавливающейся линией визирования (компенсатором) таких фирм как Sokkia, Trimble, Leica и др. Для приведения визирной оси нивелира в горизонтальное положение достаточно привести пузырек круглого уровня в центр и встроенный компенсатор автоматически приведет визирную ось нивелира в горизонтальное положение.

6.8.2 Нивелирование выполняется в соответствии с Инструкцией [3], в которой регламентированы порядок наблюдений на станции, порядок записи в журналах нивелирования установленного образца, основные контрольные операции и допуски (приложение А, таблицы 1,9), порядок обработки результатов измерений, а так же перечень материалов, подлежащих к сдаче по окончанию полевых и камеральных работ (приложения Б–Д).

6.8.3 После приведения нивелира в рабочее состояние выполняют нивелирование с использованием пары реек.
- Нивелирование IV класса производят в одном направлении способом «средней нити».
- Нивелирование III класса – в прямом и обратном направлениях способом «средней нити».

6.8.4 Порядок наблюдений на станции следующий:
- отсчеты по черной стороне задней рейки;
- отсчеты по черной стороне передней рейки;
- отсчеты по красной стороне передней рейки;
- отсчеты по красной стороне задней рейки.

6.8.5 При производстве нивелирования III класса в горных районах, должны применяться деревянные рейки с инварной полосой или электронные нивелиры с комплектом штрихкодовых инварных реек. Порядок работы с аппаратурой такого класса изложен в Инструкции [3].

6.8.6 Общие требования к приборам, предназначенных для нивелирования I, II, Ш и IV классов должны соответствовать нормам, указанных в таблице 9.

Таблица 9 – Основные технические требования, предъявляемые к нивелирам

Наименование характеристики	Единица измерений	Норма по классам			
		I	II	III	IV
1	2	3	4	5	6
Увеличение зрительной трубы, не менее	крат	40		24–32	20–24
Цена деления цилиндрического уровня, не более	“/2 мм	10	12	30	
Коэффициент нитяного дальномера		100 ± 1			
Диапазон работы компенсатора, не менее	угл. мин	±8		± 15	
СКП установки линии визирования, не более	угл. с	0,2		0,5	
Систематическая погрешность работы компенсатора на 1' наклона от прибора не более	угл. с	0,05	0,10	0,3	
Изменение угла «I» при изменении температуры на 1° С, не более	угл. с	0,5	0,8		
Цена деления шкалы оптического микрометра для реек с ценой деления: 5 мм / 10 мм	мм	0,05 / 0,1			
Инструментальная СКП измерения превышений на 1 км двойного хода, не более	мм	0,5	1,5	3	6

6.9 О нивелировании устройств морского уровенного поста

6.9.1 Нивелирование реперов и измерительных приспособлений морского уровенного поста выполняется с целью:

- определения высотного положения нуля водомерной рейки (головок свай) относительно нуля поста;
- определения взаимного положения нуля рейки (головок свай), реперов и нуля поста с момента организации уровенного поста;
- привязки реперов морского уровенного поста к реперам ГВО для определения высотного положения их в Балтийской системе нормальных высот;
- систематического контроля неизменности высотного положения реперов поста.

6.9.2 Нивелирование основных реперов производится по указанию УГМС. Рабочих– ежегодно в течение трех лет после закладки их. Если за это время результаты ежегодного нивелирования подтверждают постоянство высотного положения рабочего репера, то в дальнейшем контрольное нивелирование выполняется с трехлетними интервалами. Если по данным ежегодного нивелирования установлено систематическое изменение высотной отметки рабочего репера, то следует заложить новый рабочий репер на более устойчивом грунте, проверять в течение трех лет ежегодно устойчивость его отметки и в дальнейшем пользоваться этим репером.

6.9.3 Нивелирование водомерных реек и головок свай производится систематически не реже двух раз в год. Если прежние результаты нивелирования установленных на капитальных сооружениях водомерных реек показали устойчивость их высотного положения, то допускается нивелировать их один раз в год. В условиях Арктики, где, как правило, капитально установленных реперов и водомерных реек нет, нивелирование рабочих реперов должно осуществляться ежегодно, а водомерных реек – ежемесячно.

6.9.4 После каждого повреждения водомерной рейки (свай) или замены их, а также после обнаружения при обработке наблюдений изменений высотного положения нуля водомерной рейки (головок свай), немедленно выполняется дополнительное нивелирование. Плановые сроки контрольных нивелировок устанавливает УГМС в зависимости от гидрометеорологического режима данного моря.

