

**АССОЦИАЦИЯ САМОРЕГУЛИРУЕМЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
ОБЩЕРОССИЙСКАЯ НЕГОСУДАРСТВЕННАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ
ОРГАНИЗАЦИЯ – ОБЩЕРОССИЙСКОЕ МЕЖОТРАСЛЕВОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
РАБОТОДАТЕЛЕЙ «НАЦИОНАЛЬНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ САМОРЕГУЛИРУЕМЫХ
ОРГАНИЗАЦИЙ, ОСНОВАННЫХ НА ЧЛЕНСТВЕ ЛИЦ, ВЫПОЛНЯЮЩИХ
ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ, И САМОРЕГУЛИРУЕМЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ,
ОСНОВАННЫХ НА ЧЛЕНСТВЕ ЛИЦ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ ПОДГОТОВКУ
ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ»**

(НОПРИЗ)

Стандарт организации

**ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ.
СОЗДАНИЕ (РАЗВИТИЕ) ОПОРНЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЕТЕЙ МЕТОДОМ
ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО НИВЕЛИРОВАНИЯ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫСОТ**

СТО НОПРИЗ И-002-2017

СТО

Настоящий стандарт распространяется на процессы, связанные с созданием (развитием) опорных геодезических сетей методом геометрического нивелирования II, III, IV класса

Предисловие

1. РАЗРАБОТАН

Автономной некоммерческой
организацией «Агентство оценки
и развития профессионального
образования»

2. РАССМОТРЕН И ОДОБРЕН

Комитетом по инженерным
изысканиям
Национального объединения
проектировщиков и изыскателей

3. УТВЕРЖДЁН И
ВВЕДЁН В ДЕЙСТВИЕ

Решением Совета
Национального объединения
проектировщиков и изыскателей

4. ВВЕДЁН

ВПЕРВЫЕ

Национальное объединение проектировщиков и изыскателей, 2017

Распространение настоящего стандарта осуществляется в соответствии с действующим законодательством и с соблюдением правил, установленным НОПРИЗ

Содержание

Введение.....	6
1. Область применения.....	6
2. Нормативные ссылки.....	6
3. Термины и определения.....	7
4. Требования к оборудованию, инструментам и материалам, используемым в технологических процессах.....	14
4.1 Нивелиры.....	14
4.2 Нивелирные рейки.....	15
4.3 Вспомогательное оборудование.....	16
4.4 Типы, конструкции и закладка центров.....	17
4.5 Метрологическое обеспечение нивелирных работ.....	18
4.5.1 Метрологическое обеспечение оптических нивелиров.....	19
4.5.2 Метрологическое обеспечение цифровых нивелиров.....	21
4.6 Правила обращения с нивелиром и вспомогательным оборудованием.....	22
5. Процессы, связанные с производством работ по геометрическому нивелированию.....	24
5.1 Последовательность выполнения нивелирных работ.....	26
5.2 Проектирование и планирование выполнения нивелирных работ.....	26
5.3 Рекогносцировка и трассирование нивелирного хода.....	28
5.4 Геодезические измерения на точках нивелирного хода и обработка результатов измерений.....	28
5.4.1 Подготовка к измерениям.....	28
5.4.2 Производство наблюдений оптическими нивелирами.....	29
5.4.3 Производство наблюдений цифровыми нивелирами.....	29

СТО

5.4.3.1 Нивелирование II класса.....	31
5.4.3.2 Нивелирование III класса.....	35
5.4.3.3 Нивелирование IV класса.....	36
5.5 Окончательная математическая обработка результатов измерений и оформление результатов работы.....	37
6. Методы контроля технологических операций при определении высот методом геометрического нивелирования.....	39
6.1 Задачи контроля работ.....	39
6.2 Виды контроля.	40
6.3 Контроль полевых работ.....	41
6.3.1 Общие положения.....	41
6.3.2 Планирование контроля полевых работ.....	42
6.3.2.1 Обследование нивелирных знаков.....	44
6.3.2.2 Закладка реперов.....	44
6.3.2.3 Нивелирование.....	45
6.3.2.4 Оформление результатов контроля полевых работ.....	46
7 Охрана труда при производстве работ по геометрическому нивелированию.....	47
Приложение 1 Образец свидетельства об утверждении типа средства измерения.....	50
Приложение 2 Образец поверке свидетельства о поверке цифрового нивелира.....	51
Приложение 3 Полевая ведомость превышений реперов нивелирования II класса.....	52
Приложение 4 Ведомость превышений реперов нивелирования III класса....	54
Приложение 5 Ведомость превышений реперов нивелирования IV класса....	56
Библиография.....	58

Введение

Настоящий стандарт разработан в рамках реализации «Программы стандартизации работ по инженерным изысканиям» НОПРИЗ и направлен на создание системы стандартизации в НОПРИЗ в соответствии с Градостроительным кодексом Российской Федерации [1], Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. №184-ФЗ «О техническом регулировании» [2], Федеральным законом от 30 декабря 2009 г. №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [3].

Авторский коллектив: *А. Ф. Блинов, М. Я. Брынь, А. Н. Кравцов, А. В. Петушков, Е. Е. Петушкова, Е. П. Тарелкин.*

1. Область применения

Настоящий стандарт носит рекомендательный характер и устанавливает порядок реализации процессов в инженерных изысканиях по планированию работ по геометрическому нивелированию при создании (развитии) опорных геодезических сетей, производству измерений, обработке их результатов, окончательному уравниванию высот и представлению отчетных материалов.

Приводимые в СТО описания процессов применимы при развитии сетей методом геометрического нивелирования II, III, IV классов.

2. Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты и классификаторы:

СТО

ГОСТ 1.5-2001 Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению

ГОСТ 8.310-90 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная служба стандартных справочных данных. Основные положения

ГОСТ Р 1.4-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения

ГОСТ Р 1.5-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила построения, изложения, оформления и обозначения

ГОСТ Р 1.12-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Термины и определения

ГОСТ Р 6.30-2003 Унифицированные системы документации. Унифицированные системы организационно-распорядительной документации. Требования к оформлению документов

ОК (МК (ИСО/ИНФКО МКС) 001-96) 001-2000 Общероссийский классификатор стандартов

ГОСТ 22268-76-Геодезия. Термины и определения

ГОСТ 21830-76. Приборы геодезические. Термины и определения

ОСТ 68-15-01. Измерения геодезические. Термины и определения

3. Термины и определения

В настоящем стандарте используются термины и определения в соответствии с Градостроительным кодексом Российской Федерации [1], Федеральным законом «О техническом регулировании» [2], ГОСТ 22268-76.

СТО

Геодезия. Термины и определения [5], ОСТ 68-15-01. Измерения геодезические. Термины и определения [9], ГОСТ 21830-76. Приборы геодезические. Термины и определения [18].

3.1 геодезическая величина

Физическая величина, подлежащая измерению в процессе геодезических работ (например, горизонтальный угол, длина, приращение координат и т.д.).

3.2 сертификация нивелира

Испытания, проводимые с целью установления соответствия нивелира требованиям, предъявляемым к приборам для нивелирных работ.

3.3 испытание нивелира

Совокупность экспериментальных операций, проводимых с целью установления нивелира требованиям технического задания и (или) действующей документации на прибор.

3.4 метрологическая характеристика (средства геодезических измерений)

Характеристика одного из свойств (или их совокупности) средства геодезических измерений, влияющая на результаты геодезических измерений и их погрешности.

3.5 первичная поверка

Поверка, проводимая аттестованным поверителем при выпуске из производства или после ремонта.

3.6 периодическая поверка

Поверка, проводимая аттестованным поверителем в процессе эксплуатации через установленный интервал времени, называемый межповерочный.

3.7 поверка нивелира

СТО

Совокупность экспериментальных операций, проводимых для оценки соответствия метрологических характеристик нивелира установленным требованиям.

3.8 поверочная схема

Нормативный документ, устанавливающий порядок, методы и средства передачи размера единицы от эталонов рабочим средствам измерений (в частности, нивелирам и рейкам).

3.9 технологическая поверка

Поверка, проводимая исполнителем на месте работы в соответствии с требованиями технологической инструкции.

3.10 геодезический прибор

Средство геодезических измерений, предназначенное для получения измеряемой величины в установленном диапазоне в форме, доступной для непосредственного восприятия.

3.11 геодезический прибор

Средство геодезических измерений, предназначенное для получения измеряемой величины в установленном диапазоне в форме, доступной для непосредственного восприятия.

3.12 нивелир

Геодезический высотомер для определения превышений горизонтальной линией нивелирования.

3.13 носитель результатов геодезических измерений

Основа (бумага, плёнка, магнитная лента, твёрдое тело и т.п.), на которой записаны результаты геодезических измерений с целью их хранения, передачи и (или) последующей обработки.

3.14 визирование (при геодезических измерениях)

Операция по совмещению изображений сетки нитей визирного приспособления и визирной цели.

СТО

3.15 геодезические измерения

Измерения, проводимые в процессе топографо-геодезических работ.

3.16 горизонтирование (средства геодезических измерений)

Операция по совмещению вертикальной оси средства измерений с отвесной линией и (или) приведение визирной оси зрительной трубы в горизонтальное положение.

3.17 операция (геодезических) измерений

Законченное действие наблюдателя, производимое с целью подготовки и (или) осуществления геодезических измерений.

3.18 отсчитывание (при геодезических измерениях)

Операция, связанная с получением отсчёта по шкале рабочей меры.

3.19 подготовка (геодезических) измерений

Операции, предшествующие геодезическим измерениям.