6.9.5 Как правило, они производятся весной или осенью – после очищения района водомерного пункта ото льдов и перед замерзанием моря. Ледовые водомерные рейки нивелируются не реже чем один раз в месяц и всякий раз при их перестановках, повреждениях и исправлениях. Нивелирование уровенных постов выполняется согласно требованиям, изложенным в разделе 6.

6.9.6 Контрольные проверки высотного положения реперов, а также привязки водомерных реек и головок свай производятся нивелированием III или IV класса, согласно подразделу 6.2.

Приложение А
(обязательное)

Определение и исправление угла «i»

А.1 В технической литературе и нормативно–технических документах рассмотрены различные методы определения и исправления угла «i» – ошибки из–за непараллельности визирной оси зрительной трубы нивелира и оси цилиндрического уровня (главное условие нивелира). В настоящих методических указаниях рассмотрен наиболее простой и удобный способ определения и исправления угла «i», применяемый на практике в полевых условиях.

А.2 К цилиндрическому уровню нивелира предъявляются требования:

- отвесная плоскость, проходящая через ось уровня, должна быть параллельна отвесной плоскости, проходящей через визирную ось зрительной трубы;
- величина угла «i», то есть проекция на отвесную плоскость угла между осью уровня и визирной осью трубы нивелира, должна быть меньше 15".

А.3 Для определения и исправления угла «i» в полевых условиях рядом с лагерем на открытой ровной площадке разбивают базис длиной 50 м. Концы базиса закрепляют металлическими костылями или деревянными кольями с забитыми в верхнюю плоскость кольев гвоздями (рисунок А.1). Вокруг костылей или кольев делается окопка. Длину базиса D измеряют стальной рулеткой в прямом и обратном направлениях. Среднее значение длины базиса записывают в журнал, в котором производится определение угла «i» и обработка результатов измерений. Центр разбитого базиса для установки нивелира закрепляется костылем (колом, дюбелем). В качестве наружного оформления центра базиса служит окопка.

А.4 Схема определения угла «i» показана на рисунке А.1.

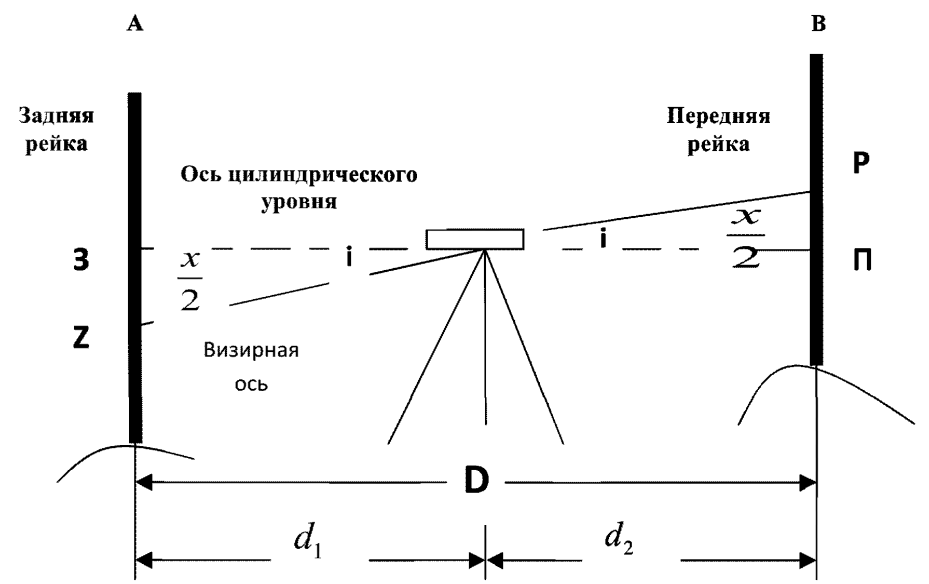


Рисунок А.1 – Определение превышения при нивелировании из середины

$$D = d_1 + d_2$$

$$3Z = d_1 tgi; \quad ПР = d_2 tgi.$$

В соответствии с (А.1) запишем:

$$X = 3Z + ПР = tgi(d_1 + d_2) = iD, \quad отсюда: \tag{А.2}$$

$$i = \frac{X}{D}\rho'', \tag{А.3}$$

где X – разница превышений, полученных «из середины» и «при разноплечье»;

D – длина базиса, приведенная к горизонту;

ρ'' – радиан, выраженный в секундах (206 265").