3.20 центрирование (средства геодезических измерений)

Операция по совмещению вертикальной оси средства измерений с отвесной линией, проходящей через пункт относимости геодезических измерений.

3.21 геодезический знак

Устройство или сооружение, обозначающее положение геодезического пункта на местности.

3.22 геодезический пункт

Пункт геодезической сети.

3.23 геометрическое нивелирование

Нивелирование при помощи геодезического прибора с горизонтальной визирной осью.

3.24 нивелирная сеть

Геодезическая сеть, высоты пунктов которой над уровнем моря определены геометрическим нивелированием.

СТО

3.25 нивелирный репер

Геодезический знак, закрепляющий пункт нивелирной сети.

3.26 технический проект

Документ регламентирующего характера, содержащий описание объемов работ по видам, указания методов выполнения работ и методов их контроля и приемки, трудозатраты, сроки исполнения работ и их сметную стоимость (не стандартизован)

3.27 технологическая операция

Законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте

3.28 технологический процесс

Часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению/или определению состояния предмета труда.

Примечание - Технологические процессы в геодезических и топографических работах чаще всего содержат целенаправленные действия на определение состояния предмета труда - его метрических характеристик.

3.29 центр геодезического пункта

Устройство, являющееся носителем координат геодезического пункта.

3.30 грубая погрешность (геодезических) измерений

Погрешность геодезических измерений, существенно превышающая ожидаемую (расчётную) при данных условиях измерений погрешность.

3.31 математическая обработка геодезических измерений

Процедура получения результатов геодезических измерений и оценки их точности путём проведения вычислительных операций с измеренными значениями геодезических величин по определённому алгоритму.

3.32 методика выполнения геодезических измерений

Метод геодезических измерений, регламентируемый нормативным документом (или его разделом).

3.33 нормальная высота

СТО

Величина, численно равная отношению геопотенциальной величины в данной точке к среднему значению нормальной силы тяжести Земли по отрезку, отложенному от поверхности земного эллипсоида.

3.34 превышение

Разность высот точек.

3.35 предварительная (математическая) обработка (результатов геодезических измерений)

Математическая обработка геодезических измерений, связанная с проверкой качества и получением первичной информации по результатам геодезических измерений на отдельных пунктах геодезических построений.

3.36 приём (геодезических) измерений

Минимальное количество операций, необходимое для однократного измерения геодезической величины с заданной точностью.

3.37 регистрация (геодезических) измерений

Запись в установленной последовательности на носителе результатов геодезических измерений.

3.38 случайная погрешность

Составляющая погрешности геодезических измерений, изменяющаяся случайным образом при повторных измерениях одной и той же величины.

3.39 систематическая погрешность

Составляющая погрешности геодезических измерений, остающаяся постоянной или закономерно изменяющаяся при повторных измерениях одной и той же величины.

3.40 среднее квадратическое отклонение результата (геодезических) измерений

Параметр функции распределения результатов измерений, характеризующий их рассеяние.

СТО

3.41 средняя квадратическая погрешность результата (геодезических) измерений

Эмпирическая оценка среднего квадратического отклонения.

3.42 измерительный контроль

Контроль, осуществляемый с применением средств измерений.

3.43 инспекционный контроль

Контроль, осуществляемый специально уполномоченными лицами с целью проверки эффективности ранее выполненного контроля

3.44 качество продукции

Совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением

3.45 контроль качества продукции

Проверка соответствия показателей качества продукции установленным требованиям

3.46 контроль технологического процесса

Контроль режимов, характеристик, параметров технологического процесса

3.47 производственный контроль

Контроль, осуществляемый на стадии производства.

3.48 технический контроль

Проверка соответствия объекта установленным техническим требованиям.

3.49 техническое предписание

Документ, заменяющий технический проект в случаях незначительных объемов работ (не стандартизован)

СТО

4. Требования к оборудованию, инструментам и материалам, используемым в технологических процессах

Все приборы, используемые для геодезических работ, должны быть сертифицированы и иметь соответствующее свидетельства (образец свидетельства приведен в приложении 1).

4.1 Нивелиры

Общие требования к приборам, предназначенным для нивелирования II, III и IV классов должны соответствовать нормам, указанным в таблице 1 [12].

Таблица 1. Требования к нивелирам

Наименование характеристики	Единицы измерений	Нормы по классам		
		II	III	IV
Увеличение зрительной трубы, не менее	крат	40	24	20-22
Цена деления цилиндрического уровня, не более	"/2 мм	12	30	
Коэффициент нитяного дальномера		100+1		
Диапазон работы компенсатора, не менее	угл. мин	±8	±15	
СКП установки линии визирования, не более	угл. сек	0,2	0,5	
Систематическая погрешность работы компенсатора на 1' наклона от прибора не более	угл. сек	0,10	0,3	
Изменение угла I при изменении температуры на 1 град. С, не более	угл. сек	0,5	0,8	
Цена деления шкалы оптического микрометра для реек с ценой	мм			

СТО

деления:				
- 5 мм		0,05		
- 10 мм		0.1		
Инструментальная СКП измерения превышений на 1 км двойного хода, не более	мм	1,5	3	6

4.2 Нивелирные рейки

Общие требования к нивелирным рейкам, предназначенным для нивелирования II, III и IV классов оптическими нивелирами должны соответствовать нормам, указанным в таблице 2 [12].

Для цифровых нивелиров поставляются односторонние штрих-кодовые рейки длиной от 1 до 4 м (для некоторых цифровых приборов поставляются рейки, на второй стороне которых наносится шкала с сантиметровыми делениями для визуальных измерений). Они имеют специфические коды и могут быть использованы только для производства измерений приборами, выпускаемыми одним производителем.

Таблица 2. Требования к нивелирным рейкам

Наименование характеристик	Единицы измерений	Нормы по классам		
		II	III	IV
Цена деления шкалы	мм	5(10)	10	
Отклонение метровых интервалов от номинального значения, не более	мм	0,2	0.5	1,0
Случайные погрешности дециметровых интервалов, не более;	мм	0,10	0,4	0,6
то же для работ в горных районах		0.05	0,1	
Цена деления установочного уровня, не более	угл. мин на 2мм	10-12	20	-

СТО

Стрелка прогиба, не более	мм	5	6	10
Неперпендикулярность плоскости пятки к оси рейки, не более	мм/ на длину рейки	0,2	-	-
Натяжение инварной полосы	кг	20+1		

По материалу изготовления кодовые рейки подразделяются на инварные, фиброгласовые (стекловолоконные), деревянные и алюминиевые.

4.3 Вспомогательное оборудование

При производстве нивелирных работ наряду с нивелирами и рейками используются вспомогательные приборы и оборудование, перечень которых приводится ниже:

- полевой электронный журнал (регистратор информации) для регистрации отсчетов по рейкам и обработки результатов измерений на станции и по нивелирному ходу;

- регистратор информации должен обеспечивать возможность применения технологии нивелирования в соответствии с требованиями настоящей инструкции;

- штатив нивелира по ГОСТ 11158 для установки прибора в рабочее положение;

- рейкодержатели (или подпорки) для надежного удержания рейки в вертикальном положении по уровню;

- термометр-пращ для измерения температуры воздуха в процессе измерений (в нивелировании - II класса - на каждой нечетной станции по ходу, в нивелировании III и IV классов - в начале и конце работы). В цифровых нивелирах термометры встроены в прибор и поправка за температуру вводится автоматически;

СТО

- нивелирные костыли со сферической головкой для установки на них рейки (рис. 1);

- нивелирные башмаки, используемые наряду с костылями, в нивелировании III и IV классов;

- электронная рулетка для измерения расстояний от нивелира до рейки;

- топографический зонт для защиты прибора от солнечной радиации и одностороннего нагрева, а также от атмосферных осадков.

Для нивелирования по мерзлому грунту к ножкам штатива болтами прикрепляют текстолитовые (деревянные) удлинители длиной 25-30 или на металлические концы ножек надевают пластмассовые наконечники. Для нивелирования по снегу к ножкам штатива крепят деревянные удлинители длиной 30-40 см, концы которых делают утолщенными и тупыми.

4.4 Типы, конструкции и закладка центров

Закрепление пунктов опорной геодезической сети на местности и их наружное оформление должны осуществляться в соответствии с требованиями [10] и с учетом требований производственно-отраслевых (ведомственных) нормативных документов по производству инженерно-геодезических изысканий для отдельных видов строительства (гидротехническое, энергетическое, транспортное, мелиоративное и др.). Целесообразно совмещать центры плановой геодезической сети и реперы нивелирных линий.

Допускается по согласованию с Заказчиком использовать другие типы центров при условии обеспечения требований к их устойчивости, долговременной сохранности, внешнему оформлению и охране природной среды (сохранение ценных угодий, насаждений и др.).

СТО

Нивелирные знаки должны закладываться в стены капитальных зданий и сооружений, построенных не менее чем за два года до закладки знака. Грунтовые реперы следует закладывать только в случае отсутствия капитальных зданий (сооружений) вблизи места расположения. Производить нивелирование от стенных марок и реперов допускается не раньше чем через трое суток после их закладки, а от фундаментальных и грунтовых реперов - не раньше чем через 10 дней после засыпки котлована. В районах распространения многолетнемерзлых грунтов фундаментальные и грунтовые реперы нивелирования могут быть использованы при: котлованном способе закладки репера - в следующий после закладки полевой сезон; закладке репера бурением - не раньше чем через 10 дней после закладки; закладке репера бурением с протаиванием грунта - не раньше чем через два месяца после закладки.

Координаты грунтовых (фундаментальных) реперов определяются инструментальными измерениями или графически по планам (картам) наиболее крупного масштаба.

4.5 Метрологическое обеспечение нивелирных работ

Обеспечение единства измерений при производстве нивелирных работ осуществляется в соответствии с [5]. Локальные поверочные схемы для средств измерений превышений - в соответствии с [13]. К нивелирным работам допускаются приборы, прошедшие испытания для целей утверждения типа и на которые выданы свидетельства о поверке установленной формы. По заявкам потребителей или изготовителей, а также по требованию Заказчика нивелиры могут быть сертифицированы на соответствие требованиям настоящего стандарта. В процессе эксплуатации нивелиры подвергаются периодической поверке в соответствии с методикой

СТО

с МИ 07 через межповерочный интервал, согласованный с Госстандартом России. При производстве нивелирных работ должна проводиться технологическая поверка нивелиров в соответствии с [13], периодичность операций технологической поверки - в соответствии с требованиями настоящего стандарта. Первичную и периодическую поверку должен выполнять поверитель, технологическую - исполнитель нивелирных работ. Определения видов поверочных работ приведены в настоящем стандарте, «3.Темины и определения». Вид свидетельства о поверке цифрового нивелира представлен в приложении 2.

4.5.1 Метрологическое обеспечение оптических нивелиров

При получении нивелира с завода и после капитального ремонта рекомендуется проводить полные лабораторные исследования прибора, включающие:

- исследование работы механизма, наклоняющего плоскопараллельную пластину и определение цены деления микрометра;
- определение диапазона и погрешности работы компенсатора (у нивелиров с компенсаторами);
- проверку правильности хода фокусирующей линзы;
- определение коэффициента дальномера и асимметрии нитей;
- проверку цены оборота элевационного винта (у нивелиров с уровнем);
- проверку качества тепловой защиты кожуха прибора - у высокоточных нивелиров;
- определение угла i нивелира;
- определение погрешности совмещения концов пузырька контактного уровня;

СТО

- поверку неперпендикулярности оси рейки к плоскости пятки к оси рейки;

- проложение контрольного хода общей длиной не менее 3 км.

Методика исследований нивелиров изложена в приложениях к [12]. Эти исследования должен проводить исполнитель нивелирных работ, за которым закреплен прибор.

Для отдельных операций технологической поверки устанавливаются следующие значения периодичности:

- для установочного уровня нивелира - ежедневно перед началом наблюдений;

- для угла i нивелира - в начале работы каждый день в течении недели, в дальнейшем, убедившись в постоянстве юстировки - не реже одного раза в пятнадцать дней;

- для ошибок дециметровых делений поверку выполняют при получении новых реек при нивелировании II, III и IV класса;

- для средней длины метровых интервалов деревянных реек - до начала и после окончания полевых работ и раз в два месяца во время работы, если по результатам полевого компарирования средняя длина метрового интервала комплекта реек изменилась более чем на 0,1 мм, то выполняют дополнительное исследование реек на компараторе; при работе в горных районах среднюю длину метра определяют контрольной линейкой через 15 дней;

- длины метровых интервалов инварных реек эталонируют в начале и в конце полевых работ на компараторе МК-1;

- поверку установки круглых уровней на рейках выполняют ежедневно;

- определение стрелки прогиба рейки - два раза в месяц.

4.5.2 Метрологическое обеспечение цифровых нивелиров

Виды поверок и юстировок цифровых нивелиров, учитывая их конструктивное разнообразие, несколько отличаются по составу и способу устранения инструментальных ошибок и содержатся в «Руководствах пользователя», опираясь на одно из которых [18] определим требования к метрологическому обеспечению широко распространенных в нашей стране цифровых высокоточных нивелиров. На работу цифровых нивелиров, точность определения превышений оказывают влияние резкие перепады температуры, сотрясения и удары. Учитывая сложность конструкции данного типа приборов, возрастание числа факторов, влияющих на точность измерений к поверкам и юстировкам цифровых нивелиров следует относиться с особой тщательностью. В полевых условиях поверки и юстировки проводятся:

- перед первым использованием прибора;
- перед выполнением высокоточных работ;
- после длительной или проходившей в неблагоприятных погодных условиях транспортировки;
- после выполнения большого объема работ или продолжительного (более 6 месяцев) хранения;
- если температура окружающей среды отличается от температуры, при которой выполнялась последняя юстировка, более чем на 10 градусов Цельсия.

В цифровых нивелирах выполняются электронные и механические юстировки. При электронных юстировках выполняется:

- исправление ошибки визирования (угла i нивелира), которую называют юстировкой нулевого пикселя или коллимационной ошибкой;
- регулировку перекрестья камеры;

СТО

- калибровку цифрового компаса;
- юстировку электронного уровня.

Механическая юстировка применяется к следующим компонентам прибора:

- круглый уровень;
- сетка нитей;
- винты штатива.

При определении периодичности проверок цифровых нивелиров следует руководствоваться требованиями, изложенными в [12].

4.6 Правила обращения с нивелиром и вспомогательным оборудованием

При обращении с нивелиром и рейками следует помнить, что это точные и дорогие приборы, требующие к себе бережного отношения. Особое внимание необходимо уделять нивелирам с компенсатором, а также цифровым нивелирам.

1. Укладывать и вынимать нивелиры из упаковочных ящиков следует без больших усилий и нажимов; нивелир брать только за подставку. Закрывать упаковочный ящик вместе с прибором можно только после того, как убедились в правильности укладки нивелира или реек в ящик.

2. Необходимо оберегать приборы от попаданий на них влаги, пыли и грязи. Систематически следует протирать их чистой сухой ветошью. Пыль и грязь с нивелира удаляют кистью.

3. Трущиеся и ржавеющие части нивелира периодически протирают вначале масляной тряпкой, а затем сухой. Если на нивелир и рейки попала влага, то вначале их следует вытереть тряпкой, затем высушить, снова протереть и смазать открытые металлические части приборов часовым

СТО

маслом. Ежедневно чистят пятки реек и смазывают тонким слоем масла. Нельзя допускать ржавления пяток реек.

4. Если нивелирование выполняют при отрицательной температуре воздуха и прибор внесен в теплое помещение, то следует не менее чем через два часа вынуть прибор из упаковочного ящика и протереть. Недопустимо сушить приборы вблизи нагревательных приборов.

5. Оптические наружные части нивелира запрещается протирать тряпочками, смоченными маслом, бензином, их можно протирать только мягкой белой стиральной тканью из льна, тонкого полотна, рисовой бумагой или ватой. Нельзя касаться оптических частей пальцами.

6. При юстировке нивелира следует соблюдать осторожность, поскольку слишком тугий ход исправительных винтов может вызвать срыв их резьбы.

7. При перерывах в работе (днем на обед или на ночь) нивелир и рейки следует укладывать в упаковочные ящики. Упаковочные ящики не должны находиться на солнце. За 45 минут до начала работы нивелир и рейки должны быть вынуты из упаковочных ящиков, для того чтобы они приняли температуру воздуха. Допускается в отдельных случаях хранить рейки в брезентовых чехлах. Укладывать рейки на землю без брезентовых чехлов запрещается, так как это может вызвать коробление реек.

8. Со станции на станцию нивелир переносят закрепленным на штативе в вертикальном положении. Все зажимные винты должны быть закреплены, а подъемные винты не должны качаться в своих гнездах.

9. От воздействия солнечных лучей нивелир при переходах защищают белым чехлом, а во время наблюдений на станции - топографическим зонтом с белой подкладкой.

10. Переносить рейку следует за ручку или укладывать ребром на плечо. Запрещается укладывать рейку плашмя на плечо, так как в этом

СТО

случае будет стираться ее шкала, что затруднит в дальнейшем производство нивелирования. При работе инварными рейками с термодатчиками РИ-3000Т при переходе со станции на станцию и во время отсчетов по рейкам тумблеры «контроль» и «измерение» должны быть выключены.

11. При переездах по железным дорогам запрещается сдавать нивелир в багаж; на автомобильном и гужевом транспорте нивелир и рейки следует перевозить в упаковочных ящиках, которые обязательно укладывают на какой-либо мягкий (амортизационный) материал и привязывают к кузову.

12. Ножки штативов, башмаки, костыли при перерывах в работе очистить от грязи и протереть насухо.

5. Процессы, связанные с производством работ по геометрическому нивелированию

Высотную опорную геодезическую сеть на территории выполнения инженерных изысканий создают методами геометрического нивелирования в виде сетей нивелирования II, III и IV классов в зависимости от площади (протяженности) и вида объекта строительства.

Исходными пунктами для развития высотной опорной геодезической сети являются пункты государственной нивелирной сети, другие пункты нивелирных сетей, определенных с более высокой точностью в системе высот, приведенной в задании на выполнение инженерных изысканий.

Высоты плановых пунктов полигонометрии, триангуляции и трилатерации, не включенных в высотную опорную сеть нивелирования II, III и IV классов, определяют техническим (геометрическим или соответствующим ему по точности тригонометрическим или спутниковым) нивелированием или спутниковыми методами. Проложение замкнутых

СТО

ходов, опирающихся обоими концами на один и тот же исходный репер, разрешается в исключительных случаях, обоснованных в программе работ.

Нивелирную сеть следует создавать в виде отдельных ходов, систем ходов (полигонов) и привязываться не менее чем к двум исходным нивелирным знакам (реперам), как правило, высшего класса. Допускается (при обосновании в программе работ) производить привязку линий нивелирования опорной геодезической сети IV класса к реперам государственной нивелирной сети IV класса.