А.5 После закрепления базиса нивелирные рейки устанавливают на концах базиса (рисунок 1, рейки А и В), а нивелир – в центре. Нивелир приводят в рабочее положение, наводят зрительную трубу нивелира на заднюю рейку А и производят отсчеты по черной стороне рейки по верхней, нижней дальномерным и средней нитям. Затем наводят зрительную трубу нивелира на переднюю рейку В и выполняют отсчеты по черной стороне рейки по верхней, нижней и средней нитям. Затем выполняют отсчеты по средней нити красной стороны передней рейки В. Наводят зрительную трубу нивелира на заднюю рейку А, производят отсчеты по средней нити красной стороны рейки и вычисляют превышение как разницу отсчетов между задней и передней рейкам.

А.6 Для удобства вычислений и исправления угла «i» желательно чтобы измеренное превышение было со знаком "плюс". Измеренное превышение между кольями (рейками) А и В записывают в журнал, в котором производится определение угла «i» и обработка результатов измерений. При нивелировании из середины базиса (при равном расстоянии от нивелира до реек) измеренное превышение практически свободно от влияния угла «i».

А.7 Закончив работу в середине разбитого базиса, нивелир переносят как можно ближе к одной из реек (насколько это позволяет фокусировка трубы нивелира и возможность взятия отсчетов). Нивелир приводят в рабочее положение и выполняют отсчеты по задней и передней рейкам в последовательности, указанной в пункте А.3 Вычисляют превышение как разницу отсчетов по задней и передней рекам (при разноплечьи). После определения превышений «из середины» и при «разноплечьи», производят вычисление значения угла «i» по формуле (А.3).

А.8 Если значение угла «i» превышает 15 с, то измеренное превышение будет отличаться от превышения, полученного из середины из–за влияния угла «i». Чем больше угол «i», тем больше будет разница превышений полученных из середины (свободного от влияния угла «i») и при разноплечьи.

А.9 Если полученное значение угла «i» больше 15 с, то исправляют положение цилиндрического уровня. Для этого наводят среднюю нить в поле зрения нивелира на отсчет по дальней рейке равный полученному отсчету по средней нити, уменьшенному (увеличенному) на величину, равную X – разности превышений «из середины» и «при разноплечьи»:

$$O = O_{пол} + X \tag{А.4}$$

А.10 Изображения концов пузырька цилиндрического уровня разойдутся. Исправление угла «i» производят юстировочными винтами контактного цилиндрического уровня. Для этого отвинчивают винты предохранительного кожуха юстировочных винтов цилиндрического уровня. Ослабляют юстировочные винты цилиндрического уровня и вертикальными исправительными винтами цилиндрического уровня точно совмещают изображения концов пузырька цилиндрического уровня, следя за тем, чтобы отсчет по рейке оставался равным O. При работе с нивелиром с компенсатором при юстировке сетку нитей с помощью исправительных винтов перемещают так, чтобы выполнилось условие (А.4).

А.11 Если значение угла «i» оказалось больше 15 с, то выполняют исправление угла «i», согласно пункту А.9 и заново определяют его значение, согласно пунктам А.9 и А.10. Если полученное значение угла «i» снова больше 15 с, то исправляют положение цилиндрического уровня согласно пунктам А.9 и А.10.

А.12 Поверку по пунктам А.4 – А.10 выполняют до получения значения угла «i» менее 15 с. Окончательное значение угла «i» получают как среднее из четырех приемов. Расхождения между значениями угла «i», полученные из разных приемов не должны превышать 5 с. После исправления угла «i» юстировочные винты закрепляют. Защитный кожух юстировочных винтов устанавливают в прежнее положение. Определение (исправление) угла «i» в полевых условиях выполняют ежедневно о чем делается соответствующая запись в полевых журналах.

А.13 Достоинство предложенного способа заключается в его простоте, как с точки зрения выполнения самой поверки, так и с точки зрения производства вычислений. Недостатком предложенного метода является некоторое снижение точности определения угла «i» из–за перефокусировки зрительной трубы нивелира. Однако такое понижение точности определения угла «i» не имеет принципиального значения. Более строгий способ определения угла «i» изложен в пособии [6].

П р и м е р – Определение (вычисление) угла «i». (Таблица А.1 – журнал для записи результатов наблюдений при определении угла «I»).