Нивелирные знаки должны закладываться в стены капитальных зданий и сооружений, построенных не менее чем за два года до закладки знака. Грунтовые реперы следует закладывать только в случае отсутствия капитальных зданий (сооружений) вблизи места расположения строящегося здания, сооружения.

Производить нивелирование от ственных марок и реперов допускается не раньше чем через трое суток после их закладки, а от фундаментальных и грунтовых реперов - не раньше чем через 10 дней после засыпки котлована. В районах распространения многолетнемерзлых грунтов фундаментальные и грунтовые реперы нивелирования могут быть использованы при:

- котлованном способе закладки репера - в следующий после закладки полевой сезон;

- закладке репера бурением - не раньше чем через 10 дней после закладки;

- закладке репера бурением с протаиванием грунта - не раньше чем через два месяца после закладки.

Примечание - Координаты грунтовых (фундаментальных) реперов определяются инструментальными измерениями или графически по планам (картам) наиболее крупного масштаба.

СТО

5.1 Последовательность выполнения нивелирных работ

Процессы, реализуемые в ходе выполнения работ:

- проектирование и планирование выполнения нивелирных работ;
- рекогносцировка и трассирование нивелирного хода;
- геодезические измерения на точках нивелирного хода и обработки результатов измерений;
- окончательная математическая обработка результатов измерений и оформление результатов работы.

5.2 Проектирование и планирование выполнения нивелирных работ

При проектировании нивелирного хода, его параметры должны соответствовать требованиям согласно таблице 3 [8, 12].

Таблица 3 Требования к параметрам нивелирного хода

Показатели	II класс	III класс	IV класс
Расстояние между знаками (марками, реперами) в нивелирных ходах, км, не более:			
на застроенных территориях	2	0,3	0,3
на незастроенных территориях	3	2,0	2,0
Периметр полигонов или длины ходов между исходными марками (реперами), км, не более	40	15	4
Длины ходов между узловыми точками, км, не более	10	5	2
Длина визирного луча, м, не более	75	100	150
Неравенство расстояний от нивелира до рек на станции, м, не более	1 (3)	2 (4)	5 (7)
Накопление величин неравенства	2 (5)	5 (7)	10 (12)

СТО

расстояний в секции между соседними марками или реперами, м, не более			
Высота визирного луча над поверхностью земли (ее покрытием или препятствием), м, не менее	0,5	0,3	0,2
Разность превышений, полученная на станции (по отсчетам основной и дополнительной шкал реек - II кл. и по черным и красным сторонам реек - III и IV кл. нивелирования), мм, не более	0,7	3	5
Предельная невязка в ходах (полигонах), мм, при среднем числе станций на 1 км хода:			
<i>не более 15</i>	$5\sqrt{L}$	$10\sqrt{L}$	$20\sqrt{L}$
<i>более 15</i>	$6\sqrt{L}$	$2,6\sqrt{n}$	$5\sqrt{n}$

Обозначения: L - длина хода в км, n - число штативов в ходе

Примечание

В скобках даны значения при использовании нивелиров с самоустанавливающейся линией визирования.

Проектирование и планирование выполнения работ включает в себя следующие процессы:

- уяснение задачи, оценка обстановки (топографо-геодезической, физико-географической, социально-экономической) с целью выявления факторов, влияющих на выполнение работ;

- обоснование выбора метода - проложение нивелирного хода, его точности, подбор и обоснование применимости геодезических приборов;

- составление технического проекта, включая вычерчивание схемы хода, подсчёта объёма работ;

- составление плана выполнения работ и сметы.

5.3 Рекогносцировка и трассирование нивелирного хода

Рекогносцировка – процесс обследования территории выполнения работ по изысканию оптимальных вариантов линий и узлов связи, определению типов центров и мест по их закладке, обследованию исходных реперов, а также сбору информации для организации и выполнения последующих работ.

Трассирование – процесс обследования трассы хода, включающий в себя работы по уточнению расположения точек хода на местности, закрепление на местности точек хода, открытие, при необходимости, видимостей между точками.

Точки хода закрепляются на местности временными центрами. Если заказчиком работ предусмотрено, то оговоренные в договоре точки закрепляются постоянными центрами.

5.4 Геодезические измерения на точках нивелирного хода и обработка результатов измерений

5.4.1 Подготовка к измерениям

Подготовка к измерениям на точке хода включает в себя:

- установку нивелира;
- установку реек на костыли (башмаки).

Нивелир устанавливается на штатив, а рейки – на костыли или башмаки по уровню. Штатив должен быть устойчив, ноги штатива углублены в почву, с которой предварительно убран дерн. На штатив устанавливается нивелир и производится его горизонтирование.

5.4.2 Производство наблюдений оптическими нивелирами

Наблюдения при геометрическом нивелировании II, III и IV классов, а также особых условиях местности или производства работ (горных районах, условиях крайнего севера и северо-востока России, на геодинамических и техногенных полигонах, нивелировании через водные препятствия и т. д.) следует руководствоваться методиками и указаниями, представленными в [8] и [12].

Вместе с тем при передаче высот через большие по длине препятствия, в частности реки, рекомендуется использовать альтернативные, в частности спутниковые методы определения высот.

В настоящее время высокоточные оптические нивелиры не производятся, на смену которым пришли цифровые нивелиры.

5.4.3 Производство наблюдений цифровыми нивелирами

Данный класс нивелиров представляет собой комплексную измерительную систему, являющуюся полностью автоматизированной системой для сбора и обработки данных в цифровом виде и обеспечивающую высокую эффективность выполнения работ на базе самых современных технологий. Цифровые нивелиры снабжены компенсатором, а также температурными датчиками, не имеющими внешнего доступа.

Высокоточные электронные нивелиры удобны в обращении, дают надежные результаты, так как с помощью автоматизации процесса измерений и обработки практически сводят к нулю влияние личных ошибок нивелировщика. Принципиальным отличием цифровых нивелиров от оптических является вид регистрации измерений, в первом случае – это фотоприемная матрица, а во втором – человеческий глаз. Вместе с тем

СТО

цифровой нивелир — это тот же оптический нивелир только с автоматическим сбором, хранением и обработкой данных.

Цифровые нивелиры требовательны к освещенности и не могут проводить измерения в абсолютной темноте, как и с оптическим прибором.

В отличие от традиционных приборов отсчет в нивелире происходит автоматически по команде (в данном случае команда – нажатие клавиши измерения).

После проведения измерений на дисплее нивелира отображается отсчет по средней нити, расстояние до рейки. Также на экран могут выводиться производные от этих вычислений: высота, превышение разность плеч и т.д. Данные об измерениях заносятся в запоминающее устройство, накапливаются и обрабатываются (уравниваются).

Несмотря на разнообразие фирм изготовителей цифровых нивелиров и их характеристик, отметим принципиальные технологические операции при работе на данном виде приборов [18], поскольку официальных нормативных документов, регламентирующих производство геометрического нивелирования цифровыми нивелирами пока не создано.

Последовательность работы на цифровых нивелирах:

1. Установка прибора на штатив и ручное центрирование круглого уровня.
2. Включение прибора и выбор языка.
3. Горизонтирование прибора с помощью электронного уровня.
4. Вход в главное меню и выбор необходимой программы наблюдений (например «Ход»).
- 4.1. Настройка проекта, где указывается название проекта, имя исполнителя (не обязательно), примечания (не обязательное поле), дата и время создания проекта.
- 4.2. Установление допусков, где задается точность проекта, минимальное и максимальное расстояние до рейки.

СТО

4.3. Настройка хода и метода выполнения измерений, где дается: имя хода; метод нивелирования (чередование задней и передней рейки при наблюдениях; количество наблюдений на рейку – одинарное при точных наблюдениях и двойное – при высокоточных; возможность проложения двух ходов одновременно, имеющих одни и те же начальные и конечные точки; производится идентификация начальной точки и задается ее высота.

5. Выполнение измерений в ходе согласно выбранного метода наблюдений с возможностью отображения на экране разности высот точек, суммарной длины хода, измеренного расстояния между станцией и рейкой, суммарное превышение текущей точки над начальной, высоты текущей точки, результаты измерений на станции и т. д.

6. Осуществление замыкания хода, в ходе которого на экране появляется информация о имени хода, число станций, суммарное превышение, суммарное расстояние, неравенство плеч, вычисленная невязка.

7. Уравнивание хода, где, в начале, устанавливаются параметры процедуры уравнивания и вводятся высоты исходных пунктов, а затем выбираются последовательно проект и ход в нем, метод уравнивания (по расстоянию или по числу станций), выбираются требуемые точки для уравнивания, включая все. В результате уравнивания на дисплее имеется возможность отображения вычисленной невязки хода, допуск замыкания для выбранного метода уравнивания, значение невязки на каждой станции, уравненные высоты.

8. Экспорт данных проектов во встроенную память прибора, USB-накопитель или персональный компьютер.

5.4.3.1 Нивелирование II класса

Нивелирование II класса производят в прямом и обратном направлениях по костылям или кольям. Нивелирование II класса выполняют

СТО

высокоточными нивелирами, которые удовлетворяют требованиям, представленным в таблице 1. При этом требования к качеству зрительной трубы в цифровых нивелирах может быть занижено, поскольку измерения выполняются с помощью камеры, а не глаза.

При нивелировании II класса применяют высокоточные цифровые нивелиры и кодовые инварные рейки. При инженерных изысканиях могут применяться и другие типы нивелиров, прошедшие сертификацию в порядке, установленном нормативно-правовыми актами Российской Федерации.