На первом этапе вычисляют средние значения превышений, полученные по черной и красной сторонам реек (таблица А.1).

$$h_{ср} = \frac{h_Ч + h_К}{2} = \frac{+136+135}{2} = +\ 136\ (\textit{нивелирование из середины})$$

$$h_{ñð} = \frac{h_× + h_{Ê}}{2} = \frac{+139+137}{2} = +\ 138\ (\textit{í èâåëèðîâàíèå ïðè ðàçíîñòíîé ïîñëåäîâàòåëüíîñòè})$$

Затем вычисляется X – разность превышений, полученных при нивелировании «из середины» и «при разноплечьи»:

$$X = +136 - 138 = -2\ мм$$

Вычисляют значение угла «i»:

$$i_1 = \frac{X\rho}{D} = \frac{-\ 2\ мм}{50\ \ 000\ \ мм} * 206265 = -8,"2$$ ***– значение угла «i», полученное из одного приема.***

Таблица А.1 – Определение угла «I»

(Образец записи в журнале результатов наблюдений и порядок обработки результатов наблюдений при определении угла «i» при нивелировании IV класса с рейками, имеющими сантиметровые деления на черной и красной сторонах.)

Ход от *Определение угла «i»* до _____ Условия работы:
изображение *четкое* облачность *сплошная* ветер *умеренный* грунт *суглинок*
Дата наблюдений *"20" августа 2009 г.* Начало *18 ч 40мин* конец *19 ч 00 мин*

Номера штативов и реек	Дальномерные расстояния до задней и передней реек, м	Отсчеты по рейке		Превышение, мм	Среднее превышение, мм
		задняя	передняя		
1	2	3	4	5	6
I прием					
1 1–2	1584 1332 25,2*	1459 1459	1323 1324	+ 136 + 135	+ 136*
	1450 1200 25,0	– –	– –	– –	
2 1–2	1326 1241 8,5**	1284 1283	1145 1146	+ 139 + 137	+ 138**
	1360 0930 43,0	– –	– –	– –	
$i = \frac{X\rho}{D} = \frac{-2}{50\ 000} * 206265 = -8,"2$					
II прием					

Контрольные вычисления					

* Нивелирование из середины
** Нивелирование при разноплечьи

Приложение Б
(обязательное)

ВЕДОМОСТЬ

превышений и высот реперов нивелирования III класса на о. Кронштадт
Линия нивелирования III класса от ск. рп. № 3155 до гр. рп. 8062 (висячий ход)

25 июля 2008 года

Номер секции	Вид и номер нивелирного репера, тип центра	Местоположение нивелирного репера	Расстояние, км от нач. рп. между рп	Количество штативов в ходе прямо обратно	Измеренное превышение, м: прямой ход	Измеренное превышение, м: обратный ход	Разность превышений, мм	Среднее превышение, мм	Поправки за уравнивание, мм	Уравненное превышение, м	Высота в БС 1977 года, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	ск. рп. № 3155 ФС ГК	Кронштадт, Июльская, д. 3, южная сторона Матросского клуба, памятник Пахтусову.	0,000 0,000						–	–	**3,137**
2	вр. рп. 6, дюбель		0,060 0,060	1	– 0,067	+ 0,066	– 1	– 0,066	–	–	3,071
3	гр. рп. 8062, тип 160 оп, 2007 год	Кронштадт, Июльская, д. 3, южная сторона Матросского клуба, в 77,5 м от СВ угла и в 70,6 м от Ю угла Итальянского залива, в 0,72 м от оп. знак.	0,088 0,148	1	– 0,050	+ 0,049	– 1	– 0,050	–	–	**3,021**

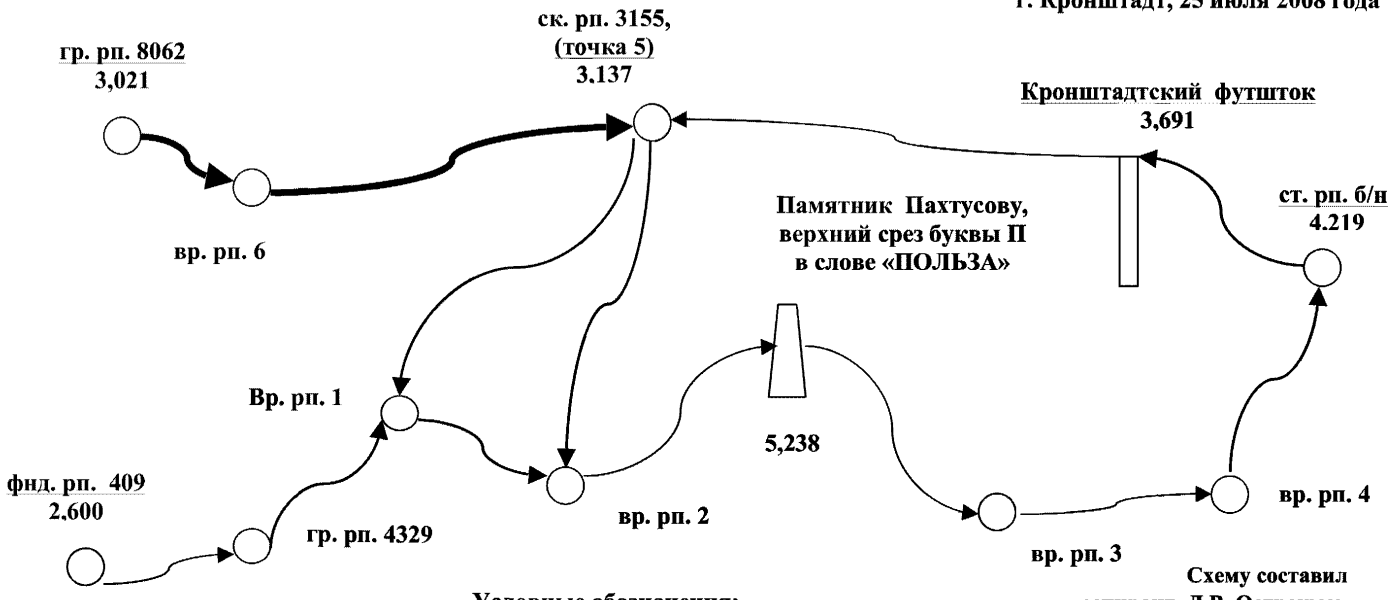
Итого по линии: **Lкм = 0,148 км.** **2** **$\sum$ = – 0,117** **$\sum$ = + 0,115** – 2 **$\sum$ = – 0,116** **– 0,116**

Нпр – Нобр = – 2 мм; $f_{доп} = 10_{мм}\sqrt{L_{км}}$ = +/– 3,8 мм; Поправка на 1 км хода = – 2/0,148 = – 13,5 мм.

Приложение В
(обязательное)

С Х Е М А
нивелирования III, IV классов, выполненного Государственным учреждением "Государственный океанографический институт" на острове Кронштадт на объекте " Балтийский морской" шифр: Ц. 01. 03. 07. ГОИН Б–08/01

г. Кронштадт, 25 июля 2008 года



Схему составил
_____ аспирант Л.В. Остроумов

Схему проверил
_____ проф. , д.т.н. Г.А. Шануров

Рисунок В.1 – Схема нивелирного хода

Приложение Г
(справочное)