При нивелировании в прямом направлении (прямой ход) наведение на заднюю (З) и переднюю (П) рейки осуществляется дважды в последовательности – (ЗППЗ ЗППЗ).

При нивелировании в обратном направлении (обратный ход) наведение на рейки осуществляют также дважды в той же последовательности - (ЗППЗ ЗППЗ). В прямом и обратном направлениях нивелирование выполняют, как правило, по одной и той же трассе и по переходным точкам одного и того же типа.

На время перехода наблюдателя на следующую станцию переднюю рейку снимают с костыля.

По каждой секции нивелирование в прямом и обратном направлениях выполняют, как правило, в разные половины дня. С меньшей строгостью это требование соблюдают осенью, а также в пасмурную длительную погоду. Если расхождения измеренных превышений по секциям из нивелирования в прямом и обратном направлениях получаются с преобладанием одного знака, то длину участков можно уменьшить. Нормальная длина луча визирования - 65 м. Высота луча визирования над подстилающей поверхностью должна быть не менее 0,3 м.

СТО

В средних и южных широтах наблюдения выполняют в утренние и послеполуденные периоды, причем начинают их примерно через полчаса после восхода солнца и заканчивают приблизительно за 30 мин до захода.

Не разрешается выполнять наблюдения:

- при колебаниях изображений, затрудняющих точное наведение на кодую рейку, и «плавающих» изображениях;
- сильном и порывистом ветре;
- сильных и скачкообразных колебаниях температуры воздуха и аномально быстрых односторонних ее изменениях.

Нивелир устанавливают в тени на штатив за 45 мин до начала наблюдений для принятия им температуры воздуха. Во время наблюдений на станции нивелир тщательно защищают от солнечных лучей зонтом с белой подкладкой, а при переноске с одной станции на другую - просторным чехлом из плотной белой материи.

Неравенство расстояний от нивелира до реек на станции допускают не более 1 м. Накопление этих неравенств по секции разрешается не более 2 м. Костыли забивают в плотный грунт. При нивелировании по полотну железной дороги не разрешается забивать костыли в балласт. Если грунт на бровке или между путями рыхлый или засыпан щебнем и шлаком, то допускается забивать специальные костыли в шпалы. При нивелировании по каменистому или очень плотному, а также мерзлому грунту, целесообразно использовать костыли длиной 15 - 20 см и толщиной до 3 см, по мягкому и влажному грунту - деревянные кольца с гвоздями в торцах или костыли длиной 40 - 70 см. При нивелировании в обратном направлении кольца подбивают.

Рейки устанавливают на костыле в отвесном положении по уровню и удерживают подпорками. При перерывах в работе наблюдения, как правило, заканчивают на постоянном репере. Разрешается также заканчивать

СТО

наблюдения на трех костылях (две станции), забитых в дно ям глубиной до 0,3 м. Нивелирование на обеих станциях выполняют по обычной программе, а затем костыли покрывают травой и засыпают землей. После перерыва повторяют нивелирование на последней станции, а в случае необходимости - и на предпоследней. Из сравнения результатов нивелирования до и после перерыва устанавливают, какой костыль сохранил свое первоначальное положение, и от него продолжают нивелирование дальше. Костыли считают сохранившими свое первоначальное положение, если полученные до и после перерыва значения превышения на станции различаются не более чем на 1 мм. В подсчет превышений по секции включают наблюдения, выполненные в лучших условиях (по усмотрению исполнителя). При большем различии нивелирование по секции выполняют заново, начиная от постоянного репера.

Контроль нивелирования по секции между смежными реперами и по участку между фундаментальными реперами заключается в следующем. После выполнения нивелирования по секциям в прямом и обратном направлениях сравнивают между собой два значения превышения; расхождение между этими значениями не должно быть более $5 \text{ мм} \sqrt{L}$, если среднее число станций на 1 км хода меньше 15 (первый случай) и $6 \text{ мм} \sqrt{L}$ - когда среднее число станций на 1 км хода больше 15, а также при нивелировании в труднопроходимом районе (второй случай). Если расхождение получилось больше допустимого, то нивелирование по секции повторяют в одном из направлений.

Явно неудовлетворительное значение превышения исключают. Оставшиеся два значения принимают в обработку, если они не расходятся между собой больше указанных допусков и получены из нивелирования в противоположных направлениях.

В обработку включают все три значения превышения тогда, когда первоначальные не расходятся между собой более чем на $8 \text{ мм} \sqrt{L}$ для

СТО

первого случая и $10 \text{ мм} \sqrt{L}$ - для второго случая, а повторное значение не отличается от каждого из первоначальных более чем на $6 \text{ мм} \sqrt{L}$.

Если первоначальные и повторные значения превышения не удовлетворяют перечисленным требованиям, то первоначальные исключают и выполняют еще одно повторное нивелирование в противоположном направлении.

По мере завершения нивелирования по секциям и участкам регулярно составляют ведомость превышений установленной формы (приложение 3).

5.4.3.2 Нивелирование III класса

Нивелирование III класса выполняют нивелирами, которые удовлетворяют требованиям, представленным в таблице 1, в комплекте с кодовыми рейками.

Нивелирование III класса производят в прямом и обратном направлениях. Нивелирование выполняют участками в 20-30 км. Переход от нивелирования в прямом направлении к нивелированию в обратном направлении делают только на постоянных знаках. Нормальная длина луча визирования - 75 м. При отсутствии колебаний изображения реек длину луча разрешается увеличивать до 100 м. Неравенство расстояний на станции допускают не более 2 м, а их накопление по секции - не более 5 м. Высота луча визирования над подстилающей поверхностью должна быть не менее 0,3 м.

Нивелирование выполняют при хорошей видимости, отчетливых и спокойных изображениях реек. В солнечные дни не следует нивелировать в периоды, близкие к восходу и заходу солнца.

При работе на станции нивелир с уровнем защищают от солнечных лучей зонтом.

СТО

На заболоченных участках рекомендуется под ножки штатива необходимо забивать деревянные колья.

При нивелировании в прямом направлении (прямой ход) наведение на заднюю (З) и переднюю (П) рейки осуществляется в последовательности – (ЗППЗ).

При нивелировании в обратном направлении (обратный ход) наведение на рейки осуществляют в той же последовательности - (ЗППЗ). В прямом и обратном направлениях нивелирование выполняют, как правило, по одной и той же трассе и по переходным точкам одного и того же типа.

На время перехода наблюдателя на следующую станцию переднюю рейку снимают с костыля.

В том случае, когда разности значений превышений из прямого и обратного ходов по нескольким секциям накапливаются с одним знаком, то необходимо проанализировать методику нивелирования и качество юстировки нивелира и реек. Общее накопление разностей превышений на линии не должно превышать $10 \text{ мм} \sqrt{L}$. Невязки в полигонах и по линиям допускают не более $10 \text{ мм} \sqrt{L}$.

По мере завершения нивелирования по секциям регулярно заполняют ведомость превышений установленной формы (приложение 4).

5.4.3.3 Нивелирование IV класса

Нивелирование IV класса выполняют в одном направлении. При нивелировании IV класса применяют нивелиры, которые удовлетворяют требованиям, представленным в таблице 1, и кодовые рейки (цельные или складные).

При нивелировании наведение на заднюю (З) и переднюю (П) рейки осуществляется в последовательности – (ЗППЗ).

СТО

Нормальная длина луча визирования -100 м. Если работы выполняют при отсутствии колебаний изображений разрешается увеличивать длину луча до 150 м. Неравенство расстояний от нивелира до реек на станции допускают до 5 м, а их накопление по секции - до 10 м.

Высота луча визирования над подстилающей поверхностью должна быть не менее 0,2 м. Во время наблюдений на станции нивелир защищают от солнечных лучей зонтом.

Рейки устанавливают отвесно по уровню на костыли, башмаки, а на участках с рыхлым и заболоченным грунтом - на колья. При перерывах в работе наблюдения заканчивают и продолжают согласно п. 15.13 [12], но расхождения между значениями превышений до и после перерыва допускают до 5 мм.

По окончании нивелирования по линии между исходными реперами подсчитывают невязку, которая не должна превышать $20 \text{ мм} \sqrt{L}$. В таких же пределах допускают невязки в замкнутых полигонах, образованных линиями нивелирования IV класса. По мере завершения нивелирования заполняют ведомость превышений установленной формы (приложение 5).

5.5 Окончательная математическая обработка результатов измерений и оформление результатов работы

Окончательная обработка нивелирного хода производится на компьютере с соответствующим программным обеспечением, позволяющим уравнивать по методу наименьших квадратов с учетом положений [19]. В ряде цифровых нивелиров уравнивание производится программным обеспечением самого прибора.

Для перехода к системе нормальных высот измеренные превышения между реперами нивелирования I и II классов, а также

СТО

нивелирования III класса в горных районах, исправляют поправками, которые вычисляют по формуле:

$$\delta_h = \frac{1}{\gamma_m}(\gamma_A - \gamma_B)H_m + \frac{h}{\gamma_m}(g - \gamma)_m,$$

где γ_m - среднее из средних значений нормальной силы тяжести вдоль нормальных высот этих точек;

γ_A и γ_B - нормальные ускорения силы тяжести на отсчетном эллипсоиде, соответствующие реперам A и B ;

$(g - \gamma)_m$ - среднее из аномалий силы тяжести на реперах A и B ;

H_m - среднее из абсолютных высот реперов A и B ;

h - измеренное превышение между реперами A и B .

В результате выполнения инженерно-геодезических изысканий по созданию высотной геодезической основы должны быть представлены следующие материалы:

- ведомости обследования исходных реперов;
- схемы нивелирования с указанием привязок к исходным пунктам;
- материалы вычислений, уравнивания и оценки точности, ведомости (каталоги) координат и высот нивелирных знаков;
- данные о метрологической аттестации средств измерений;
- акты о сдаче нивелирных реперов на наблюдение за их сохранностью;
- акты полевого (камерального) контроля;
- абрисы (фото) нивелирных знаков (марок, стенных и грунтовых реперов);
- ведомости превышений.

Схему нивелирования вычерчивают на картах масштабов 1:100000-1:200000 или на чертежной бумаге. При наличии электронных карт

СТО

указанного масштаба, схему можно оформить в электронном виде с возможностью печати на бумажном носителе.

На схеме показывают исходные реперы, проложенные линии, все заложенные, включенные или привязанные реперы, пункты триангуляции и полигонометрии, уровенные посты, а также связь новых линий с линиями, проложенными ранее.

Схему составляют по установленным условным знакам. К материалам прикладывают опись всех сдаваемых документов с указанием числа листов. На всех материалах должны быть даты исполнения и подписи исполнителя и помощника.

6. Методы контроля технологических операций при определении высот методом геометрического нивелирования

6.1 Задачи контроля работ

Основными задачами контроля работ являются:

- проверка соответствия процессов, а также результатов выполненных работ и их оформления требованиям технических проектов, программ изысканий и действующих нормативных актов;
- выявление степени завершенности работ;
- проверка полноты использования исходных геодезических и справочных материалов;
- предоставление объективных данных для оценки качества работ;
- предупреждение брака в работе, оказание необходимой помощи при выполнении работ в установленные сроки и с соблюдением установленных требований;

СТО

- проверка состояния приборов и вспомогательных принадлежностей, правильности их эксплуатации и хранения.

В организациях, выполняющих инженерные изыскания, контроль осуществляет персонал организации, отделы технического контроля (ОТК) или технические отделы изысканий (там, где ОТК не предусмотрен).

6.2 Виды контроля

В зависимости от цели контроля различают технический контроль и приемочный контроль. Виды технического контроля:

- входной контроль;
- инспекционный контроль;
- сплошной контроль;
- выборочный контроль;
- контроль отдельных операций;
- инструментальный контроль.

При техническом контроле всех видов, за исключением входного контроля, контролирующее лицо в объеме, предусмотренном для данного вида контроля, обязано установить:

- полноту знаний, правильность понимания и исполнения требований нормативных и методических актов и технических предписаний;
- соблюдение установленных документацией технологических допусков и требований к оформлению полевых технических материалов;
- техническое состояние применяемых приборов и оборудования, соблюдение правил их эксплуатации и хранения, своевременность и полноту их исследования, поверки и юстировки;
- своевременность исполнения работ, уровень практических навыков специалистов в производстве данного вида работ;

СТО

- соблюдение требований экологии и правил безопасного ведения работ;

- выполнение указаний предыдущих проверок.

В зависимости от вида работ в процессе выполнения инженерных изысканий различают следующие виды контроля:

- контроль полевых работ;

- контроль камеральных работ.

Примерные нормы основных операций технического и приемочного контроля ГТКР приведены в [15, приложение 3].

6.3 Контроль полевых работ

При выполнении работ инженерных изысканий, связанных с определением высот методом геометрического нивелирования, полевой контроль является основным, поскольку предварительные и окончательные вычисления производятся в полевых условиях.

6.3.1 Общие положения

Контроль полевых работ при инженерных изысканиях является составной частью производства и осуществляется систематически и охватывает все технологические процессы. Для контроля полевых работ, выполняемых юридическими лицами (негосударственными коммерческими организациями), рекомендуется привлекать представителей заказчика и саморегулируемой организации. В зависимости от конкретных условий и видов полевых работ применяют две основные формы контроля: полевое обследование и просмотр (проверка) материалов полевых работ. Основным методом технического контроля при полевых геодезических и топографических работах является инструментальный контроль.

СТО

Инструментальный контроль, связанный с проведением измерений, наиболее объективный и действенный вид контроля, позволяющий оценить качество выполненных работ. Его применяют для всех видов инженерно-геодезических работ, результаты которых получают из измерений. Полевое обследование выполняют с целью проверки полноты и правильности выполнения технологических приемов работ. Эта форма контроля может осуществляться как путем присутствия инспектирующего лица на месте работ при их проведении исполнителем, так и визуальной проверкой результатов работ на объекте (построенных пунктов геодезической сети, заложенных центров и реперов, замаркированных точек и т.д.) в отсутствие исполнителя. При контроле работ, выполняемых геодезическими приборами с записью результатов измерений на носитель информации, наряду с инструментальным методом контроля применяют один из способов визуализации материалов с целью их просмотра и проверки соответствия техническим требованиям. При инспекционных проверках, в том числе представителями саморегулируемых организаций процессов выполнения работ по инженерным изысканиям необходимо руководствоваться требованиями [1]. В частности, подлежат проверке специалисты на соблюдение требований к образованию и опыту выполнения работ по инженерным изысканиям для объектов капитального строительства и на особо опасных, технически сложных и уникальных объектов [16], наличию не менее двух из них в реестре специалистов Национального объединения изыскателей и проектировщиков [1].

6.3.2 Планирование контроля полевых работ

Контроль полевых работ осуществляют контролирующие лица в соответствии планом контроля полевых работ по каждому договору, который

СТО

составляет на период полевых работ главный специалист отдела изысканий и согласовывает с ОТК (техническим отделом), после чего его утверждает директор предприятия или его заместитель (главный инженер). Главный инженер проекта обязан обеспечить исполнение плана контроля полевых работ. При составлении плана контроля полевых работ и определении его продолжительности первоочередное внимание следует уделять наиболее ответственным и сложным работам, а также специалистам, не имеющим опыта самостоятельной работы. При этом необходимо руководствоваться следующими принципами:

- ведущие инженеры (начальники партий) и руководители комплексных бригад (групп) обязаны ежемесячно контролировать качество работы каждого специалиста;

- каждый начинающий специалист должен быть поставлен на самостоятельную работу ведущим инженером (начальником партии) или одним из опытных специалистов отдела изысканий;

- за весь полевой период должна быть проконтролирована работа каждого специалиста;

- независимо от срока должна быть обязательно проконтролирована работа каждого специалиста на новом виде работ, а на специальных работах - все виды работ по каждому объекту изысканий;

- директора предприятий, их заместители, начальники, главные инженеры, ведущие специалисты отделов изысканий в течение полевого периода обязаны проверить качество работ и состояние технологической дисциплины во всех партиях (группах); при этом в процессе каждого контроля должна быть проверена работа не менее чем 2 - 3 специалистов;

- на небольших объектах, сроки выполнения работ на которых не превышают одного-двух месяцев, контроль полевых работ, как правило, совмещается с их приемкой.

СТО

На малых предприятиях организация и проведения контроля осуществляется, как правило, его директором (организатором инженерных изысканий).

План контроля полевых работ и его выполнение фиксируют в сводке [15, приложение 5]. Содержание контроля работ по геометрическому нивелированию отражается в программе контроля, разрабатываемой как приложение к плану контроля. Программа контроля должна содержать следующие технологические операции.

6.3.2.1 Обследование нивелирных знаков

Камеральным просмотром полевой технической документации устанавливают наличие у специалиста данных о геодезической изученности (схем, описаний местоположения реперов, абрисов или выкопировок с карт, типов реперов); оттисков марок реперов. В натуре проверяют правильность исправления описаний местоположения реперов; правильность заключения специалиста об их утрате. Отыскивают ненайденные реперы/

6.3.2.2. Закладка реперов

Камеральным просмотром устанавливают своевременность, полноту и качество оформления заложенных реперов в карточках и на тиражных оттисках; соответствие закладки рабочему проекту; допустимость расстояний между реперами; наличие и качество оттисков марок; наличие актов сдачи реперов на наблюдение за сохранностью.

Проверяют в натуре выбор местоположения репера с точки зрения его долговременной сохранности; правильность и полноту описания местоположения репера, соответствие местоположения репера его описанию;

СТО

полным вскрытием проверяют глубину закладки, правильность размеров, конструкцию репера, качество бетона, надежность антикоррозийного покрытия металлических частей.

6.3.2.3. Нивелирование

Проверяют состояние нивелира и реек, условия их хранения и транспортировки, своевременность и полноту проверок и исследований нивелира и реек в период эксплуатации. Камеральным просмотром устанавливают наличие проекта и дежурной схемы выполняемых работ; своевременность вычисления полученных и допустимых невязок в секциях, ходах и полигонах; наличие и правильность составления описаний местоположения реперов, наличие примечаний относительно причины повторения измерения на станциях; устанавливают соблюдение требований относительно порядка измерений на станциях, правильность выбора благоприятного времени для нивелирования, соблюдение следующих допусков: высота визирного луча, длина визирного луча от нивелира до реек на станции и накопление неравенств по секции, расхождение превышений, по ведомостям превышений устанавливают допустимость расхождения превышений из прямого и обратного ходов по секции между реперами, на примычных секциях сравнивают превышения контрольных ходов с ранее исполненным нивелированием; по расхождениям прямых и обратных нивелировок анализируют проявление систематических и случайных погрешностей, проверяют вычисление средних квадратических погрешностей нивелирования на один километр хода. Проверяют в натуре наблюдением за производством нивелирования соблюдение технологии производства; восстановление наружного оформления репера после завершения нивелирования. Инструментальной проверкой устанавливают

СТО

сходимость измеренного и контрольного превышений из повторного нивелирования секций для нивелирования II, III классов; допустимость невязок в полигонах, образованных после проложения контрольных перемычек нивелирования IV класса.