С Х Е М А
расположения реперов на острове Гогланд в бухте Серкюлян–Лахти

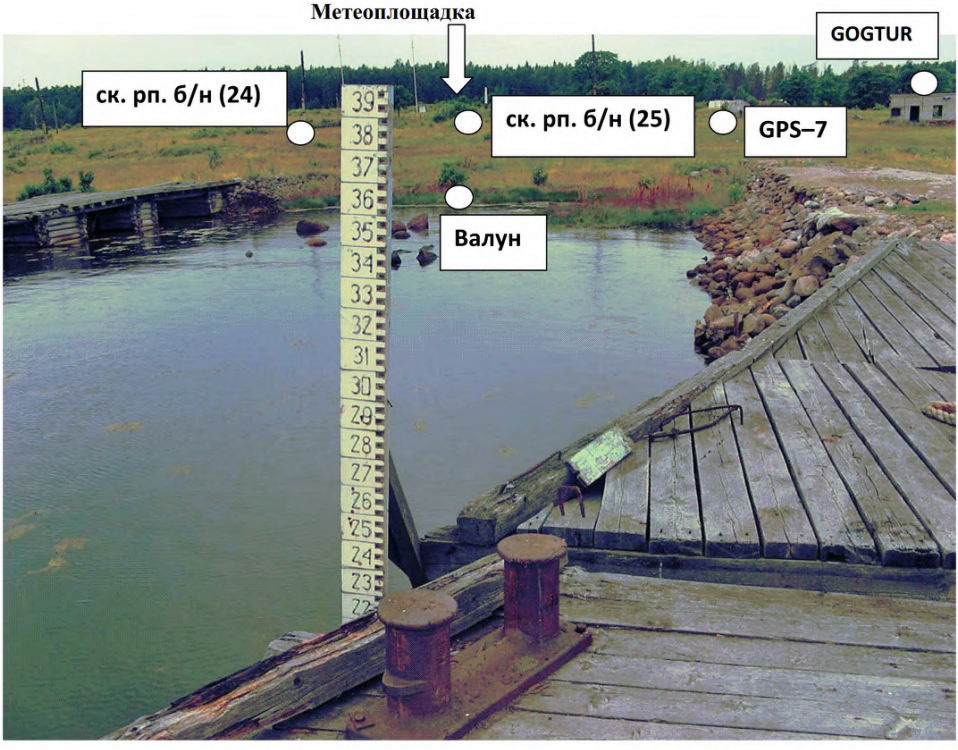


Рисунок Г.1 – Схема (фото) расположения реперов на о. Гогланд

Схему составил _____ (В.З. Остроумов)
Схему проверил _____ (Л.В. Остроумов)

Приложение Д
(обязательное)
КАРТОЧКА ОБСЛЕДОВАНИЯ ПУНКТА

____ __ номер по каталогу	**ст. рп.** тип знака	_____ **Памятник**___ название пункта и № марки	____ класс	_____ разряд	_____ ___ высота наружного знака
_____ трапеция	_____ кем заложен		_____ год закладки		___ ____ тип центра

Результаты обследования

Координаты в системе WGS – 84:

1	Тип и состояние наружного знака	Памятник
2	Состояние центра	верхний срез буквы **П** в слове «ПОЛЬЗА»
3	Внешнее оформление пункта	Памятник Пахтусову в Кронштадте
4	Какие пункты или предметы видны с земли	Мареограф, уровенный пост, нуль Кронштадтского футштока.
5	Сдача пунктов на сохранность	

Описание местоположения и абрис пункта (репера)

Описание	**Абрис**	**Футшток**
Кронштадт, Июльская, д. 3, здание бывшего Морского клуба. Памятник Пахтусову верхний срез буквы **П** в слове «ПОЛЬЗА»		





Репер обследовал: (Г.А. Шануров)
Карточку составил: (В.З. Остроумов)

Библиография

[1] Методические указания. Нивелирование морских уровенных постов. Выпуск 9. – Л.: Гидрометеоиздат, 1980: – с. 48.

[2] Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 9, ч. 1. – Л.: Гидрометеоиздат, 1984.

[3] Инструкция по нивелированию I, ,II, III и IV классов. – М.: ЦНИИГАиК, 2004.

[4] Наставление по организации проектирования сооружений уровенных постов на морях, сдаче в эксплуатацию и контролю их высотного положения. – Л.: УНГС ВМФ, 1956.

[5] Руководящий технический материал (РТМ). Высотная привязка уровенных постов. – ГКИНП-03-215-88. – М.: ЦНИИГАиК, 1988: – с. 41.

[6] Нивелирование I и II классов. – М.: Недра,1982: – с. 363.

Ключевые слова: Росгидромет, разработка, согласование, утверждение, издание, применение, обновление, отмена типовых (нормативных) документов, репер, нивелир, нивелирование, нуль поста, пункты уровенных и визуальных наблюдений, мареограф, футшток, измерители уровня моря и морского волнения, наблюдения за уровнем моря, уровнемерная рейка, рейка нивелирная, самописец уровня моря (СУМ), кроки, Балтийская (1977) года система нормальных высот.

Лист регистрации изменений

Номер изменения	Номер страницы				Номер документа	Подпись	Дата	
	Измененной	замененной	новой	аннулированной			внесения изменения	введения изменения

УДК 528.3

Ответственный редактор доцент, кандидат технических наук

Валерий Зиновьевич Остроумов

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ РД 52.10.768–2012

НИВЕЛИРОВАНИЕ МОРСКИХ УРОВЕННЫХ ПОСТОВ

Обнинск, «Артифекс», 2012, 64 с.
ISBN 978-5-9903653-4-6

Формат 70x100 1/16. Условных п. л. 4.
Тираж 1500 экз. Зак. №????.
Отпечатано в ОАО «Можайский полиграфический комбинат»
143200, г. Можайск, ул. Мира, 93.

gost.e-ecolog.ru