При использовании цифровых нивелиров информацию, необходимую для контроля, получают непосредственно из памяти прибора.

6.3.2.4. Оформление результатов контроля полевых работ

По результатам контроля полевых работ составляют акт [15, приложение 6]. В акте отмечают итоги контроля с указанием объемов проверок по каждому виду работ, характеристик точности измерений и других цифровых данных, свидетельствующих о качестве выполненных работ, замечаний и предложений по дальнейшему ведению работ; в акте делают общее заключение о качестве работы специалиста и возможности оплаты работ и включении в отчет натуральных показателей и сметной стоимости.

Акт контроля полевых работ составляют в двух экземплярах, один из которых вместе с материалами выполненных работ представляют к приемке, второй направляют в изыскательскую организацию, и после ознакомления с его содержанием должностных лиц передают на хранение в ОТК (технический отдел).

Для малых предприятий допускается результаты контроля полевых работ небольших объектов оформлять записями в материалах работ без составления акта.

Руководство партии, отдела изысканий по всем отмеченным в акте недостаткам работы обязано принять незамедлительные меры.

СТО

Сводку сведений о контроле полевых работ составляют ежеквартально, образец представлен в [15, приложение5].

7. Охрана труда при производстве работ по геометрическому нивелированию

Во время производства работ необходимо контролировать соблюдение требований по охране труда, норм экологической, пожарной безопасности, охране окружающей среды.

Охрана труда при производстве инженерных изысканий организуется в соответствии с требованиями действующих правил и инструкций, а также действующих распорядительных документов изыскательской организации, разработанных с учетом требований Федеральных законов [1,2,3], государственных и отраслевых стандартов системы стандартов безопасности труда, требований строительных норм и правил [7], [8], [74], отраслевых правил по охране труда, в том числе «Правил по технике безопасности на топографо-геодезических работах» [14].

Все сотрудники изыскательской организации, участвующие в производстве работ, должны пройти обучение правилам оказания первой доврачебной помощи в установленном порядке.

Инженерно-технических работников экспедиций, партий, отрядов и др. следует ежегодно подвергать проверке знаний техники безопасности, а один раз в полгода должен проводиться повторный инструктаж с работниками по технике безопасности [8].

Сотрудники, не сдавшие экзамена по охране труда, не прошедшие инструктаж и медицинское освидетельствование, не должны допускаться к выполнению работ.

СТО

Сотрудники изыскательской организации в период выполнения полевых работ должны быть оснащены средствами противопожарной безопасности, а при необходимости - средствами индивидуальной защиты.

Если работник не может принять соответствующие меры безопасности при производстве изысканий, он обязан немедленно сообщить своему непосредственному, а в случае отсутствия вышестоящему руководителю о всех замеченных им нарушениях правил, а также о представляющих опасность для людей неисправностях оборудования, защитных средств и др., и прекратить работу.

Каждый работник при инженерных изысканиях должен выполнять работу, на которую он принят и по которой прошел инструктаж, выполнять другую работу без соответствующего инструктажа по технике безопасности запрещается.

Директором (заместителем директора) изыскательской организации должны быть установлены правила по охране труда на полевых и камеральных работах, порядок и периодичность инструктажа сотрудников, назначены ответственные за противопожарное состояние, за общую организацию работ по охране труда, проверку знаний по охране труда. Проведение всех видов инструктажа по охране труда регистрируется в специальном журнале.

В процессе производства работ по геометрическому нивелированию необходимо соблюдать меры по рациональному использованию земли и ее недр, водных и лесных ресурсов, сохранению чистоты воздуха и водных ресурсов, сохранению окружающей природной среды и обеспечению экологической безопасности, строго руководствоваться требованиями Правил [14].

Особое внимание при разработке внутренних документов изыскательской организации по охране труда, контролю их соблюдения следует обращать на

СТО

работы по геометрическому нивелированию, которые выполняются в сложных физико-географических условиях (горной местности, заболоченных участках, пустыне, при преодолении водных преград и т.д.), в районах повышенной опасности (линий электропередач, железнодорожных путей и станций, автомагистралей, нефтехранилищ и т. д.), а также на особо опасных, технически сложных и уникальных объектах, подбор специалистов для выполнения которых должен соответствовать требованиям [16].

СТО

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ОБРАЗЕЦ СВИДЕТЕЛЬСТВА ОБ УТВЕРЖДЕНИИ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

СВИДЕТЕЛЬСТВО
об утверждении типа средств измерений

US.C.27.007.A № 30286

Срок действия до 22 апреля 2018 г.

НАИМЕНОВАНИЕ ТИПА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ
Нивелиры цифровые DINi 0.3, DINi 0.7

ИЗГОТОВИТЕЛЬ
"Trimble Navigation Limited", США

РЕГИСТРАЦИОННЫЙ № 36716-08

ДОКУМЕНТЫ НА ПОВЕРКУ
МИ 1496-87; Р 50.2.023-2002

ИНТЕРВАЛ МЕЖДУ ПОВЕРКАМИ 1 год

Тип средств измерений утвержден приказом Федерального агентства по
техническому регулированию и метрологии от 22 апреля 2013 г. № 420

Описание типа средств измерений является обязательным приложением
к настоящему свидетельству.

Заместитель Руководителя
Федерального агентства

Ф.В.Булыгин

2013 г.

Серия СИ № 009507

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
ОБРАЗЕЦ СВИДЕТЕЛЬСТВА О ПОВРКЕ ЦИФРОВОГО НИВЕЛИРА

	МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «АВТОПРОГРЕСС-М» АТТЕСТАТ АККРЕДИТАЦИИ № RA.RU.311195 ФЕДЕРАЛЬНОЙ СЛУЖБЫ ПО АККРЕДИТАЦИИ (РОСАККРЕДИТАЦИЯ)
	СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПОВЕРКЕ АПМ № 0085650
Действительно до «04» октября 2017 г.	
Средство измерений	<u>Нивелир цифровой</u> <small>цифровой, лазер, модификация, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (серия и номер знака поверки и заводской номер Госреестра №36716-08)</small>
	<u>DiNi 0.3 в комплекте с рейкой кодовой LD12 №012144</u> <small>информационный фонд по обеспечению единства измерений (серия и номер знака поверки и заводской номер Госреестра №36716-08)</small>
серия и номер знака предыдущей поверки (если имеются)	<u>отсутствует</u>
заводской номер (номера)	<u>736501</u>
поверено	<u>в соответствии с</u>
поверено в соответствии с	<u>Р 50.2.023.2002</u> <small>метрологическая документация, на основании которой выполнялась поверка</small>
	<u>"ГСИ. Нивелиры. Методика поверки" в лабораторных условиях.</u>
с применением эталонов:	<u>Эталон единицы плоского угла 1 разряда</u> <small>информационный фонд по обеспечению единства измерений (серия и номер знака поверки и заводской номер Госреестра №36716-08)</small>
	<u>3.2.АИМ.0010.2014;</u> <small>серия и номер знака поверки и заводской номер Госреестра</small>
при следующих значениях влияющих факторов:	<u>температура 21,8°C,</u> <small>приведен к нормальным условиям</small>
	<u>атмосферное давление 754 мм.рт.ст., относительная влажность 52%</u> <small>приведены к нормальным условиям</small>
и на основании результатов (первичной) периодической поверки признано соответствующим установленным в описании типа метрологическим требованиям и пригодным к применению в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений.	
Знак поверки	 
Руководитель отдела	<u>Подпись</u> <u>К.А. Ревин</u> <small>Инициалы, фамилия</small>
Поверитель	<u>Подпись</u> <u>К.А. Ревин</u> <small>Инициалы, фамилия</small>
<u>«04» октября 2016 г.</u>	

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ПОЛЕВАЯ ВЕДОМОСТЬ ПРЕВЫШЕНИЙ РЕПЕРОВ НИВЕЛИРОВАНИЯ II КЛАССА

Номер секции	Вид и номер нивелирно го репера, тип центра, год закладки	Местоположе ние нивелирного репера	Расстоян ие от начально го репера, км Расстоян ие между реперами , км	Дата нивелирован ия прямо обратно	Число штатив ов прямо обратно	Измеренное превышение, мм		Разности превышен ий, мм	Среднее измеренно е превышен ие, м
						Прямо й ход	Обратн ый ход		
<i>Линия № 1 Степановка - Мощное, от марки 6187 до фунд. реп. 92.</i>									
<i>Исполнитель: ст. инженер П.В. Клепиков</i>									
1	Марка 6 187, 1940	Степановка, станц., зд. вокзала, южн. сторона	0,0	2.08	11	-	+ 9489,9	-6,6	-9,4932
			0,5	18.08	12	9496,5			
	Грунт, реп. 2008, тип 116, 1964 г.	Степановка, станц. в 0,5 км в вост. от нее, в 0,2 км к сев. от перекрестка дорог с Тесовка - станц. Степановка и с. Ивановка - с. Кодино	0,5	2.08	56	+	-1914,8	+ 7,7	+ 1,9186
			6,0	18.08	56	1922,5			
2	Грунт, реп. 4258, тип 116, 1964 г.	Степановка, станц. в 6,5 км к вост. от нее по дороге в с. Тесовка, в 20 м к сев. от дороги	6,5	3.08	54	-	+ 1107,4	-0,2	-1,1075
			5,8	16-17.08	54	1107,6			
3	Грунт, реп. 5540, тип 116, 1964 г.	Глазниха, станц., в 4,9 км к сев. - вост. от нее, по дороге на станц. Мощное, в 30 мк сев. от дороги, в 500 м к востоку от моста через	12,3	7.08	12	-	+ 3806,1	+ 3,5	-3,8044
			1,6	14.08	12	3802,6			

СТО

4	Фунд. реп. 92, тип 140, 1940 г.	реку Серебрянку Мощное, станц., в 1,5 км к юго-вост. от нее, в 100 м к сев. от ж.-д. будки Контрольный репер б/№ в фундаменте плиты	13,9						-1,430*
		Итого по линии	13,9		<u>133</u>	-12 484.2	+12 488.6	+4.4	-12,4864
					134				

Разность высот исходных реперов $H_k - H_n = -12.4870$ мм

Полученная невязка $V_{пол} = -12.4864 - (-12.4870) = +0.6$ мм

Допустимая невязка $V_{доп} = 5$ мм $\sqrt{L} = 18.8$ мм

Примечание: Значком * отмечены превышения, измеренные при закладке фунд. реп.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

ВЕДОМОСТЬ ПРЕВЫШЕНИЙ И ВЫСОТ РЕПЕРОВ НИВЕЛИРОВАНИЯ III КЛАССА

№ п/п	Местоположение нивелирного репера	Расстояние от начального репера между реперами, км	Число штативов входе <u>прямо</u> <u>обратно</u>	Измеренное превышение, м		Разность превышений, мм	Среднее превышение, м	Поправка за уравнивание, мм	Уравненное превышение, м	Высота в Балтийской системе высот, м
				прямой ход	обратный ход					
<i>Линия № 10 от грунт. реп. 5540 до стан. реп. 513</i> <i>Исполнитель: инженер Крупко О. И. Дата: 1-3.07.2017</i>										
г. реп. 1 тип	Глазниха, станц., в 4.9 км к сев.-вост. от нее по дороге на станц. Мощное, в 30 м к сев. от дороги, в 500 м к вост. от моста через р. Серебрянка	<u>00</u> 0.7								72.963
еп., с ем	Глазниха, станц., в 4.2 км к сев.-вост. от нее, в 15 м к зап. от переезда через ж.д.	<u>07</u> 2.0	<u>8</u> 8	+0.524	-0.527	-3	+0.526	-	+0.526	73.489
г. реп. 2 тип	Глазниха, станц., в 2.2 км к сев.-вост. от нее, в 45 м к сев. от дороги на станц. Мощное	<u>17</u> 1.7	<u>19</u> 19	+2.210	-2.214	-4	+2.212	-1	+2.211	75.700
еп. 5	426 км ж.д., 7 пк, в 5 м к сев. от ж.д. полотна	<u>44</u> 1.8	<u>16</u> 17	-0.342	+0.346	+4	-0.344	-1	-0.345	75.355
реп.	р. Серебрянка, в сев. устье путепровода на 428 км ж.д	<u>62</u> 2.8	<u>28</u> 29	+4.124	-4.110	+14	+4.117	-1	+4.116	79.471
еп. 6 вой бе ем	с. Ивановка в 0.5 км от него по дороге в с. Крутое, справа от дороги	<u>9.0</u> 3.0	<u>20</u> 21	-1.512	+1.514	+2	-1.513	-1	-1.514	77.957

СТО

2 кл. овка,	с. Ивановка, в 2.5 км юго-зап. от него у перекрестка дорог с. Глазниха - с. Ивановка, с. Яр - с. Сашино	<u>12.0</u> 2.6	<u>30</u> 31	+4.571	-4.566	+5	+4.568	-1	+4.567	82.524
реп.	с. Никольское, зд. школы	<u>14.6</u> 3.4	<u>28</u> 26	+3.854	-3.866	-12	+3.860	-1	+3.859	86.383
реп.	р. Серебрянка в южн. устье моста, в 3 км к сев. от с. Никольское	18.0	<u>36</u> 34	+2.095	-2.081	+14	+2.088	-1	+2.087	88.470
	Итого по линии L=	18.0	184	+15.524	-15.504	+20	+15.514	-7	-15.507	

507 м;

$V_{\text{получ}} = +7$ мм;

$V_{\text{доп}} = 10$ мм $\sqrt{L} = 42$ мм

Поправка на 1 км хода - $V_{\text{получ}}/L = -0.4$ мм

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

ВЕДОМОСТЬ ПРЕВЫШЕНИЙ И ВЫСОТ РЕПЕРОВ НИВЕЛИРОВАНИЯ IV КЛАССА

Номер секции	Вид и номер нивелирного репера, тип центра	Местоположение нивелирного репера	Расстояние, от начального репера между реперами	Число штативов	Измеренное превышение, м	Поправка за уравнивание, мм	Высота в Балтийской системе высот, м	Примечание
<i>Линия № 12 от стен. реп. 124 до стан. реп.. 2463 Исполнитель: ст. техник Коровин М.Н. Дата: 15-16.08.99</i>								
	Стен. реп. 124	с. Березовка, зд. школы	<u>00</u> 2.0				251.768	Высота получена из уравнивания сети III класса III класса, 1980 г.
1а	Вр. реп., кованный гвоздь	р. Северка, мост в 2 км к сев. от с. Березовка, верхний гвоздь в сев. устье моста	<u>2.0</u> 2.1	10	+0.623	+5	252.396	
1б	Грунт. реп. 115, тип. 118	с. Ново- Березовка, в 1.5 км к вост. от него, в 22 км от с. Матвеевка, в 25 м к югу от дороги	<u>4.1</u> 2.0	11	+2.055	+5	254.456	
2а	Вр. реп., камень	с. Ново- березовка, в 0.5 км к югу от него, большой валун по дороге в с. Березовка, в 25 м к сев. от дороги. Место постановки рейки отмечено красной краской	<u>6.1</u> 1.9	10	+0.225	+5	254.686	
2б	Сигн. 2 кл., с. Матвеевка,	с. Матвеевка, в 4 км к сев.- вост. от него, у	<u>8.0</u> 2.2	10	+0.926	+4	255.616	

СТО

3а	тип. 2 Вр. реп.	полевого стана с. Матвеевка, в 2 км к сев.- вост. от него, межевой столб рядом с перекрестком дорог с. Матвеевка - с. Новое, и с. Рбово - с. Кон	$\frac{10.2}{2.0}$	11	+0.643	+5	256.264	
3б	Стен. реп. 64	с. Матвеевка, зд. школы	$\frac{12.2}{2.0}$	10	+1.765	+5	258.034	Высота получена из уравнения сети IV класс а, 1982 г.
	Итого по линии L =		$\frac{12.2}{2.0}$	62	+6.237	+29		

Разность высот исходных реперов $H_k - H_n = +6.266$ м

Полученная невязка $V_{\text{получ}} = -29$ мм

Допустимая невязка $V_{\text{доп}} = 20$ мм $\sqrt{L} = 70$ мм

Поправка на 1 км хода - $V_{\text{получ}}/L = +2.4$

Вычислял: инженер *Осипова С. М.*
Считали: читал инженер *Осипова С. М.*
слушал техник *Блинов А. Ф.*
20.07.2016

Библиография

- [1] Градостроительный кодекс Российской Федерации
- [2] Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. №184-ФЗ «О техническом регулировании»
- [3] Федеральный закон от 1 декабря 2007 г. №315-ФЗ «О саморегулируемых организациях»
- [4] Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений» от 26.06.2008 №102-ФЗ
- [5] ГОСТ 22268-76-Геодезия. Термины и определения (с Изменениями №1)
- [6] ГОСТ 10528-90. Нивелиры. Общие технические условия (с Изменением № 1)
- [7] СП 47.13330.2012. Инженерные изыскания для строительства. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96
- [8] СП 11-104-97. Инженерно-геодезические изыскания для строительства
- [9] ОСТ 68-15-01. Измерения геодезические. Термины и определения
- [10] ГКИНП-07-016-91 «Правила закладки центров и реперов на пунктах геодезической и нивелирной сетей СССР» (ЦНИИГАиК. - М.: Недра, 1991)
- [11] ГКИНП (ГНТА)-17-004-99 «Инструкция о порядке контроля и приемки геодезических, топографических и картографических работ» - М.: Роскартография, 1999
- [12] ГКИНП (ГНТА)-03-010-03 «Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов». - М.: Картгеоцентр-Геоиздат, 2004
- [13] РД 68-8.17-98. Локальные поверочные схемы (ЛПС) для средств измерений топографо-геодезического и картографического назначения (утв. приказом Роскартографии от 09.03.1999 №44-ПР)
- [14] ПТБ 88 Правила по технике безопасности на топографо-геодезических работах.- М. Недра, 1991
- [15] ГКИНП (ГНТА)-17-004-99 Инструкция о порядке контроля и приемки

СТО

геодезических, топографических и картографических работ. Приказ от 29 июня 1999 г. Федеральная служба геодезии и картографии

- [16] Постановление Правительства РФ от 11 мая 2017 г. № 559 "Об утверждении минимальных требований к членам саморегулируемой организации, выполняющим инженерные изыскания, осуществляющим подготовку проектной документации, строительство, реконструкцию, капитальный ремонт особо опасных, технически сложных и уникальных объектов"
- [17] ГОСТ 21830-76. Приборы геодезические. Термины и определения.
- [18] Leica LS10/LS15, руководство пользователя. Перевод исходного текста (837282-2.0.1en). Опубликовано в Швейцарии, 2016
- [19] Инструкция по вычислению нивелировок - М. Недра, 1971